Ergänzung zum Buch

"Java ist eine Sprache"

von Ulrich Grude,
Vieweg-Verlag 2005

Diese Übungen kann man z. B. in kleinen Gruppen unter Anleitung eines Betreuers oder auch allein (im Selbststudium) bearbeiten.

Hinweise auf Fehler, Verbesserungsvorschläge oder Berichte über Erfahrungen mit diesen Übungen sind jederzeit willkommen, am liebsten per e-mail an die Adresse grude@beuth-hochschule.de.

Inhaltsverzeichnis

Übung Zahlensysteme:....4
Lösung Zahlensysteme:....5
Übung Gleitpunktzahlen....6
Lösung Gleitpunktzahlen....9
Übung if:....12
Lösung if:....14
Übung Ausführen 1:....16
Lösung Ausführen 1:....17
Übung Schleifen (ausführen) 1:....18
Lösung Schleifen (ausführen) 1:....19
Übung Schleifen (programmieren) 2:....20
Lösung Schleifen (programmieren) 2:....21
Übung Schleifen (programmieren) 3:....24
Lösung Schleifen (programmieren) 3:....26
Übung Methoden 1:....31
Lösung Methoden 1:....32
Übung Reihungen 1:....35
Lösung Reihungen 1:....37
Übung Reihungen 2:....40
Lösung Reihungen 2:....41
Übung Reihungen 3:....44
Lösung Reihungen 3:....45
Übung Sammlungen....46
Lösung Sammlungen....47
Übung Bojen (ausführliche und vereinfachte) 1:....48
Lösung Bojen (ausführliche und vereinfachte) 1:....49
Übung Bojen (von Reihungen) 2:....50
Lösung Bojen (von Reihungen) 2:....51
Übung Klassen 1:....53
Lösung Klassen 1:....55
Übung Deutsch 1:....56
Lösung Deutsch 1:....57
Übung Klassen 2:....58
Lösung Klassen 2:....61
Übung Klassen 3:....63
Lösung Klassen 3:....64
Übung Strings 1:....65
Lösung Strings 1:....66
Übung Ausnahmen 1:....67
Lösung Ausnahmen 1:....69
Übung Ausnahmen 2:....70
Lösung Ausnahmen 2:....71
Übung Methoden 2:....72
Lösung Methoden 2:....73
Übung Punkt, Quadrat, Rechteck, Kreis....75
Lösung Punkt, Quadrat, Rechteck, Kreis....76
Übung Oberklassen/Unterklassen....77
Lösung Oberklassen/Unterklassen....78

Übung Bitfummeln....79
Lösung Bitfummeln....80
Übung Einfach boolean....81
Lösung Einfach boolean....82
Übung Histogramme....83
Lösung Histogramme....84

Übung Zahlensysteme:

1. Füllen Sie die folgende Tabelle aus:

als 10-er-Zahl	als 2-er-Zahl	als 5-er-Zahl	als 9-er-Zahl	als 12-er-Zahl
10_{10}				
25_{10}				
37_{10}				

2. Tragen Sie in die folgende Tabelle die Stellenwerte der Ziffern mit Positionen zwischen +2 und -2 für die Zahlensysteme mit den Basen 2, 3, 9 und 12 ein. Die Stellenwerte für die Ziffern auf den *negativen Positionen* ("rechts vom Punkt") dürfen Sie als *Stammbrüche* (z.B. 1/2, 1/27, 1/144 etc.) notieren (statt als Dezimalbrüche wie 0.5 oder 0.0370 etc.).

Position → System ↓	+2	+1	0	-1	-2
2-er-System					
3-er-System					
9-er-System					
12-er-System					

3. Wenn man beim Dividieren oder Modulieren ("die mod-Operation anwenden") von Ganzzahlen ein Ganzzahl-Ergebnis herausbekommen will, hat man meistens eine Wahl zwischen zwei Ergebnissen. Tragen Sie beide Lösungen in die folgende Tabelle ein:

dend	dor	dend div dor		dend mod dor	
		1. Lösung	2. Lösung	1. Lösung	2. Lösung
+7	+3				
+7	-3				
-7	+3				
-7	-3				

4. Sei n eine nicht-negative Ganzzahl. Stellen Sie sich n als 10-er-Zahl dargestellt vor.

Mit welcher Rechenoperation (ähnlich wie n + 17 oder 3 * n oder so) kann man die Ziffer an der Position 0 ("die Einer-Ziffer") von n berechnen?	
Mit welcher Rechenoperation kann man die Ziffer an der Position 0 aus n entfernen?	

5. Stellen Sie sich n als B-er-Zahl dargestellt vor (wobei B irgendeine Basiszahl wie z.B. 2 oder 10 oder 16 etc. ist).

Mit welcher Rechenoperation kann man in diesem Fall die Ziffer an der Position 0 ("die Einer-Ziffer") von n berechnen?	
Mit welcher Rechenoperation kann man die Ziffer an der Position 0 aus n entfernen?	

Lösung Zahlensysteme:

1. Füllen Sie die folgende Tabelle aus:

als 10-er-Zahl	als 2-er-Zahl	als 5-er-Zahl	als 9-er-Zahl	als 12-er-Zahl
10_{10}	1010_2	20_5	11_9	A_{12}
25_{10}	11001_2	100_5	27_9	21_{12}
37_{10}	100101_2	122_5	41_9	31_{12}

2. Tragen Sie in die folgende Tabelle die Stellenwerte der Ziffern mit Positionen zwischen +2 und -2 für die Zahlensysteme mit den Basen 2, 3, 9 und 12 ein. Die Stellenwerte für die die Ziffern auf den *negativen Positionen* ("rechts vom Punkt") dürfen Sie als *Stammbrüche* (z.B. 1/2, 1/27, 1/144 etc.) notieren (statt als Dezimalbrüche wie 0.5 oder 0.0370 etc.).

Position → System ↓	+2	+1	0	-1	-2
2-er-System	4	2	1	1/2	1/4
3-er-System	9	3	1	1/3	1/9
9-er-System	81	9	1	1/9	1/81
12-er-System	144	12	1	1/12	1/144

3. Wenn man beim Dividieren oder Modulieren ("die mod-Operation anwenden") von Ganzzahlen ein Ganzzahl-Ergebnis herausbekommen will, hat man meistens eine Wahl zwischen zwei Ergebnissen. Tragen Sie beide Ergebnisse in die folgende Tabelle ein:

dend	dor	dend div dor		dend mod dor	
		1. Lösung	2. Lösung	1. Lösung	2. Lösung
+7	+3	+2	+3	+1	-2
+7	-3	-2	-3	+1	-2
-7	+3	-2	-3	-1	+2
-7	-3	+2	+3	-1	+2

4. Sei n eine nicht-negative Ganzzahl. Stellen Sie sich n als 10-er-Zahl dargestellt vor.

Mit welcher Rechenoperation (ähnlich wie n + 17 oder 3 * n oder so) kann man die Ziffer an der Position 0 ("die Einer-Ziffer") von n berechnen?	n mod 10
Mit welcher Rechenoperation kann man die Ziffer an der Position 0 aus n entfernen?	n div 10

5. Stellen Sie sich n als B-er-Zahl dargestellt vor (wobei B irgendeine Basiszahl wie z.B. 2 oder 10 oder 16 etc. ist).

Mit welcher Rechenoperation kann man in diesem Fall die Ziffer an der Position 0 ("die Einer-Ziffer") von n berechnen?	n mod B
Mit welcher Rechenoperation kann man die Ziffer an der Position 0 aus n entfernen?	n div B

Übung Gleitpunktzahlen

Starten Sie mit einem Browser auf der Netzseite `www.tfh-berlind.de/~grude`
das `GleitBitsFloatApplet`. Machen Sie sich mit der Struktur der GRABO vertraut:

Oben: Die 32 Bits eines Float-Wertes (1 Bit *Vorzeichen*, 8 Bits *Charakteristik*, 23 Bits *Mantisse*), weisses/schwarzes Quadrat: *Bitwert 0/1*, verändern durch Anklicken.

Mitte: 6 Datenfelder: Vorzeichen bis Die Gleitpunktzahl im Ganzen und
2x6 Knöpfe: Alle Bits an bis Durch 0.1.

Unten: Ein Datenfeld Alle Ziffern der Gleitpunktzahl.

Graue Datenfelder: Nur für Anzeige.
Weiße Datenfelder: Für Anzeige und Eingabe.

Hier werden folgende Abkürzungen verwendet:

Gleitpunktzahl	für	Die Gleitpunktzahl im Ganzen	(Datenfeld für Eingaben)
Alle Ziffern	für	Alle Ziffern der Gleitpunktzahl	(Datenfeld, nur Anzeige)
Nächste	für	Nächste float-Zahl	(Knopf zum Anklicken)
Vorige	für	Vorige float-Zahl	(Knopf zum Anklicken)

Hinweis: In einem Java-Programm sind `0.1`, `12.345`, `3e5` etc. Literale des Typs `double`. Literale des Typs `float` müssen so notiert werden: `0.1F`, `12.345F`, `3e5F` etc. (oder mit `f` statt `F`).

1. Der wahre Wert des float-Literals 0.1F

Eingabe in Gleitpunktzahl: `0.1` (mit Return abschließen!)

In Gleitpunktzahl steht die übliche Darstellung, in Alle Ziffern der wahre Wert.

Frage 1.1: Aus wie vielen Ziffern besteht die Darstellung des wahren Wertes?
Frage 1.2: Ist der wahre Wert kleiner oder größer als ein Zehntel?

2. Wie weit liegen float-Werte auseinander?

Eingabe in Gleitpunktzahl: `4e6` (mit Return abschließen!)
Alle Ziffern lesen, nacheinander Nächste und Vorige anklicken, evtl. mehrmals.

Frage 2.1: Um wie viel unterscheidet sich der Wert `4e6F` vom nächsten Wert?

Stellen Sie das an Hand der genauen Anzeige in Alle Ziffern fest, nicht an Hand der üblichen, aber ungenauen Anzeige in Gleitpunktzahl.

Ebenso mit Eingabe von `16e6` und `16e9` in Gleitpunktzahl.

Frage 2.2: Um wie viel unterscheidet sich der Wert `16e6F` vom nächsten Wert?
Frage 2.3: Um wie viel unterscheidet sich der Wert `16e9F` vom nächsten Wert?
Frage 2.4: Welchen `float`-Wert bezeichnet das Literal `16000000500.0F`?
Frage 2.5: Welchen `float`-Wert bezeichnet das Literal `16000000600.0F`?

3. Kann man float-Berechnungen "rückgängig machen"?

Eingabe in Gleitpunktzahl	Hin-Aktion	Zurück-Aktion	Anzeige in Gleitpunktzahl?
0.1	Knopf Mal 2.0 (5 Mal)	Knopf Durch 2.0 (5 Mal)	
0.1	Knopf Mal 0.1 (5 Mal)	Knopf Durch 0.1 (5 Mal)	
0.1	Knopf Mal 0.1 (1 Mal)	Knopf Durch 0.1 (1 Mal)	
0.1	Knopf Mal 0.1 (11 Mal)	Knopf Durch 0.1 (11 Mal)	

4. Mit wie vielen Ziffern werden float-Werte üblicherweise (z.B. von pln) dargestellt?

Eingabe in Gleitpunktzahl: 1e36 (mit Return abschließen). Welcher Wert wird in Gleitpunktzahl angezeigt? Welcher wahre Wert ist damit gemeint (siehe Alle Ziffern)? Tragen Sie diese beiden Anzeigen in die Zeile 0 der folgenden Tabelle ein (von der Anzeige in Alle Ziffern genügen die ersten 12 Ziffern).

Zeilen-Nr.	Anzeige aus Gleitpunktzahl	Anzeige aus Alle Ziffern (die ersten 12 Ziffern)
-2		
-1		
0		
+1		
+2		

Ermitteln Sie (mit Hilfe der Knöpfe Vorige und Nächste) die zwei Vorgänger und die zwei Nachfolger des eingetragenen Wertes und tragen Sie diese ebenfalls in die Tabelle ein (die Vorgänger in die Zeilen -1 und -2, die Nachfolger in die Zeilen +1 und +2).

Vergleichen Sie die genaue Darstellung in Alle Ziffern mit der ungenauen, gerundeten Darstellung in Gleitpunktzahl. Beschreiben Sie die Regel, nach der die ungenaue Darstellung mal aus mehr und mal aus weniger Ziffern besteht.

5. Welche und wie viele Bitkombinationen stellen NaN-Werte dar?

Eingabe in Gleitpunktzahl: nan (mit Return abschließen!). Welche der 32 Bits sind an bzw. aus?
Eingabe in Gleitpunktzahl: nann (mit Return abschließen!). Welche der 32 Bits sind an bzw. aus?

Das waren 2 "extreme NaN-Werte". Welche Bits kann man beliebig an- bzw. ausmachen ohne den Bereich der NaN-Werte zu verlassen? Was passiert, wenn ein NaN-Wert angezeigt wird und man dann das Vorzeichenbit verändert?

Frage 5.1: Welche Bitkombinationen stellen NaN-Werte dar?

Die folgende Antwort ist falsch, aber Ihre richtige Antwort sollte eine ähnliche Form haben:

Falsche Antwort 5.1: Die Mantissen-Bits müssen alle an sein, von den Bits der Charakteristik müssen mindestens drei aus sein, das Vorzeichenbit kann an oder aus sein.

Frage 5.2: Wie viele Bitkombinationen stellen NaN-Werte dar? Geben Sie die genaue Formel und einen ungefähren Wert an (z.B. 2^{10} - 5, etwa 1 Tausend).

6. Normalisierte und nicht-normalisierte float-Zahlen

Um die Beschreibung etwas zu vereinfachen, beschränken wir uns hier erstmal auf `float`-Zahlen mit positivem Vorzeichen (Vorzeichenbit VZ ist aus, d.h. weiss). Für negative `float`-Zahlen gilt dann alles "ganz entsprechend".

Normalisierte Zahlen erkennt man daran, dass mindestens ein Bit der Charakteristik an ist. Bei solchen Zahlen gelten alle Bits der Mantisse als *Nachpunktstellen* (im 2-er-System), vor denen man sich eine `1.` denken sollte. Prüfen Sie das anhand der Zahlen `1.0` , `1.5`, `1.25`, `1.75` nach.

Besonders kleine (nahe bei 0.0 gelegene) `float`-Werte werden als nicht-normalisierte Zahlen dargestellt. Alle Bits der Charakteristik sind aus und den Punkt sollte man sich zwischen dem ersten und zweiten Bit der Mantisse (d.h. zwischen Bit 22 und 21) denken.

Im GleitBitsFloatApplet steht im Datenfeld Zahl ist normalisiert `true` bzw. `false`, je nachdem ob die aktuelle Zahl normalisiert ist oder nicht.

Die *kleinste normalisierte Zahl* wird angezeigt, wenn man in Gleitpunktzahl den Namen `minn` eingibt. Drückt man dann auf Vorige, sieht man die *größte nicht-normalisierte Zahl*. Gibt man den Namen `min` ein, so wird *die kleinste float-Zahl* angezeigt (und die ist *nicht-normalisiert*).

Frage 6.1: Welche Bits sind an bzw. aus bei der *kleinsten normalisierten Zahl*?
Frage 6.2: Welche Bits sind an bzw. aus bei der *größten nicht-normalisierten Zahl*?
Frage 6.3: Welche Bits sind an bzw. aus bei der *kleinsten* (nicht-normalisierten) *Zahl*?
Frage 6.4: Welche `float`-Zahl liegt unmittelbar vor der kleinsten Zahl?

7. float-Werte mit Namen

In das Datenfeld Gleitpunktzahl darf man nicht nur Gleitpunkt-Literale wie z.B. `1.0` oder `-12.3456` oder `+123.4e-7` etc. eingeben, sondern auch bestimmte *Namen* für bestimmte `float`-Werte. Einige dieser Namen wurden bereits in den vorangehenden Teilen dieser Übung erwähnt.

Frage 7.1: Geben Sie die vollständige Liste aller Namen an, die man in das Datenfeld Gleitpunktzahl eingeben darf. Zur Beantwortung dieser Frage dürfen Sie sich die *Bedienungsanleitung* des `GleitBitsFloatApplets` ansehen (was sonst natürlich streng verboten ist :-).

Frage 7.2: Aus wie vielen Ziffern besteht der Dezimalbruch, der der kleinsten `float`-Zahl (`min`) exakt entspricht?

Lösung Gleitpunktzahlen

Hier werden folgende Abkürzungen verwendet:

Gleitpunktzahl	für	Die Gleitpunktzahl im Ganzen	(Datenfeld für Eingaben)
Alle Ziffern	für	Alle Ziffern der Gleitpunktzahl	(Datenfeld, nur Anzeige)
Nächste	für	Nächste float-Zahl	(Knopf zum Anklicken)
Vorige	für	Vorige float-Zahl	(Knopf zum Anklicken)

1. Der wahre Wert des float-Literals 0.1F

Frage 1.1: Aus wie vielen Ziffern besteht die Darstellung des wahren Wertes? 27+1 gleich 28
Frage 1.2: Ist der wahre Wert kleiner oder größer als ein Zehntel? Etwas größer

2. Wie weit liegen float-Werte auseinander?

Frage 2.1: Um wie viel unterscheidet sich der Wert `4e6` vom nächsten Wert? Um 0.25

Ebenso mit Eingabe von `16e6` und `16e9` in Gleitpunktzahl.

Frage 2.2: Um wie viel unterscheidet sich der Wert `16e6` vom nächsten Wert? Um 1.0
Frage 2.3: Um wie viel unterscheidet sich der Wert `16e9` vom nächsten Wert? Um 1024.0
Frage 2.4: Welchen `float`-Wert bezeichnet der Ausdruck `16e9F+500.0F`?

Den gleichen Wert wie 16e9 gleich 1.6E10.

Frage 2.5: Welchen `float`-Wert bezeichnet der Ausdruck `16e9F+600.0F`?

Den gleichen Wert wie 16e9+1024.0F gleich +16_000_001_024.0.

3. Kann man float-Berechnungen "rückgängig machen"?

Eingabe in Gleitpunktzahl	Hin-Aktion	Zurück-Aktion	Anzeige in Gleitpunktzahl?
`0.1`	Knopf Mal 2.0 (5 Mal)	Knopf Durch 2.0 (5 Mal)	`0.1`
`0.1`	Knopf Mal 0.1 (5 Mal)	Knopf Durch 0.1 (5 Mal)	`0.10000001`
`0.1`	Knopf Mal 0.1 (1 Mal)	Knopf Durch 0.1 (1 Mal)	`0.10000001`
`0.1`	Knopf Mal 0.1 (11 Mal)	Knopf Durch 0.1 (11 Mal)	`0.100000024`

4. Mit wie vielen Ziffern werden float-Werte üblicherweise (z.B. von pln) dargestellt?

Eingabe in Gleitpunktzahl: `1e36` (mit Return abschließen). Welcher Wert wird in Gleitpunktzahl angezeigt? Welcher wahre Wert ist damit gemeint (siehe Alle Ziffern)? Tragen Sie diese beiden Anzeigen in die Zeile 0 der folgenden Tabelle ein (von der Anzeige in Alle Ziffern genügen die ersten 12 Ziffern).

Zeilen-Nr.	Anzeige aus Gleitpunktzahl	Anzeige aus Alle Ziffern (die ersten 12 Ziffern)
-2	`9.99999`**`8`**`E35`	`+999_999_`**`8`**`03_233...`
-1	`9.99999`**`9`**`E35`	`+999_999_`**`88`**`2_462...`
0	`1.0E36`	`+999_999_961_690...`
+1	`1.0000000`**`4`**`E36`	`+1_000_000_0`**`4`**`0_918...`
+2	`1.0000001E36`	`+1_000_000_`**`1`**`20_146...`

Vergleichen Sie die genaue Darstellung in Alle Ziffern mit der ungenauen, gerundeten Darstellung in Gleitpunktzahl. Beschreiben Sie die Regel, nach der die ungenaue Darstellung mal aus mehr und mal aus weniger Ziffern besteht.

Regel: Es werden möglichst wenig Ziffern angezeigt, aber so viele wie nötig sind, damit die Darstellung der aktuellen Zahlen sich von der Darstellung ihres Vorgängers und der Darstellung ihres Nachfolgers durch *mindestens eine Ziffer* unterscheidet.

5. Welche und wie viele Bitkombinationen stellen NaN-Werte dar?

Eingabe in Gleitpunktzahl: `nan` (mit Return abschließen!). Welche der 32 Bits sind an bzw. aus?
Eingabe in Gleitpunktzahl: `nann` (mit Return abschließen!). Welche der 32 Bits sind an bzw. aus?

Das waren 2 "extreme `NaN`-Werte". Welche Bits kann man beliebig an- bzw. ausmachen ohne den Bereich der `NaN`-Werte zu verlassen? Was passiert, wenn ein `NaN`-Wert angezeigt wird und man dann das Vorzeichenbit verändert?

Frage 5.1: Welche Bitkombinationen stellen `NaN`-Werte dar?

Alle Bitkombinationen, bei denen alle Bits der Charakteristik und mindestens ein Bit der Mantisse an sind.

Frage 5.2: Wie viele Bitkombinationen stellen `NaN`-Werte dar? Geben Sie die genaue Formel und einen ungefähren Wert an (z.B. 2^{10} - 5, etwa 1 Tausend).

(2^{23} - 1) * 2 gleich 16 777 216 (ca. 16 Millionen)

6. Normalisierte und nicht-normalisierte float-Zahlen

Die *kleinste normalisierte Zahl* wird angezeigt, wenn man in Gleitpunktzahl den Namen `minn` eingibt. Drückt man dann auf Vorige, sieht man die *größte nicht-normalisierte Zahl*. Gibt man den Namen `min` ein, so wird die *kleinste float-Zahl* angezeigt (und die ist nicht-normalisiert).

Frage 6.1: Welche Bits sind an bzw. aus bei der kleinsten normalisierten Zahl?

In der Charakteristik ist nur das rechteste Bit (Bit 23) an, die anderen sind aus.
In der Mantisse sind alle Bits aus.

Frage 6.2: Welche Bits sind an bzw. aus bei der größten nicht-normalisierten Zahl?

In der Charakteristik sind alle Bits aus.
In der Mantisse sind alle Bits an.

Frage 6.3: Welche Bits sind an bzw. aus bei der kleinsten (nicht-normalisierten) Zahl?

In der Charakteristik sind alle Bits aus.
In der Mantisse ist nur das rechteste Bit (Bit 0) an, die anderen sind aus.

Frage 6.4: Welche `float`-Zahl liegt unmittelbar vor der kleinsten Zahl?

Die Zahl 0.0

7. float-Werte mit Namen

Frage 7.1: Geben Sie die vollständige Liste aller Namen an, die man in das Datenfeld Gleitpunktzahl eingeben darf.

max, min, minn, infinity, nan, nann. Vor jedem dieser Namen ist auch ein Pluszeichen + oder ein Minuszeichen - erlaubt.

Frage 7.2: Aus wie vielen Ziffern besteht der Dezimalbruch, der der kleinsten `float`-Zahl (`min`) exakt entspricht?

Aus 150 Ziffern (1 Ziffer vor und 149 Ziffern nach dem Punkt).

Übung if:

Die verschiedenen Varianten der if-Anweisung werden im Buch im Abschnitt 4.2.2 behandelt.
In der vorliegenden Übung sollen alle Berechnungen mit *Ganzzahlen* (vom Typ `int`) durchgeführt werden (und nicht mit *Bruchzahlen*). Mit der Datei `UebIf.java`. können Sie Ihre Lösungen testen.

Angenommen, Sie haben die folgenden Vereinbarungen schon geschrieben:

```
1 int n1  = EM.liesInt();
2 int n2  = EM.liesInt();
3 int n3  = EM.liesInt();
4 int n4  = EM.liesInt();
5 int n5  = EM.liesInt();
6 int max = 17;
```

Befehlen Sie jetzt dem Ausführer mit `if`-Anweisungen, die folgenden Arbeiten zu erledigen:

1. Falls die Variable `n1` einen *negativen* Wert enthält, soll ihr der Wert 0 zugewiesen werden.

2. Falls die Variable `n1` einen *positiven* Wert enthält, soll ihr Wert *um 13 Prozent erhöht* werden (mit Ganzzahlrechnung, ohne Bruchzahlen!).

3. Falls die Variable `n1` einen *geraden* Wert enthält, soll ihr Wert *halbiert* werden. Sonst soll ihr Wert *verdoppelt* werden. Um festzustellen, ob `n1` gerade ist oder nicht, sollten Sie die Restoperation (Modulo-Operation) `%` verwenden.

4. Lösen Sie 3. noch einmal, aber diesmal ohne Restoperation `%` (nur mit den Operationen `+`, `-`, `*`, `/`). Was versteht man eigentlich unter dem *Rest* einer Ganzzahldivision?

5. Falls die Variable `n1` den Wert 0 enthält, soll sie *unverändert* bleiben.
Sonst soll ihr Wert *in Richtung 0* um 1 verändert werden
(z.B. soll der Wert `-5` durch `-4` ersetzt werden oder `+7` durch `+6`).

6. Falls die Variable `n1` den Wert 0 enthält, soll sie *unverändert* bleiben.
Sonst soll ihr Wert um 1 vermindert werden
(z.B. soll der Wert `-5` durch `-6` ersetzt werden oder `+7` durch `+6`).

7. Die grössere der zwei Zahlen `n1` und `n2` soll der Variablen `max` zugewiesen werden.

8. Die grösste der drei Zahlen `n1` bis `n3` soll der Variablen `max` zugewiesen werden. Versuchen Sie, eine *einfache* Lösung für diese Aufgabe zu finden, ehe Sie die folgende Aufgabe in Angriff nehmen.

9. Die grösste der fünf Zahlen `n1` bis `n5` soll der Variablen `max` zugewiesen werden.

10. Angenommen, die Variable `n1` enthält einen Rechnungsbetrag.
Falls dieser Betrag größer als 100 (aber nicht größer als 500) ist, soll er um `3` Prozent (Rabatt) vermindert werden.
Falls der Betrag größer als 500 (aber nicht größer als 1000) ist, soll er um `5` Prozent vermindert werden.
Falls der Betrag größer als 1000 ist, soll er um `6` Prozent vermindert werden.
Gestalten Sie Ihre Lösung möglichst so, dass der Kollege2 sie leicht um zusätzliche Rabattstufen erweitern kann (z.B. `8` Prozent für Beträge über 10.000,- DM etc.). Dieses Problem kann man mit einer einzigen (relativ komplizierten) `if`-Anweisung oder mit mehreren (relativ einfachen) `if`-Anweisungen lösen. Beide haben Vor- und Nachteile. Welche der beiden Lösungen finden Sie besser? Warum?

11. Führen Sie das Programm `If01` (siehe unten) mit Papier, Bleistift und Radiergummi aus und nehmen Sie dabei an, dass der Benutzer den Wert `-10` eingibt (siehe Zeile 8 des Programms). Erzeugen Sie insbesondere alle Variablen auf ihrem Papier. Was steht nach Ausführung des Programms auf dem Bildschirm?

Das Programm If01:

```
 1 // Datei If01.java
 2 /* ------------------------------------------------------------------------
 3 Verschiedene Varianten der if-Anweisung (if, if-else, if-else-if ...).
 4 ------------------------------------------------------------------------ */
 5 class If01 {
 6    static public void main(String[] s) {
 7       p("A If01: Eine Ganzzahl n? ");
 8       int n = EM.liesInt();
 9
10       // if-Anweisunge mit und ohne geschweifte Klammern:
11       if (n > 0)  pln("B n ist positiv!");
12       if (n < 0) {pln("C n ist negativ!");}
13
14       // if-Anweisung mit mehreren Anweisungen darin:
15       if ((-9 <= n) && (n <= +9)) {
16          n = 2 * n;
17          pln("D n war einstellig und wurde");
18          pln("E verdoppelt zu "  + n);
19       }
20
21       // if-else-Anweisung:
22       if (n % 2 == 0) {
23          pln("F n ist eine gerade Zahl!");
24       } else {
25          pln("G n ist eine ungerade Zahl!");
26       }
27
28       // if-else-if-else-Anweisung:
29       if        (n % 3 == 0) {
30          pln("H n ist durch 3 teilbar!");
31       } else if (n % 4 == 0) {
32          pln("I n ist durch 4 teilbar!");
33       } else if (n % 5 == 0) {
34          pln("J n ist durch 5 teilbar!");
35       } else {
36          pln("K n ist nicht durch 3, 4 oder 5 teilbar!");
37       }
38
39       // Manchmal geht es besser ohne if-Anweisungen:
40       boolean nIstEinstellig  = ( -9 <= n) && (n <=  +9);
41       boolean nIstZweistellig = (-99 <= n) && (n <= +99) && !nIstEinstellig;
42       pln("L Ist n einstellig?  " + nIstEinstellig);
43       pln("M Ist n zweistellig? " + nIstZweistellig);
44
45       pln("N If01: Das war's erstmal!");
46    } // main
47 } // class If01
```

Lösung if:

```
1    // ---------- Teilaufgabe 1. ----------------------------------------
2    if (n1 < 0) n1 = 0;
3    // ---------- Teilaufgabe 2. ----------------------------------------
4    Wenn man Prozentrechnungen mit Ganzzahlen (z.B. int-Werten) durchführt,
5    sollte man die Reihenfolge der Operationen so wählen, dass die Rundungs-
6    fehler möglichst klein bleiben. Um z.B. 113 % von n2 zu berechnen ist
7    n2 * 113 / 100 besser als n2 / 100 * 113 oder n2 + n2/100*13 etc.
8
9    if (n2 > 0) {
10      n2 = n2 * 113 / 100;
11      pln("Der Wert von n2 ist jetzt gleich " + n2);
12   }
13   // ---------- Teilaufgabe 3. ----------------------------------------
14   if (n3 % 2 == 0) {
15      n3 = n3 / 2; // oder abgekuerzt: n3 /= 3;
16   } else {
17      n3 = n3 * 2; // oder abgekuerzt: n3 *= 2;
18   }
19   // ---------- Teilaufgabe 4. ----------------------------------------
20   8 / 3 ist gleich 2. 2 * 3 ist gleich 6. Die Differenz zwischen 6 und
21   der Ausgangszahl 8 ist der Rest (der Division von 8 durch 3).
22   Allgemein: dend % dor ist gleich dend - dend/dor*dor.
23
24   if (n3 - (n3 / 2) * 2 == 0) {
25      n3 = n3 / 2; // oder abgekuerzt: n3 /= 2;
26   } else {
27      n3 = n3 * 2; // oder abgekuerzt: n3 *= 2;
28   }
29   // ---------- Teilaufgabe 5. ----------------------------------------
30   if (n1 <= n2) {
31      pln("n1: " + n1);
32      pln("n2: " + n2);
33   } else {
34      pln("n2: " + n2);
35      pln("n1: " + n1);
36   }
37   // ---------- Teilaufgabe 6. ----------------------------------------
38   Obwohl der Aufgabentext mit "Wenn n1 gleich 0 ist ..." beginnt, sollte
39   die Lösung nicht mit if (n1 == 0) ... beginnen, denn unter dieser
40   Bedingung soll ja nichts gemacht werden.
41
42   Lösung 1:
43
44   if (n1 < 0) {
45      n1 = n1 + 1;
46   } else if n1 > 0 {
47      n1 = n1 - 1;
48   }
49
50   Lösung 2 (leichter lesbar?):
51
52   if (n1 < 0) n1 = n1 + 1;
53   if (n1 > 0) n1 = n1 - 1;
54   // ---------- Teilaufgabe 7. ----------------------------------------
55   Als Vorbereitung auf die nächsten beiden Aufgaben ist hier folgende
56   Lösung empfehlenswert: Man nimmt erstmal an, n1 sei die größere der
57   beiden Zahlen und tut sie in den Behälter max. Dann prüft man, ob
58   die Annahme richtig war und korrigiert den Inhalt von max eventuell
59   (mit einer simplen if-Anweisung ohne else):
60
61   max = n1;
62   if (n2 > n1) max = n2;
63   // ---------- Teilaufgabe 8. ----------------------------------------
64   Analogie: Fußballmeisterschaft der Mannschaften n1, n2, n3 nach dem
65   k.o-Verfahren (Ausscheiden nach der ersten Niederlage). Die Variable
66   max ist "das Siegerpodest". Es enthält anfangs eine willkürlich ge-
67   wählte Mannschaft, dann immer den "vorläufigen Sieger" und am Ende
68   den "endgültigen Sieger". max verliert gegen n wenn max < n.
```

```
 69
 70    max = n1;
 71    if (max < n2) max = n2;
 72    if (max < n3) max = n3;
 73    // ---------- Teilaufgabe 9. ----------------------------------------
 74    max = n1;
 75    if (max < n2) max = n2;
 76    if (max < n3) max = n3;
 77    if (max < n4) max = n4;
 78    if (max < n5) max = n5;
 79    // ---------- Teilaufgabe 10., Lösung A -------------------------
 80    Geschachtelte if-Anweisungen mit einfachen Bedingungen:
 81
 82    if         (betrag > 1000) {
 83       betrag = betrag * 94 / 100; // 6 Prozent Rabatt
 84    } else if  (betrag >  500) {
 85       betrag = betrag * 95 / 100; // 5 Prozent Rabatt
 86    } else if  (betrag >  100) {
 87       betrag = betrag * 97 / 100; // 3 Prozent Rabatt
 88    }
 89    // ---------- Teilaufgabe 10., Lösung B -------------------------
 90    Einfache if-Anweisungen mit komplizierteren Bedingungen:
 91
 92    if ( 100 < betrag && betrag <=  500) betrag = betrag * 97 / 100;
 93    if ( 500 < betrag && betrag <= 1000) betrag = betrag * 95 / 100;
 94    if (1000 < betrag                  ) betrag = betrag * 94 / 100;
 95    // ---------- Teilaufgabe 11. -------------------------------------
 96    /* Ausgabe des Programms If01 fuer die Eingabe -10:
 97    If01: Eine Ganzzahl n? -10
 98    n ist negativ!
 99    n ist eine gerade Zahl!
100    n ist durch 5 teilbar!
101    Ist n einstellig?  false
102    Ist n zweistellig? true
103    If01: Das war's erstmal!
104    ------------------------------------------------------------------ */
```

Übung Ausführen 1:

Wie man Programme mit Papier und Bleistift ausführen kann, wird im Kapitel 3 des Buches erläutert.

1. Führen Sie das Programm `If01` (siehe vorige Übung) mit Papier, Bleistift und Radiergummi aus und nehmen Sie dabei an, dass der Benutzer den Wert *6* eingibt (siehe Zeile 8 des Programms). Erzeugen Sie insbesondere alle Variablen auf ihrem Papier. Was steht nach Ausführung des Programms auf dem Bildschirm?

2. Wie die vorige Übung, aber mit Eingabe -9.

3. Wie die vorige Übung, aber mit Eingabe 10.

4. Sie (in der Rolle des *Benutzers*) möchten, dass das Programm `If01` unter anderem die Meldung
`Ist n einstellig? true`
ausgibt (siehe Zeile 40 und 42 des Programms). Welche Zahlen dürfen Sie dann (für den Lesebefehl in Zeile 8) eingeben? Berücksichtigen Sie dabei auch den Befehl in Zeile 16!

5. Beantworten Sie die folgenden Fragen mit je einem kurzen bzw. mittellangen Satz:

5.1. Was ist eine *Variable*?
5.2. Was ist ein *Typ*?
5.3. Was ist ein *Modul*?

6. Geben Sie von jedem der folgenden Befehle an, zu welcher Art von Befehlen er gehört (*Anweisung*, *Ausdruck* oder *Vereinbarung*, siehe dazu den Abschnitt 1.5 im Buch) und übersetzen Sie den Befehl ins Deutsche (oder ins Englische, wenn Sie wollen):

```
1  int mirko = 3;
2  String sascha = " Pickelheringe";
3  mirko + sascha
4  mirko + 14
5  sascha = mirko + sascha;
6  mirko  = mirko + sascha.length();
7  if (mirko > 16) mirko = mirko - 1;
```

7. Führen Sie die folgende Befehlsfolge (mit Papier und Bleistift) aus. Welche Werte werden der Variablen `n` "im Laufe der Zeit" nacheinander zugewiesen? Welche Zahl wird zum Schluss als Ergebnis ausgegeben?

```
 8  int zaehler = 0;
 9  int n       = 13;
10  while (n != 1) {
11     if (n % 2 == 0) {
12        n = n / 2;
13     } else {
14        n = 3 * n + 1;
15     }
16     zaehler = zaehler + 1;
17  }
18  pl("Ergebnis: " + zaehler);
```

Lösung Ausführen 1:

1. Die Ausgabe des Programms `If01` für die Eingaben 6:

```
1  If01: Eine Ganzzahl n? 6
2  n ist positiv!
3  n war einstellig und wurde
4  verdoppelt zu 12
5  n ist eine gerade Zahl!
6  n ist durch 3 teilbar!
7  Ist n einstellig?  false
8  Ist n zweistellig? true
9  If01: Das war's erstmal!
```

2. Die Ausgabe des Programms `If01` für die Eingaben -9:

```
10  If01: Eine Ganzzahl n? -9
11  n ist negativ!
12  n war einstellig und wurde
13  verdoppelt zu -18
14  n ist eine gerade Zahl!
15  n ist durch 3 teilbar!
16  Ist n einstellig?  false
17  Ist n zweistellig? true
18  If01: Das war's erstmal!
```

3. Die Ausgabe des Programms `If01` für die Eingaben 10:

```
19  If01: Eine Ganzzahl n? 10
20  n ist positiv!
21  n ist eine gerade Zahl!
22  n ist durch 5 teilbar!
23  Ist n einstellig?  false
24  Ist n zweistellig? true
25  If01: Das war's erstmal!
```

4. Genau dann wenn der Benutzer eine Zahl zwischen `-4` und `4` (einschliesslich) eingibt, gibt das Programm `If01` (unter anderem) die Meldung `Ist n einstellig?  true` aus.

5. Antworten auf Fragen:
5.1. Eine *Variable* ist ein *Behälter* für *Werte* (ein Wertebehälter).
5.2. Ein *Typ* ist ein *Bauplan* für *Variablen* (für Wertebehälter).
5.3. Ein *Modul* ist ein *Behälter* für Variablen, Unterprogramme, Typen und andere Dinge, der aus einem *sichtbaren* und einem *unsichtbaren* Teil besteht.

6. Befehle klassifizieren und übersetzen:
6.1. *Vereinbarung*: Erzeuge eine Variable namens `mirko` vom Typ `int` mit dem Anfangswert `3`.
6.2. *Vereinbarung*: Erzeuge eine Variable namens `sascha` vom Typ `String` und gib ihr den Anfangswert (eigentlich: Anfangs-Zielwert) `"Pickelheringe"`.
6.3. *Ausdruck*: Berechne den Wert des Ausdrucks `mirko + sascha`.
6.4. *Ausdruck*: Berechne den Wert des Ausdrucks `mirko + 14`.
6.5. *Anweisung*: Berechne den Wert des Ausdrucks `mirko + sascha` und tue ihn in den Wertebehälter `mirko` (oder: weise ihn der Variablen `mirko` zu).
6.5. *Anweisung*: Berechne den Wert des Ausdrucks `mirko + sascha.length()` und weise ihn der Variablen `sascha` zu.
6.5. *Anweisung*: Berechne den Wert des Ausdrucks `mirko > 16`. Wenn dieser Wert gleich `true` ist, dann berechne den Wert des Ausdrucks `mirko - 1` und weise ihn der Variablen `mirko` zu.

7. Der Variablen `n` werden nacheinander die folgenden Werte zugewiesen:
`13, 40, 20, 10, 5, 16, 8, 4, 2, 1.`
In der Variablen `zaehler` steht nach Ausführung aller Befehle der Wert `9`.

Übung Schleifen (ausführen) 1:

Einfache Schleifen werden in in den Abschnitten 4.2.4 bis 4.2.7 des Buches behandelt, wie man Programme mit Papier und Bleistift ausführt im Kapitel 3.

Führen Sie die folgenden Befehlsfolgen mit Papier, Bleistift und Radiergummi aus und geben Sie genau an, welche Zeichen und Zeilen zur *Standardausgabe* (d.h. zum Bildschirm) ausgegeben werden. Beachten Sie dabei den Unterschied zwischen den Ausgabebefehlen `p` (der Bildschirmzeiger bleibt unmittelbar hinter den ausgegeben Zeichen stehen) und `pln` (der Bildschirmzeiger rückt zum Anfang der nächsten Zeile vor). Mit `final int ...` wird eine *unveränderbare Variable* („Konstante“) vom Typ `int` vereinbart. Hat der Ausführer eine Schleife wie `for (int i=1; ...) {...}` fertig ausgeführt, so *zerstört* er die Schleifen-Variable `i` .

1. Die anna-Schleife:

```
 1  int anna = 7;
 2  while (anna > 0) {
 3    p(anna + " ");
 4    anna /= 2;
 5  }
 6  pln();
```

2. Die berta-Schleife:

```
 7  int berta = 7;
 8  do {
 9     berta /= 2;
10     p(" -> " + berta);
11  } while (berta > 0);
12  pln();
```

3. Die celia-Schleife:

```
13  for (int celia = -3; celia < 5; celia += 2) {
14     p(2 * celia + 4 + " ");
15  }
16  pln();
```

4. Die dora-Schleife:

```
17  for (int dora = 3; 2*dora > -3; dora--) {
18     p(dora + " ");
19  }
20  pln();
```

5. Die MAX1-Schleife:

```
21  final int MAX1 = 3;
22  for (int i1 = 1; i1 <= MAX1; i1++) {
23     for (int i2 = 1; i2 <= 2*MAX1; i2++) {
24        p("*");
25     }
26     pln();
27  }
```

6. Die MAX2-Schleife:

```
28  final int MAX2 = 5;
29  for (int i1 = 1; i1 <= MAX2; i1++) {
30     for (int i2 = 1; i2 <= i1; i2++) {
31        p("++");
32     }
33     pln();
34  }
```

Lösung Schleifen (ausführen) 1:

1. Die anna-Schleife

anna: ~~7~~ ~~3~~ ~~1~~ 0

Bildschirm:
```
7 3 1
```

2. Die berta-Schleife

berta: ~~7~~ ~~3~~ ~~1~~ 0

Bildschirm:
```
 -> 3 -> 1 -> 0
```

3. Die celia-Schleife

celia: ~~-3~~ ~~-1~~ ~~1~~ ~~3~~ 5

Bildschirm:
```
-2 2 6 10
```

4. Die dora-Schleife

dora: ~~3~~ ~~2~~ ~~1~~ ~~0~~ ~~-1~~ -2

Bildschirm:
```
3 2 1 0 -1
```

5. Die MAX1-Schleife

MAX1: 3

i1: ~~1~~ ~~2~~ ~~3~~ 4

i2: ~~1~~ ~~2~~ ~~3~~ ~~4~~ ~~5~~ ~~6~~ 7

i2: ~~1~~ ~~2~~ ~~3~~ ~~4~~ ~~5~~ ~~6~~ 7

i2: ~~1~~ ~~2~~ ~~3~~ ~~4~~ ~~5~~ ~~6~~ 7

Bildschirm:
```
******
******
******
```

6. Die MAX2-Schleife

MAX2: 5

i1: ~~1~~ ~~2~~ ~~3~~ ~~4~~ ~~5~~ 6

i2: ~~1~~ ~~2~~

i2: ~~1~~ ~~2~~ ~~3~~

i2: ~~1~~ ~~2~~ ~~3~~ ~~4~~

i2: ~~1~~ ~~2~~ ~~3~~ ~~4~~ ~~5~~

i2: ~~1~~ ~~2~~ ~~3~~ ~~4~~ ~~5~~ 6

Bildschirm:
```
++
++++
++++++
++++++++
++++++++++
```

Übung Schleifen (programmieren) 2:

Einfache Schleifen werden in in den Abschnitten 4.2.4 bis 4.2.7 des Buches behandelt.
Einige der folgenden Übungsaufgaben *hängen zusammen*, d.h. die Lösung der *einen* kann zu einer Lösung der *anderen* „ausgebaut" werden. Bei Zahlenfolgen (z.B. -5 -2 1 4 7 etc.) ist häufig die *Differenzenfolge* (3, 3, 3, 3 etc.) hilfreich. Achtung: Alle Ausgaben sollen mit der Methode `p` erfolgen!
Mit der Datei `UebSchleifen.java`. können Sie Ihre Lösungen testen.

1. Programmieren Sie eine Schleife, die die Ganzzahlen von 1 bis 10 (alle auf einer Zeile, mit je einem Blank nach jeder Zahl) zum Bildschirm ausgibt (mit der Methode `p`), etwa so:

```
> 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10
```

2. Programmieren Sie eine Schleife, die alle durch 3 teilbaren Ganzzahlen zwischen 10 und 40 ausgibt (mit der Methode `p`), etwa so:

```
> 12 15 18 21 24 27 30 33 36 39
```

Ist Ihre Lösung *effizient* oder haben Sie dem Ausführer viele *unnötige Befehle* gegeben?

Programmieren Sie vier Schleifen, die die folgenden Zahlenfolgen zur Standardausgabe ausgeben:

```
3.    > -5 -2 1 4 7 10 13 16 19
4.    > 1 2 4 8 16 32 64 128 256 512 1024 2048 4096 (siehe Anmerkung nach 6.)
5.    > 3 4 6 10 18 34 66 130 258 514 1026 2050 4098
6.    > 1 2 4 7 11 16 22 29 37 46 56 67 79 92
```

Anmerkung zu 4.: In Java gibt es keinen Potenz-Operator und keine Potenz-Funktion für Ganzzahlen.

Für die folgenden Aufgaben nehmen Sie bitte an, dass eine Ganzzahl-Variable namens `norbert` vereinbart und mit einer Zahl *größer oder gleich 2* initialisiert wurde, etwa so:

```
int norbert = Math.max(2, EM.liesInt());
```

7. Befehlen Sie dem Ausführer, den *größten* Teiler von `norbert` (der kleiner als `norbert` ist) auszugeben. Falls `norbert` eine Primzahl ist, soll 1 ausgegeben werden.

8. Befehlen Sie dem Ausführer, den *kleinsten* Teiler von `norbert` (der größer als 1 ist) auszugeben. Falls `norbert` eine Primzahl ist, soll `norbert` selbst ausgegeben werden.

9. Befehlen Sie dem Ausführer, die Meldung `true` bzw. `false` auszugeben (mit der Methode `p`), je nachdem, ob die Variable `norbert` eine Primzahl enthält oder nicht.

Für die folgenden Aufgaben nehmen Sie bitte an, dass eine Stringvariable namens `sara` vereinbart wurde, etwa so:

```
String sara = EM.liesString();
```

Die wichtigsten `String`-Befehle (z.B. `sara.length()`, `sara.charAt(i)` etc.) werden im Abschnitt 10.1 Die Klasse String des Buches erläutert.

10. Befehlen Sie dem Ausführer zu zählen, wie oft das Zeichen `'x'` in `sara` vorkommt. Wenn er damit fertig ist, soll er die Anzahl der `'x'` ausgeben (natürlich mit der Methode `p`).

11. Befehlen Sie dem Ausführer die *Dezimalziffern* (`'0'`, `'1'`, ... `'9'`) in `sara` zu zählen und ihre Anzahl auszugeben. Zur Erinnerung: `char` ist ein Ganzzahltyp (ähnlich wie `int` und `long` etc.).

12. Befehlen Sie dem Ausführer die *Buchstaben* in `sara` zu zählen und diese Anzahl auszugeben. Als Buchstaben sollen alle Zeichen von `'a'` bis `'z'` und von `'A'` bis `'Z'` gelten.

13. Befehlen Sie dem Ausführer, die Anzahl der *führenden Nullen* in `sara` zu zählen und ihre Anzahl auszugeben (wie immer mit der Methode `p`).

14. Befehlen Sie dem Ausführer zu zählen, wie oft in `sara` ein Zeichen `'A'` unmittelbar vor einem Zeichen `'B'` steht. Auch diese Anzahl soll der Ausführer ausgeben (Nein, nicht mit `pln`!).

Lösung Schleifen (programmieren) 2:

1. Auszugeben ist die Folge `1 2 3 4 5 6 7 8 9 10`

```
1       for (int i = 1; i <= 10; i++) p(i + " ");
```

2. Auszugeben sind alle Zahlen zwischen 10 und 40, die durch 3 teilbar sind, d.h. die Folge
`12 15 18 21 24 27 30 33 36 39`

Folgt man dem Wortlaut der Aufgabe, erhält man eine *komplizierte und ineffiziente* Lösung, etwa:

```
2       for (int i = 10; i <= 40; i++) {
3          if (i%3==0) p(i + " ");
4       }
```

Der Rumpf dieser Schleife wird 31 Mal ausgeführt, aber nur bei 10 Ausführungen passiert etwas Nützliches. Die folgende Lösung ist schwerer zu finden, dann aber *leichter zu lesen und leichter auszuführen*:

```
5       for (int i = 12; i <= 39; i += 3) p(i + " ");
```

Auch wenn ein Kunde einem ein Problem auf komplizierte Weise erklärt ("alle durch 3 teilbaren Zahlen zwischen 10 und 40"), sollte man nach einer einfachen Lösung dafür suchen.

3. Auszugeben ist die Folge `-5 -2 1 4 7 10 13 16 19`

```
6       for (int k = -5; k <= 19; k += 3) p(k + " ");
```

4. Auszugeben ist die Folge `1 2 4 8 16 32 64 128 256 512 1024 2048 4096`

```
7       for (int i = 1; i <= 4096; i *= 2) p(i + " ");
```

5. Auszugeben ist die Folge `3 4 6 10 18 34 66 130 258 514 1026 2050 4098`

Jedes Elemente dieser Folge ist um 2 größer als das entsprechende Element der vorigen Folge (siehe Teilübung 4.). Man kann die vorige Lösung also abschreiben und muss nur `p(i + " ")` durch `p((i+2) + " ")` ersetzen:

```
8       for (int i = 1; i <= 4096; i *= 2) p((i+2) + " ");
```

6. Auszugeben ist die Folge `1 2 4 7 11 16 22 29 37 46 56 67 79 92`

Die Differenzenfolge: `1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12 13`
ist eine Verlängerung der Folge aus 1. Also können wir die Lösung zu 1. hier wiederverwenden:

```
9       int zahl = 1;
10      for (int i = 1; i <= 14; i++) {
11         p(zahl + " ");
12         zahl += i;
13      }
```

Alternative Lösung (mit Dank an Herrn Gauss und Frau Mehrnaz Goldeh):

```
14      for (int n=0; n < 14; n++) {
15         p((n*(n+1)/2 + 1) + " ");
16      }
```

7. Der grösste Teiler von `norbert`: Er kann nicht größer als `n/2` sein. Am besten sucht man "von oben nach unten", damit man den größten Teiler zuerst findet:

```
17      int kandidat = norbert / 2;
18      while (norbert % kandidat != 0) kandidat--;
19      p(kandidat);
```

8. Der kleinste Teiler von `norbert`: Am besten sucht man "von unten nach oben", damit man den *kleinsten* Teiler zuerst findet

```
20       int kandidat = 2;
21       while (norbert % kandidat != 0) kandidat++;
22       p(kandidat);
```

9. Enthält `norbert` eine Primzahl oder nicht?

```
23       boolean meldung = true;
24       for (int kandidat = 2; kandidat <= norbert/2; kandidat++) {
25          if (norbert % kandidat == 0) {
26             meldung = false;
27             break;
28          }
29       }
30       p(meldung);
```

Schnellere Lösungen für dieses Problem werden auch heute noch im Rahmen von Forschungsprojekten und Doktorarbeiten entwickelt.

10. Wie oft kommt `'x'` in `sara` vor? Eine Methode wie `sara.length()` aufzurufen ist relativ teuer. Wiederholte Aufrufe kann man vermeiden, etwa so:

```
31       int anzahl_x = 0;
32       for (int i=sara.length()-1; i >= 0; i--) {
33          if (sara.charAt(i) == 'x') anzahl_x++;
34       }
35       p(anzahl_x);
```

oder so:

```
36       for (int max=sara.length(), i=0; i<max; i++) {
37          if (sara.charAt(i) == 'x') anzahl_x++;
38       }
39       p(anzahl_x);
```

11. Wie viele Dezimalziffern kommen in `sara` vor?

```
40       int anzahlZiffern = 0;
41       for (int i=sara.length()-1; i >= 0; i--) {
42          char c = sara.charAt(i);
43          if ('0' <= c && c <= '9') anzahlZiffern++;
44       }
45       p(anzahlZiffern);
```

12. Wie viele Buchstaben kommen in `sara` vor?

```
46       int anzahlBuchstaben = 0;
47       for (int i=sara.length()-1; i >= 0; i--) {
48          char c = sara.charAt(i);
49          if (('a' <= c && c <= 'z') ||
50              ('A' <= c && c <= 'Z')) anzahlBuchstaben++;
51       }
52       p(anzahlBuchstaben);
```

13. Wie viele führende Nullen kommen in `sara` vor?

```
53       int anzahlFuehrendeNullen = 0;
54       for (int i=0; i<sara.length(); i++) {
55          if (sara.charAt(i)=='0') {
56             anzahlFuehrendeNullen++;
57          } else {
58             break;
59          }
60       }
61       p(anzahlFuehrendeNullen);
```

14. Wie oft kommt `'A'` unmittelbar vor `'B'` in `sara`?

```
62       int anzahlAvorB = 0;
63       int i           = 0;
64       int laenge      = sara.length();
65       while (true) {
66          if (i >= laenge -1) break;
67          if (sara.charAt(i) == 'A' && sara.charAt(i+1) == 'B') {
68             anzahlAvorB++;
69             i += 2;
70          } else {
71             i += 1;
72          }
73       }
74       p(anzahlAvorB);
```

Übung Schleifen (programmieren) 3:

Die folgenden Übungsaufgaben sollen mit geschachtelten `for`-Schleifen und den Anweisungen `break` und `continue` (auch mit Marken, siehe dazu im Buch "Java ist eine Sprache" im Abschnitt 4.2.8 Beispiel-03 bis Beispiel-05). gelöst werden. Wo möglich sollen for-each-Schleifen (statt for-i-Schleifen) verwendet werden. Wenn es nicht möglich ist, for-each-Schleifen zu verwenden, sollen Sie kurz begründen, warum.

Nicht verwendet werden sollen zur Lösung dieser Übungsaufgaben Sammlungen (z.B. des Typs ArrayList) und Methoden aus den Klassen Arrays und Array. Die Methoden sollen ihre Reihungsparameter grundsätzlich nicht verändern ("nur lesen") und auch keine Kopien davon erzeugen ("zu aufwendig").

Mit den JUnit-Tesprogrammen AnzahlVerschiedeneJut, DurchschnittJut, EnthaeltJut, EnthaeltGleiche.Jut, VereinigungJut können Sie Ihre Lösungen dieser Übungaufgaben testen.

Schreiben Sie Methoden, die den folgenden Spezifikationen entsprechen:

```
 1    static public boolean enthaeltGleiche(int[] ir) {
 2       // Liefert true genau dann wenn mindestens zwei Komponenten
 3       // von ir gleich sind. Beispiele:
 4       // int[] ir01 = {1, 2, 1, 3};
 5       // int[] ir02 = {1, 2, 2, 1, 3, 3, 3};
 6       // int[] ir03 = {1, 2, 3, 4};
 7       // int[] ir04 = {5};
 8       // int[] ir05 = {};
 9       //
10       // enthaeltGleiche(ir01) ist gleich true
11       // enthaeltGleiche(ir02) ist gleich true
12       // enthaeltGleiche(ir03) ist gleich false
13       // enthaeltGleiche(ir04) ist gleich false
14       // enthaeltGleiche(ir05) ist gleich false
15       ...
16    } // enthaeltGleiche
17    // ---------------------------------------------------------------------
18    static public int anzahlVerschiedene(int[] ir) {
19       // Liefert die Anzahl der verschiedenen Komponenten von ir. Beispiele:
20       // int[] ir01 = {10, 20, 30, 40, 50};
21       // int[] ir02 = {10, 20, 20, 10, 50};
22       // int[] ir03 = {10, 10, 10};
23       // int[] ir04 = {10};
24       // int[] ir05 = {};
25       //
26       // anzahlVerschiedene(ir01) ist gleich 5
27       // anzahlVerschiedene(ir02) ist gleich 3
28       // anzahlVerschiedene(ir03) ist gleich 1
29       // anzahlVerschiedene(ir04) ist gleich 1
30       // anzahlVerschiedene(ir05) ist gleich 0
31       ...
32    } // anzahlVerschiedene
33    // ---------------------------------------------------------------------
34    static public boolean enthaelt(int[] irA, int[] irB) {
35       // Liefert true genau dann wenn irB in irA enthalten ist
36       // (d.h. wenn jeder int-Wert, der (mind. einmal) in irB vorkommt
37       // auch (mind. einmal) in irA vorkommt). Beispiele:
38       // int[] ir01 = {10, 20, 30, 40, 50};
39       // int[] ir02 = {50, 10, 50, 10, 50};
40       // int[] ir03 = {30, 20, 10};
41       // int[] ir04 = {10, 60, 10};
42       // int[] ir05 = {40};
43       // int[] ir06 = {60};
44       // int[] ir07 = {};
45       //
46       // enthaelt(ir01, ir02) ist gleich true
47       // enthaelt(ir01, ir03) ist gleich true
48       // enthaelt(ir01, ir04) ist gleich false
49       // enthaelt(ir01, ir05) ist gleich true
50       // enthaelt(ir01, ir06) ist gleich false
51       // enthaelt(ir01, ir07) ist gleich true
52       // enthaelt(ir02, ir01) ist gleich false
```

```
53       // enthaelt(ir06, ir07) ist gleich true
54       // enthaelt(ir07, ir07) ist gleich true
55       ...
56    } // enthaelt
57    // ---------------------------------------------------------------------
58    static public int[] durchschnitt(int[] irA, int[] irB) {
59       // Verlaesst sich darauf, dass irA und irB Mengen repraesentieren
60       // (d.h. keine Doppelgaenger enthalten). Liefert den Durchschnitt
61       // von irA und irB. Beispiele:
62       // int[] ir01 = {10, 20, 30, 40};
63       // int[] ir02 = {20, 30, 40, 50};
64       // int[] ir03 = {30, 60, 70};
65       // int[] ir04 = {10};
66       // int[] ir05 = {};
67       //
68       // int[] er02 = {20, 30, 40};
69       // int[] er03 = {30};
70       // int[] er04 = {10};
71       // int[] er05 = {};
72       //
73       // durchschnitt(ir01, ir02) ist gleich er02
74       // durchschnitt(ir01, ir03) ist gleich er03
75       // durchschnitt(ir01, ir04) ist gleich er04
76       // durchschnitt(ir01, ir05) ist gleich er05
77       ...
78    } // durchschnitt
79    // ---------------------------------------------------------------------
80    static public int[] vereinigung(int[] irA, int[] irB) {
81       // Verlaesst sich darauf, dass irA und irB Mengen repraesentieren
82       // (d.h. keine Doppelgaenger enthalten). Liefert die Vereinigung
83       // von irA und irB. Beispiele:
84       // int[] ir01 = {10, 20, 30, 40};
85       // int[] ir02 = {20, 30, 40, 50};
86       // int[] ir03 = {30, 60, 70};
87       // int[] ir04 = {10};
88       // int[] ir05 = {50};
89       //
90       // int[] er02 = {10, 20, 30, 40, 50};
91       // int[] er03 = {10, 20, 30, 40, 60, 70};
92       // int[] er04 = {10, 20, 30, 40};
93       // int[] er05 = {10, 20, 30, 40, 50};
94       //
95       // vereinigung(ir01, ir02) ist gleich er02
96       // vereinigung(ir01, ir03) ist gleich er03
97       // vereinigung(ir01, ir04) ist gleich er04
98       // vereinigung(ir01, ir05) ist gleich er05
99       ...
100      return irE;
101   } // vereinigung
```

Lösung Schleifen (programmieren) 3:

```
  1    static public boolean enthaeltGleiche(int[] ir) {
  2       // Liefert true genau dann wenn mindestens zwei Komponenten
  3       // von ir gleich sind. Beispiele:
  4       // int[] ir01 = {1, 2, 1, 3};
  5       // int[] ir02 = {1, 2, 2, 1, 3, 3, 3};
  6       // int[] ir03 = {1, 2, 3, 4};
  7       // int[] ir04 = {5};
  8       // int[] ir05 = {};
  9       //
 10       // enthaeltGleiche(ir01) ist gleich true
 11       // enthaeltGleiche(ir02) ist gleich true
 12       // enthaeltGleiche(ir03) ist gleich false
 13       // enthaeltGleiche(ir04) ist gleich false
 14       // enthaeltGleiche(ir05) ist gleich false
 15
 16       for (int i=0; i<ir.length-1; i++) {
 17          for (int j=i+1; j<ir.length; j++) {
 18             if (ir[i]==ir[j]) return true;
 19          }
 20       }
 21       return false;
 22    } // enthaeltGleiche
 23    // ---------------------------------------------------------------------
 24    static public int anzahlVerschiedene(int[] ir) {
 25       // Liefert die Anzahl der verschiedenen Komponenten von ir. Beispiele:
 26       // int[] ir01 = {10, 20, 30, 40, 50};
 27       // int[] ir02 = {10, 20, 20, 10, 50};
 28       // int[] ir03 = {10, 10, 10};
 29       // int[] ir04 = {10};
 30       // int[] ir05 = {};
 31       //
 32       // anzahlVerschiedene(ir01) ist gleich 5
 33       // anzahlVerschiedene(ir02) ist gleich 3
 34       // anzahlVerschiedene(ir03) ist gleich 1
 35       // anzahlVerschiedene(ir04) ist gleich 1
 36       // anzahlVerschiedene(ir05) ist gleich 0
 37
 38       int erg = 0;
 39
 40       S1: for (int i=0; i<ir.length; i++) {
 41          S2: for(int j=i+1; j<ir.length; j++) {
 42             if (ir[i]==ir[j]) continue S1;
 43          }
 44          erg++;
 45       }
 46       return erg;
 47    } // anzahlVerschiedene
 48    // ---------------------------------------------------------------------
 49    static public int anzahlVerschiedeneB(int[] ir) {
 50       // Liefert die Anzahl der verschiedenen Komponenten von ir.
 51
 52       int erg = ir.length;
 53
 54       for (int i=0; i<ir.length; i++) {
 55          for(int j=i+1; j<ir.length; j++) {
 56             if (ir[i]==ir[j]) {
 57                erg--;
 58                break;
 59             }
 60          }
 61       }
 62       return erg;
 63    } // anzahlVerschiedeneB
 64    // ---------------------------------------------------------------------
 65
```

```
 66    static public boolean enthaelt(int[] irA, int[] irB) {
 67       // Liefert true genau dann wenn irB in irA enthalten ist
 68       // (d.h. wenn jeder int-Wert, der (mind. einmal) in irB vorkommt
 69       // auch (mind. einmal) in irA vorkommt). Beispiele:
 70       // int[] ir01 = {10, 20, 30, 40, 50};
 71       // int[] ir02 = {50, 10, 50, 10, 50};
 72       // int[] ir03 = {30, 20, 10};
 73       // int[] ir04 = {10, 60, 10};
 74       // int[] ir05 = {40};
 75       // int[] ir06 = {60};
 76       // int[] ir07 = {};
 77       //
 78       // enthaelt(ir01, ir02) ist gleich true
 79       // enthaelt(ir01, ir03) ist gleich true
 80       // enthaelt(ir01, ir04) ist gleich false
 81       // enthaelt(ir01, ir05) ist gleich true
 82       // enthaelt(ir01, ir06) ist gleich false
 83       // enthaelt(ir01, ir07) ist gleich true
 84       // enthaelt(ir02, ir01) ist gleich false
 85       // enthaelt(ir06, ir07) ist gleich true
 86       // enthaelt(ir07, ir07) ist gleich true
 87
 88       S1: for (int nB : irB) {
 89          S2: for (int nA : irA) {
 90             if (nB==nA) continue S1;
 91          }
 92          return false;
 93       }
 94       return true;
 95    } // enthaelt
 96    // ---------------------------------------------------------------------
 97    static public int[] durchschnitt(int[] irA, int[] irB) {
 98       // Verlaesst sich darauf, dass irA und irB Mengen repraesentieren
 99       // (d.h. keine Doppelgaenger enthalten). Liefert den Durchschnitt
100       // von irA und irB. Beispiele:
101       // int[] ir01 = {10, 20, 30, 40};
102       // int[] ir02 = {20, 30, 40, 50};
103       // int[] ir03 = {30, 60, 70};
104       // int[] ir04 = {10};
105       // int[] ir05 = {};
106       //
107       // int[] er02 = {20, 30, 40};
108       // int[] er03 = {30};
109       // int[] er04 = {10};
110       // int[] er05 = {};
111       //
112       // durchschnitt(ir01, ir02) ist gleich er02
113       // durchschnitt(ir01, ir03) ist gleich er03
114       // durchschnitt(ir01, ir04) ist gleich er04
115       // durchschnitt(ir01, ir05) ist gleich er05
116
117       // Die Laenge der Ergebnis-Reihung berechnen:
118       int ergLen = 0;
119       S1: for (int nA : irA) {
120          S2: for (int nB : irB) {
121             if (nA==nB) {
122                ergLen++;
123                continue S1;
124             }
125          }
126       }
127       // Die Ergebnis-Reihung berechnen:
128       int[] irE = new int[ergLen]; // Die Ergebnis-Reihung
129       int   iE  = 0;               // Index fuer irE
130       S1: for (int nA : irA) {
131          S2: for (int nB : irB) {
132             if (nA==nB) {
133                irE[iE++] = nA;
134                continue S1;           }
135          }
136       }
```

```
137
138       return irE;
139    } // durchschnitt
140    // ------------------------------------------------------------------
141    static public int[] vereinigung(int[] irA, int[] irB) {
142       // Verlaesst sich darauf, dass irA und irB Mengen repraesentieren
143       // (d.h. keine Doppelgaenger enthalten). Liefert die Vereinigung
144       // von irA und irB. Beispiele:
145       // int[] ir01 = {10, 20, 30, 40};
146       // int[] ir02 = {20, 30, 40, 50};
147       // int[] ir03 = {30, 60, 70};
148       // int[] ir04 = {10};
149       // int[] ir05 = {50};
150       //
151       // int[] er02 = {10, 20, 30, 40, 50};
152       // int[] er03 = {10, 20, 30, 40, 60, 70};
153       // int[] er04 = {10, 20, 30, 40};
154       // int[] er05 = {10, 20, 30, 40, 50};
155       //
156       // vereinigung(ir01, ir02) ist gleich er02
157       // vereinigung(ir01, ir03) ist gleich er03
158       // vereinigung(ir01, ir04) ist gleich er04
159       // vereinigung(ir01, ir05) ist gleich er05
160
161       // Laenge des Ergebnisses berechnen:
162       int ergLen = irB.length;
163       S1: for (int nA : irA) {
164          S2: for (int nB : irB) {
165             if (nA==nB) continue S1;
166          }
167          ergLen++;
168       }
169
170       // Das Ergebnis berechnen:
171       int[] irE = new int[ergLen]; // Die Ergebnis-Variable
172       int   iE  = 0;               // Index fuer irE
173
174       // irB an den Anfang von irE kopieren:
175       for (int n : irB) irE[iE++] = n;
176
177       // Die Komponenten von irA, die nicht in irB vorkommen,
178       // nach irE kopieren:
179       S1: for (int nA : irA) {
180          S2: for (int nB : irB) {
181             if (nA==nB) continue S1;
182          }
183          irE[iE++] = nA;
184       }
185
186       return irE;
187    } // vereinigung
188    // ------------------------------------------------------------------
189    static public int[] differenz(int[] irA, int[] irB) {
190       // Verlaesst sich darauf, dass irA und irB Mengen repraesentieren
191       // (d.h. keine Doppelgaenger enthalten). Liefert die (Mengen-)
192       // Differenz irA minus irB (die enthaelt alle Elemente von irA,
193       // die nicht in irB enthalten sind). Beispiele:
194       // int[] ir01 = {10, 20, 30, 40};
195       // int[] ir02 = {10, 20, 50};
196       // int[] ir03 = {20, 50};
197       // int[] ir04 = {20};
198       // int[] ir05 = {};
199       // int[] ir06 = {10, 20, 30, 40};
200       //
201       // int[] er02 = {30, 40};
202       // int[] er03 = {10, 30, 40};
203       // int[] er04 = {10, 30, 40};
204       // int[] er05 = {10, 20, 30, 40};
205       // int[] er06 = {};
206       //
207       // differenz(ir01, ir02) ist gleich er02
```

```
208       // differenz(ir01, ir03) ist gleich er03
209       // differenz(ir01, ir04) ist gleich er04
210       // differenz(ir01, ir05) ist gleich er05
211       // differenz(ir05, ir06) ist gleich er06
212
213       // Laenge des Ergebnisses berechnen:
214       int ergLen = 0;
215       S1: for (int nA : irA) {
216          S2: for (int nB : irB) {
217             if (nA==nB) continue S1;
218          }
219          ergLen++;
220       }
221
222       // Das Ergebnis berechnen:
223       int[] irE = new int[ergLen]; // Die Ergebnis-Variable
224       int   iE  = 0;               // Index fuer irE
225
226       // Die Komponenten von irA, die nicht in irB vorkommen,
227       // nach irE kopieren:
228       S1: for (int nA : irA) {
229          S2: for (int nB : irB) {
230             if (nA==nB) continue S1;
231          }
232          irE[iE++] = nA;
233       }
234
235       return irE;
236    } // differenz
237    // ---------------------------------------------------------------------
238    static public int[] symmetrischeDifferenz(int[] irA, int[] irB) {
239       // Verlaesst sich darauf, dass irA und irB Mengen repraesentieren
240       // (d.h. keine Doppelgaenger enthalten). Liefert die symmetrische
241       // Differenz von irA und irB (die enthaelt alle Elemente, die nur
242       // in einer der beiden Mengen enthalten ist, aber nicht in beiden).
243       // Beispiele:
244       // int[] ir01 = {10, 20, 30, 40};
245       // int[] ir02 = {10, 20, 50};
246       // int[] ir03 = {20, 50};
247       // int[] ir04 = {50};
248       // int[] ir05 = {10, 20, 30, 40};
249       // int[] ir06 = {};
250       //
251       // int[] er02 = {30, 40, 50};
252       // int[] er05 = {};
253       // int[] er06 = {10, 20, 30, 40};
254       //
255       // symmetrischeDifferenz(ir01, ir02) ist gleich er02
256       // symmetrischeDifferenz(ir01, ir03) ist gleich er02
257       // symmetrischeDifferenz(ir01, ir04) ist gleich er02
258       // symmetrischeDifferenz(ir01, ir05) ist gleich er05
259       // symmetrischeDifferenz(ir01, ir06) ist gleich er06
260
261       // Laenge des Ergebnisses berechnen:
262       int ergLen = 0;
263       S1: for (int nA : irA) {
264          S2: for (int nB : irB) {
265             if (nA==nB) continue S1;
266          }
267          ergLen++;
268       }
269
270       S1: for (int nB : irB) {
271          S2: for (int nA : irA) {
272             if (nB==nA) continue S1;
273          }
274          ergLen++;
275       }
276
277       // Das Ergebnis berechnen:
278       int[] irE = new int[ergLen]; // Die Ergebnis-Variable
```

```
279       int   iE  = 0;              // Index fuer irE
280
281       S1: for (int nA : irA) {
282          S2: for (int nB : irB) {
283             if (nA==nB) continue S1;
284          }
285          irE[iE++]=nA;
286       }
287
288       S1: for (int nB : irB) {
289          S2: for (int nA : irA) {
290             if (nB==nA) continue S1;
291          }
292          irE[iE++]=nB;
293       }
294
295       return irE;
296
297    } // symmetrischeDifferenz
298    // ------------------------------------------------------------------------
```

Übung Methoden 1:

Unterprogramme (oder: Methoden) werden in den Abschnitten 1.4.3 und 2.1 bis 2.2 des Buches kurz eingeführt und im Kapitel 8 gründlicher behandelt.

Zur Erinnerung: Methoden mit dem Rückgabetyp `void` werden auch als *Prozeduren* bezeichnet, alle anderen als *Funktionen*.

1. Ergänzen Sie das folgende "Skelett einer `int`-Funktion" zu einer `int`-Funktion, indem Sie die Auslassung `"..."` durch geeignete Befehle ersetzen:

```
1 static public int summe(int n1, int n2) {
2    // Liefert die Summe von n1 und n2 als Ergebnis.
3    ...
4 }
```

2. Programmieren Sie eine `static-public`-Prozedur namens `gibAus`, die drei Parameter namens `a`, `b` und `c` vom Typ `int` hat und diese Parameter ausgibt, etwas so:

```
a: 17
b: -22
c: 5
```

3. Programmieren Sie eine `static-public-int`-Funktion namens `hochZwei` mit einem `int`-Parameter namens `grundzahl`. Als Ergebnis soll das Quadrat der `grundzahl` (d.h. `grundzahl`^{2}) geliefert werden.

4. Programmieren Sie eine Klassen-Funktion namens `zweiHoch` mit Ergebnistyps int und einem `int`-Parameter namens `exponent`. Falls der `exponent` kleiner oder gleich 0 ist, soll als Ergebnis 1 geliefert werden, sonst die entsprechende Potenz von 2 (d.h. $2^{exponent}$).

5. Programmieren Sie eine `static-public-int`-Funktion namens `hoch` mit zwei `int`-Parametern namens `grundzahl` und `exponent`. Falls der `exponent` kleiner oder gleich 0 ist, soll als Ergebnis die Zahl 1 geliefert werden. Sonst soll die entsprechende Potenz der `grundzahl` (d.h. die Ganzzahl `grundzahl`^{exponent}) als Ergebnis geliefert werden.

6. Programmieren Sie ein `static-public-boolean`-Funktion namens `istPrim` mit einem `int`-Parameter namens `n`. Falls `n` eine Primzahl ist, soll die Funktion das Ergebnis `true` liefern und sonst das Ergebnis `false`.

7. Eine *Primzahl-Doublette* besteht aus zwei Primzahlen, deren Differenz gleich 2 ist (z.B. 3 und 5 oder 11 und 13 oder 1019 und 1021 etc.). Programmieren Sie eine `int`-Funktion namens `primDoublette` mit einem `int`-Parameter namens `min`. Diese Funktion soll von der Zahl `min` an aufwärts nach einer Primzahl-Doublette suchen. Falls sie eine findet, soll sie die kleinere Primzahl der Doublette als Ergebnis liefern. Falls es im Bereich zwischen `min` und der größten Zahl des Typs `int` (`Integer.MAX_VALUE`) keine Primzahl-Doublette gibt, soll die Funktion `primDoublette` den Wert 0 als Ergebnis liefern.

8. Programmieren Sie eine parameterlose Prozedur namens `alleRechtwinkligen`, die alle Ganzzahl-Tripel (`a`, `b`, `c`) zur Standardausgabe ausgibt, für die gilt:

8.1. Jede der drei Ganzzahlen `a, b` und `c` liegt zwischen 1 und 100 (einschliesslich).
8.2. `a` ist größer oder gleich `b` und `b` ist größer oder gleich `c`.
8.3. Die drei Ganzzahlen repräsentieren die Seiten eines *rechtwinkligen Dreiecks*, d.h. es gilt "der Pythagoras" $a^2 = b^2 + c^2$.

Die Ausgabe eines solchen Tripels soll z.B. so aussehen:

```
Nr. 19: 50, 40, 30
```

und mit einem Blank `' '` und einem Zeilenwechselzeichen `'\n'` enden.

Lösung Methoden 1:

1. Eine Funktion namens summe:

```
1 static public int summe(int n1, int n2) {
2    return n1 + n2;
3 }
```

Diese Teilübung war hoffentlich ganz einfach und diente vor allem zum "Aufwärmen".

2. Eine Prozedur namens gibAus:

```
1 static public void gibAus(int otto, int emil, int berta) {
2    pln("Die erste  Zahl: " + otto);
3    pln("Die zweite Zahl: " + emil);
4    pln("Die dritte Zahl: " + berta);
5 }
```

Hoffentlich haben Sie eine Lösung mit ein bisschen phantasievolleren Texten gefunden.

3. Eine Funktion namens hochZwei:

```
1 static public int hochZwei(int grundzahl) {
2    return grundzahl * grundzahl;
3 }
```

4. Eine Funktion namens zweiHoch:

```
1 static public int zweiHoch(int exponent) {
2    if (exponent <= 0) return 1;
3    int ergebnis = 2;
4    for (; exponent > 1; exponent--) {
5       ergebnis *= 2;
6    }
7    return ergebnis;
8 }
```

5. Eine Funktion namens hoch:

```
1 static public int hoch(int grundzahl, int exponent) {
2    if (exponent <= 0) return 1;
3    int ergebnis = grundzahl;
4    for (; exponent > 1; exponent--) {
5       ergebnis *= grundzahl;
6    }
7    return ergebnis;
8 }
```

6a. Eine Funktion namens istPrim (simple Version):

```
 1 static public booolean istPrim(int n) {
 2    // Liefert true, falls n prim ist, und sonst false.
 3
 4    // Falls n negativ, gleich 0 oder 1 ist:
 5    if (n <= 1) return false;
 6
 7    // Falls n gleich 2 oder groesser ist:
 8    for (int kandidat=2; kandidat < n/2; kandidat++) {
 9       if (n % kandidat == 0) return false;
10    }
11    return true;
12 } // istPrim
```

6b. Eine Funktion namens istPrim (effizientere Version):

```
1 static public boolean istPrim(final int n) {
2    // Liefert true, falls n prim ist, und sonst false.
3    // Prueft nur Zahlen bis zur Quadratwurzel aus n als Teiler.
4    // Behandelt alle geraden Zahlen "vorweg" als Sonderfälle.
5    // Der Parameter n wurde als final ("konstant") vereinbart,
6    // damit der Ausfuehrer unten in der for-Schleife
```

```
 7    // Math.sqrt(n) nur einmal berechnen muss.
 8
 9    if (n <= 1)   return false; // Alle zu kleinen Zahlen erledigen.
10    if (n == 2)   return true;  // Einzige gerade Primzahl.
11    if (n%2 == 0) return false; // Alle anderen geraden Zahlen sind nicht prim!
12
13    for (int kandidat=3; kandidat <= Math.sqrt(n); kandidat+=2) {
14       if (n % kandidat == 0) return false;
15    }
16    return true;
17 } // istPrim
```

In Zeile 35 steht `kandidat < n/2`, in Zeile 52 steht statt dessen `kandidat < Math.sqrt(n)`. Wie viel schneller ist die Lösung 6b im Vergleich zu 6a allein dadurch geworden?

n	n/2	Math.sqrt(n)	Beschleunigungsfaktor
10 000	5 000	100	50
1 000 000	500 000	1000	500
100 000 000	50 000 000	10 000	5 000

6c. Eine Funktion namens `istPrim` (noch effizientere Version):

```
 1 static public boolean istPrim(final int n) {
 2    // Liefert true, falls n prim ist, und sonst false.
 3    // Prueft nur Zahlen bis zur Quadratwurzel aus n als Teiler.
 4    // Behandelt durch 2 und durch 3 teilbare Zahlen "vorweg" und
 5    // ueberspringt dann beim Suchen nach einem Teiler alle durch
 6    // 2 und alle durch 3 teilbaren Teiler (das sind 2/3 aller Zahlen).
 7
 8    // Ein paar Sonderfaelle erledigen:
 9    if (n <= 1)     return false; // alle zu kleinen Zahlen erledigen
10    if (n == 2)     return true;
11    if (n == 3)     return true;
12    if (n % 2 == 0) return false; // alle durch 2 teilbaren Zahlen erledigt
13    if (n % 3 == 0) return false; // alle durch 3 teilbaren Zahlen erledigt
14
15    // Und jetzt den allgemeinen Fall bearbeiten:
16    int teiler = 5;
17    while (teiler < Math.sqrt(n)) {
18       if (n % teiler == 0) return false;
19       teiler += 2; // eine gerade Zahl ueberspringen
20       if (n % teiler == 0) return false;
21       teiler += 4; // eine durch 3 teilbare und zwei gerade Zahlen ueberspring.
22    }
23    return true;
24 } // istPrim
```

7. Die Funktion `primDoublette`:

```
 1 static public int primDoublette(int minimum) {
 2    if (minimum <= 3) return 3;      // kleinste Prim-Doublette
 3    if (minimum % 2 == 0) minimum++; // minimum ungerade machen
 4    for (int n=minimum; n<=Integer.MAX_VALUE-2; n += 2) {
 5       if (istPrim(n) && istPrim(n+2)) return n;
 6    }
 7    return 0;
 8 } // primDoublette
```

Anmerkung: Die größte Primzahl-Doublette im Bereich der `int`-Werte besteht aus den beiden Primzahlen 2 147 482 949 und 2 147 482 951.

8. Eine Prozedur namens `alleRechtwinkligen`:

```
 1 static public void alleRechtwinkligen() {
 2    // Gibt alle Ganzzahltripel (a, b, c) aus fuer die gilt:
 3    // 1. a, b und c liegen zwischen 1 und MAX (einschliesslich)
 4    // 2. a ist groesser/gleich b und b ist groesser/gleich c
 5    // 3. a*a ist gleich b*b + c*c (Pythagoras)
 6
 7    final int MAX = 100;
 8    int       nr  = 0;
 9
10    for (int a=1; a <= MAX; a++) {
11       for (int b=1; b <= a; b++) {
12          for (int c=1; c <= b; c++) {
13             if (a*a == b*b + c*c) {
14                nr++;
15                pln("Nr. "   +
16                   nr + ": " +
17                    a + ", " +
18                    b + ", " +
19                    c + "."
20                );
21             } // if
22          } // for c
23       } // for b
24    } // for a
25 } // alleRechtwinkligen
```

Übung Reihungen 1:

Reihungen werden im Kapitel 7 des Buches und *Methoden* im Kapitel 8 behandelt.

Ergänzen Sie die folgenden Methoden-*Skelette* zu richtigen *Methoden*:

```
 1 // ---------------------------------------------------------------------
 2 static public void printR(int[] ir) {
 3    // Gibt "null"  aus, wenn ir gleich null ist.
 4    // Gibt "[]"    aus, wenn ir leer ist.
 5    // Gibt "[123]" aus, wenn ir nur eine Komponente 123 enthaelt.
 6    // Gibt einen String wie z.B. "[123, -17, 55]" aus, wenn ir mehrere
 7    // Komponenten enthaelt.
 8    ...
 9 } // printR
10 // ---------------------------------------------------------------------
11 static public int min(int[] ir) {
12    // Liefert die kleinste Komponente von ir bzw.
13    // Integer.MAX_VALUE falls ir aus 0 Komponenten besteht.
14    ...
15 } // min
16 // ---------------------------------------------------------------------
17 static public boolean mindEineGerade(int[] ir) {
18    // Liefert true genau dann wenn ir mindestens eine gerade Zahl enthaelt
19    ...
20 } // mindEineGerade
21 // ---------------------------------------------------------------------
22 static public boolean alleGerade(int[] ir) {
23    // Liefert true genau dann wenn alle Komponenten von ir gerade Zahlen
24    // sind.
25    ...
26 } // alle Gerade
27 // ---------------------------------------------------------------------
28 static public boolean kommtVor(int dieserWert, int[] inDieserReihung) {
29    // Liefert true genau dann wenn dieserWert als Komponente in der
30    // Reihung namens inDieserReihung vorkommt.
31    ...
32 } // kommtVor
33 // ---------------------------------------------------------------------
34 static public int index(int n, int[] ir) {
35    // Liefert den kleinsten Index i fuer den gilt n == ir[i] bzw.
36    // -1, falls es keinen solchen Index gibt (d.h. falls n in ir nicht
37    // vorkommt.
38    ...
39 } // index
40 // ---------------------------------------------------------------------
41 static public void pAlleDurch2(int[] ir) {
42    // Teilt jede Komponente von ir durch 2.
43    ...
44 } // pAlleDurch2
45 // ---------------------------------------------------------------------
46 static public int[] fAlleDurch2(int[] ir) {
47    // Liefert eine Kopie der Reihung ir, in der alle Komponenten durch 2
48    // geteilt wurden.
49    ...
50 } // fAlleDurch2
51 // ---------------------------------------------------------------------
52 static public boolean sindGleich(int[] ira, int[] irb) {
53    // Liefert true genau dann wenn ira und irb auf gleich lange
54    // Reihungen zeigen und jede Komponente ira[i] gleich der ent-
55    // sprechenden Komponente irb[i] ist.
56    ...
57 } // sindGleich
58 // ---------------------------------------------------------------------
59 static public boolean sindDisjunkt(int[] ira, int[] irb) {
60    // Liefert true genau dann
61    // wenn ira und irb beide gleich null sind oder
62    // wenn jede Zahl in ira verschieden ist von jeder
63    // Zahl in irb.
64    ...
65 } // sindDisjunkt
```

```
66 // ---------------------------------------------------------------------
67 public static void printR(String[] sr) {
68    // Gibt "null"  aus, wenn sr gleich null ist.
69    // Gibt "[]"    aus, wenn sr leer ist.
70    // Gibt "[123]" aus, wenn sr nur eine Komponente 123 enthaelt.
71    // Gibt einen String wie z.B. "["ABC", "12", "", null]" aus, wenn sr
72    // mehrere Komponenten enthaelt.
73    ...
74    } // printR
```

Lösung Reihungen 1:

```
 1 // Datei UebReihungen1Loes.java
 2 // ------------------------------------------------------------------------
 3 import java.util.Arrays;
 4
 5 class UebReihungen1Loes {
 6    // ------------------------------------------------------------------------
 7    public static void printR(int[] ir) {
 8       // Gibt "null"  aus, wenn ir gleich null ist.
 9       // Gibt "[]"    aus, wenn ir leer ist.
10       // Gibt "[123]" aus, wenn ir nur eine Komponente 123 enthaelt.
11       // Gibt einen String wie z.B. "[123, -17, 55]" aus, wenn ir mehrere
12       // Komponenten enthaelt.
13
14       if (ir == null) {
15          p("null");
16          return;
17       }
18
19       p("[");
20       if (ir.length > 0) p(ir[0]);
21       for (int i=1; i<ir.length; i++) {
22          p(", " + ir[i]);
23       }
24       p("]");
25    } // printR
26    // ------------------------------------------------------------------------
27    public static int min(int[] ir) {
28       // Liefert die kleinste Komponente von ir bzw.
29       // Integer.MAX_VALUE falls ir aus 0 Komponenten besteht.
30
31       if (ir == null) return Integer.MAX_VALUE;
32       int erg = Integer.MAX_VALUE;
33       for (int i=0; i<ir.length; i++) {
34          if (erg > ir[i]) erg = ir[i];
35       }
36       return erg;
37    } // min
38    // ------------------------------------------------------------------------
39    public static boolean mindEineGerade(int[] ir) {
40       // Liefert true genau dann wenn ir mindestens eine gerade Zahl
41       // enthaelt.
42
43       if (ir == null) return false;
44       for (int i=0; i<ir.length; i++) {
45          if (ir[i] % 2 == 0) return true;
46       }
47       return false;
48    } // mindEineGerade
49    // ------------------------------------------------------------------------
50    public static boolean alleGerade(int[] ir) {
51       // Liefert true genau dann wenn ir mindestens eine gerade Zahl
52       // enthaelt.
53
54       if (ir == null) return true;
55       for (int i=0; i<ir.length; i++) {
56          if (ir[i] % 2 != 0) return false;
57       }
58       return true;
59    } // alle Gerade
60    // ------------------------------------------------------------------------
61    public static boolean kommtVor(int dieserWert, int[] inDieserReihung) {
62       // Liefert true genau dann wenn dieserWert als Komponente in der
63       // Reihung namens inDieserReihung vorkommt.
64
65       if (inDieserReihung == null) return false;
66       for (int i=0; i<inDieserReihung.length; i++) {
67          if (dieserWert == inDieserReihung[i]) return true;
68       }
69       return false;
70    } // kommtVor
```

```
71    // ------------------------------------------------------------------------
72    public static int index(int n, int[] ir) {
73       // Liefert den kleinsten Index i fuer den gilt n == ir[i] bzw.
74       // -1, falls es keinen solchen Index gibt (d.h. falls n in ir nicht
75       // vorkommt.
76
77       if (ir == null) return -1;
78       for (int i=0; i<ir.length; i++) {
79          if (n == ir[i]) return i;
80       }
81       return -1;
82    } // index
83    // ------------------------------------------------------------------------
84    public static void pAlleDurch2(int[] ir) {
85       // Teilt jede Komponente von ir durch 2.
86
87       if (ir == null) return;
88       for (int i=0; i<ir.length; i++) {
89          ir[i] = ir[i] / 2;
90       }
91       p(Arrays.toString(ir)); // Damit MethodTest testen kann!
92    } // pAlleDurch2
93    // ------------------------------------------------------------------------
94    public static int[] fAlleDurch2(int[] ir) {
95       // Liefert eine Kopie der Reihung ir, in der alle Komponenten durch 2
96       // geteilt wurden.
97
98       if (ir == null) return null;
99       int[] erg = new int[ir.length];
100      for (int i=0; i<erg.length; i++) {
101         erg[i] = ir[i] / 2;
102      }
103      return erg;
104   } // fAlleDurch2
105   // ------------------------------------------------------------------------
106   public static boolean sindGleich(int[] ira, int[] irb) {
107      // Liefert true genau dann wenn ira und irb auf gleich lange
108      // Reihungen zeigen und jede Komponente ira[i] gleich der ent-
109      // sprechenden Komponente irb[i] ist.
110
111      if (ira == null)              return irb == null;
112      if (irb == null)              return false;
113      if (ira.length != irb.length) return false;
114
115      for (int i=0; i<ira.length; i++) {
116         if (ira[i] != irb[i]) return false;
117      }
118      return true;
119   } // sindGleich
120   // ------------------------------------------------------------------------
121   public static boolean sindDisjunkt(int[] ira, int[] irb) {
122      // Liefert true, falls jede Zahl in ira verschieden ist von jeder
123      // Zahl in irb. Liefert sonst false.
124      if (ira == null || irb == null) return true;
125      for (int ia = 0; ia < ira.length; ia++) {
126         for (int ib=0; ib < irb.length; ib++) {
127            if (ira[ia] == irb[ib]) return false;
128         }
129      }
130      return true;
131   } // sindDisjunkt
132   // ------------------------------------------------------------------------
133   public static void printR(String[] sr) {
134      // Gibt "null"  aus, wenn sr gleich null ist.
135      // Gibt "[]"    aus, wenn sr leer ist.
136      // Gibt "[123]" aus, wenn sr nur eine Komponente 123 enthaelt.
137      // Gibt einen String wie z.B. "["ABC", "12", "", null]" aus, wenn sr
138      // mehrere Komponenten enthaelt.
139
140      if (sr == null) {
141         p("null");
142         return;
```

```
143       }
144
145       final char DA = '"'; // Ein doppeltes Anfuehrungszeichen
146
147       p("[");
148       if (sr.length > 0) {
149          String s = sr[0];
150          if (s == null) {
151             p("null");
152          } else {
153             p(DA + s + DA);
154          }
155       } // if
156       for (int i=1; i<sr.length; i++) {
157          String s = sr[i];
158          if (s == null) {
159             p(", " + "null");
160          } else {
161             p(", " + DA + sr[i] + DA);
162          }
163       } // if
164       p("]");
165    } // printR
166    // ------------------------------------------------------------------------
167    // Mehrere Methoden mit kurzen Namen:
168    static void pln(Object ob) {System.out.println(ob);}
169    static void p  (Object ob) {System.out.print  (ob);}
170    static void pln()          {System.out.println();  }
171    // ------------------------------------------------------------------------
172 } // class UebReihungen1Loes
```

Übung Reihungen 2:

Reihungen werden im Kapitel 7 des Buches und *Methoden* im Kapitel 8 behandelt.

Ergänzen Sie folgenden Methoden-Skelette zu richtigen Methoden. Alle Methoden dienen dazu, zweistufige Reihungen zu bearbeiten:

```
 1 // ---------------------------------------------------------------------
 2 static public int summe(int[][] irr) {
 3    // Liefert die Summe aller int-Komponenten von irr.
 4    ...
 5 } // summe
 6 // ---------------------------------------------------------------------
 7 static public boolean alleGerade(int[][] irr) {
 8    // Liefert true, falls alle int-Komponenten von irr gerade sind und
 9    // sonst false.
10    ...
11 } // alleGerade
12 // ---------------------------------------------------------------------
13 static public int anzahlGerade(int[][] irr) {
14    // Liefert die Anzahl der geraden int-Komponenten von irr.
15    ...
16 } // anzahlGerade
17 // ---------------------------------------------------------------------
18 static public boolean kommtVor(int dieserWert, int[][] inDieserReihung) {
19    // Liefert true, wenn dieserWert in inDieserReihung (als int-Komponente)
20    // vorkommt, und sonst false.
21    ...
22 } // kommtVor
23 // ---------------------------------------------------------------------
24 static public int anzahlKomponenten(int[][] irr) {
25    // Liefert die Anzahl der int-Komponenten von irr.
26    ...
27 } // anzahlKomponenten
28 // ---------------------------------------------------------------------
29 static public void printR(String[] rs) {
30    // Gibt rs mit der Methode p in lesbarer Form aus, z.B. so:
31    // [ABC, DE, EFGH]
32    // [12345, ab, !??, ***]
33    // []                        // Wenn rs leer ist.
34    ...
35 } // printR
36 // ---------------------------------------------------------------------
37 static public int anzBuchstaben(String[] sonja) {
38    // Liefert die Anzahl der Buchstaben, die in den Komponenten von
39    // sonja vorkommen.
40    ...
41 } // anzBuchstaben
42 // ---------------------------------------------------------------------
```

Lösung Reihungen 2:

```
 1 // Datei Ueb_Reihungen02.java
 2 /* ------------------------------------------------------------------------
 3 Methoden zum Bearbeiten von zweistufigen Reihungen.
 4 Hinweis: Von jeder Methode gibt es zwei Versionen, z.B. summeN und summeA.
 5 Die N-Version enthaelt eine neue for-Schleife (seit Java 5 neu).
 6 Die A-Version enthaelt eine alte for-Schleife (seit Java 1.0)
 7 ------------------------------------------------------------------------ */
 8 class Ueb_Reihungen02 {
 9    // ---------------------------------------------------------------------
10    static public int summeN(int[][] irr) {
11       // Liefert die Summe aller int-Komponenten von irr.
12       int erg = 0;
13       for (int[] ir: irr) {
14          for (int i: ir) {
15             erg += i;
16          }
17       }
18       return erg;
19    } // summeN
20    // ---------------------------------------------------------------------
21    static public int summeA(int[][] irr) {
22       // Liefert die Summe aller int-Komponenten von irr.
23       int erg = 0;
24       for (int i1=0; i1<irr.length; i1++) {
25          for (int i2=0; i2<irr[i1].length; i2++) {
26             erg += irr[i1][i2];
27          }
28       }
29       return erg;
30    } // summeA
31    // ---------------------------------------------------------------------
32    static public boolean alleGeradeN(int[][] irr) {
33       // Liefert true, falls alle int-Komponenten von irr gerade sind und
34       // sonst false.
35       for (int[] ir: irr) {
36          for (int i: ir) {
37             if (i % 2 != 0) return false;
38          }
39       }
40       return true;
41    } // alleGeradeN
42    // ---------------------------------------------------------------------
43    static public boolean alleGeradeA(int[][] irr) {
44       // Liefert true, falls alle int-Komponenten von irr gerade sind und
45       // sonst false.
46       for (int i1=0; i1<irr.length; i1++) {
47          for (int i2=0; i2<irr[i1].length; i2++) {
48             if (irr[i1][i2] % 2 != 0) return false;
49          }
50       }
51       return true;
52    } // alleGeradeA
53    // ---------------------------------------------------------------------
54    static public int anzahlGeradeN(int[][] irr) {
55       // Liefert die Anzahl der geraden int-Komponenten von irr.
56       int erg = 0;
57       for (int[] ir: irr) {
58          for (int i: ir) {
59             if (i % 2 == 0) erg++;
60          }
61       }
62       return erg;
63    } // anzahlGeradeN
64    // ---------------------------------------------------------------------
65    static public int anzahlGeradeA(int[][] irr) {
66       // Liefert die Anzahl der geraden int-Komponenten von irr.
67       int erg = 0;
```

```
68       for (int i1=0; i1<irr.length; i1++) {
69          for (int i2=0; i2<irr[i1].length; i2++) {
70             if (irr[i1][i2] % 2 == 0) erg++;
71          }
72       }
73       return erg;
74    } // anzahlGeradeA
75    // ---------------------------------------------------------------------
76    static public boolean kommtVorN(int dieserWert, int[][] inDieserReihung) {
77       // Liefert true, wenn dieserWert in inDieserReihung (als int-Komponente)
78       // vorkommt, und sonst false.
79       for (int[] ir: inDieserReihung) {
80          for (int i: ir) {
81             if (dieserWert == i) return true;
82          }
83       }
84       return false;
85    } // kommtVorN
86    // ---------------------------------------------------------------------
87    static public boolean kommtVorA(int dieserWert, int[][] inDieserReihung) {
88       // Liefert true, wenn dieserWert inDieserReihung (als int-Komponente)
89       // vorkommt, und sonst false.
90       for (int i1=0; i1<inDieserReihung.length; i1++) {
91          if (inDieserReihung[i1] == null) continue;
92          for (int i2=0; i2<inDieserReihung[i1].length; i2++) {
93             if (dieserWert == inDieserReihung[i1][i2]) return true;
94          }
95       }
96       return false;
97    } // kommtVorA
98    // ---------------------------------------------------------------------
99    static public int anzahlKomponentenN(int[][] irr) {
100      // Liefert die Anzahl der int-Komponenten von irr.
101      int erg = 0;
102      for (int[] ir: irr) {
103         erg += ir.length;
104      }
105      return erg;
106   } // anzahlKomponentenN
107   // ---------------------------------------------------------------------
108   static public int anzahlKomponentenA(int[][] irr) {
109      // Liefert die Anzahl der int-Komponenten von irr.
110      int erg = 0;
111      for (int i=0; i<irr.length; i++) {
112         erg += irr[i].length;
113      }
114      return erg;
115   } // anzahlKomponentenA
116   // ---------------------------------------------------------------------
117   static public void printR(String[] sonja) {
118      // Gibt die Reihung sonja in lesbarer Form zur Standardausgabe aus.
119      pln("Eine Reihung mit String-Komponenten:");
120      if (sonja.length == 0) {
121         pln("Die Reihung besteht aus 0 Komponenten!");
122         return;
123      }
124      for (int i=0; i<sonja.length; i++) {
125         pln("Index " + i + ", Komponente " + sonja[i]);
126      }
127   } // printR
128   // ---------------------------------------------------------------------
```

```
129    static public int anzBuchstabenN(String[] sonja) {
130       // Liefert die Anzahl der Buchstaben, die in den Komponenten von
131       // sonja vorkommen.
132       int erg =0;
133       for (String s: sonja) {
134          for (int j=0, laengeJ=s.length(); j<laengeJ; j++) {
135             char c = s.charAt(j);
136             if ('a' <= c && c <= 'z' || 'A' <= c && c <= 'Z') erg++;
137          }
138       }
139       return erg;
140    } // anzBuchstabenN
141    // ---------------------------------------------------------------------
142    static public int anzBuchstabenA(String[] sonja) {
143       // Liefert die Anzahl der Buchstaben, die in den Komponenten von
144       // sonja vorkommen.
145       int erg =0;
146       for (int i=0, laengeI=sonja.length; i<laengeI; i++) {
147          for (int j=0, laengeJ=sonja[i].length(); j<laengeJ; j++) {
148             char c = sonja[i].charAt(j);
149             if ('a' <= c && c <= 'z' || 'A' <= c && c <= 'Z') erg++;
150          }
151       }
152       return erg;
153    } // anzBuchstabenA
154    // ---------------------------------------------------------------------
155 } // class Ueb_Reihungen02
```

Übung Reihungen 3:

Mehrstufige Reihungen werden im Abschnitt 7.4 des Buches behandelt.

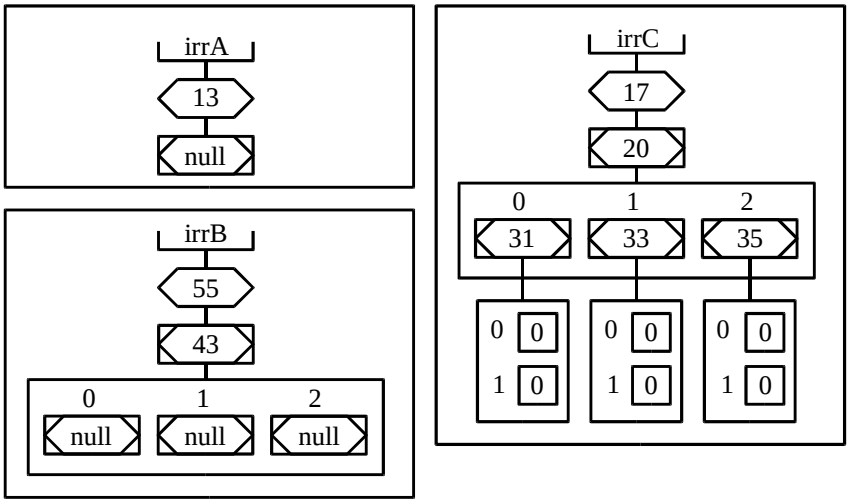
Betrachten Sie die folgenden fünf Vereinbarungen von zweistufigen Reihungsvariablen:

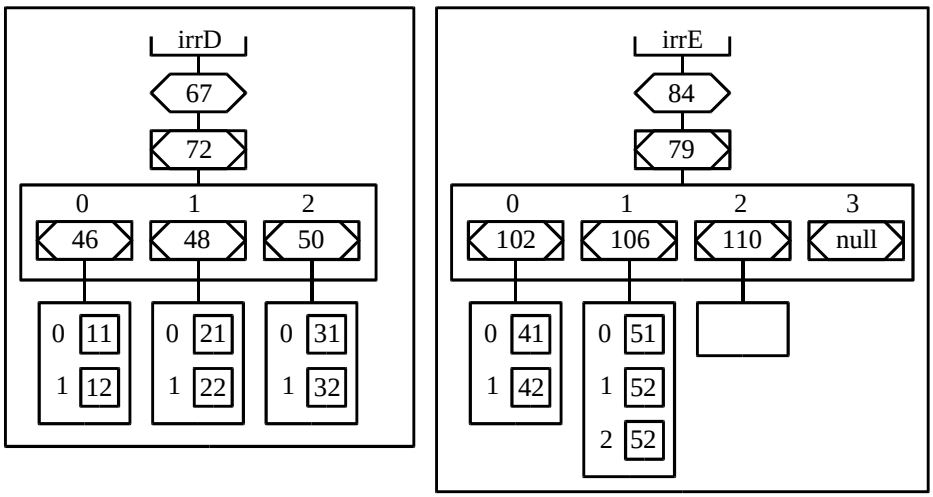
```
 1 int[][] irrA = null;                      // Keine Reihung
 2 int[][] irrB = new int[3][];              // 2-stufige Reihung
 3 int[][] irrC = new int[3][2];             // 2-stufige Reihung
 4 int[][] irrD =               { {11, 12,}, // 2-stufige Reihung
 5                                {21, 22,},
 6                                {31, 32,},
 7                              };
 8 int[][] irrE = new int[][]   { {41, 42,}, // 2-stufige Reihung
 9                                {51, 52, 53},
10                                {},
11                                null,
12                              };
```

Stellen Sie die fünf Variablen `irrA` bis `irrE` als *Bojen* dar. Die *vereinfachte Bojendarstellung* (ohne die Referenzen von Komponentenvariablen und ohne das `length`-Attribut) ist hier ausdrücklich *erlaubt*.

Lösung Reihungen 3:

Die fünf zweistufigen Reihungsvariablen `irrA` bis `irrE` als (vereinfachte) Bojen dargestellt:





Übung Sammlungen

Diese Übung sollte an einem Rechner durchgeführt werden. Sie sollen Befehle in den Rumpf der `main`-Methode einer Klasse namens `UebSammlungen` schreiben. Ausserdem sollten Sie Zugang zur Online-Dokumentation der Java-Standardbibliothek haben, damit Sie sich dort detaillierte Informationen über die Sammlungsklassen `ArrayList` und `TreeSet` holen können.

1. Vereinbaren Sie ein Sammlungsobjekt namens `ali` vom Typ `ArrayList<Integer>`, welches anfangs leer ist.

2. Lassen Sie den momentanen Zustand der Sammlung `ali` zum Bildschirm ausgeben. Dort soll etwa folgender Text erscheinen: `A ali: []`

3. Fügen Sie in die Sammlung `ali` zwei Komponenten mit den Werten `40` und `20` (in dieser Reihenfolge) ein.

4. Lassen Sie den momentanen Zustand der Sammlung `ali` zum Bildschirm ausgeben. Dort soll etwa folgender Text erscheinen: `B ali: [40, 20]`

5. Fügen Sie ganz am Anfang der Sammlung `ali` eine Komponente mit dem Wert `50` und ganz am Ende eine mit dem Wert `10` ein.

6. Lassen Sie den momentanen Zustand der Sammlung `ali` zum Bildschirm ausgeben. Dort soll etwa folgender Text erscheinen: `C ali: [50, 40, 20, 10]`

7. Fügen Sie zwischen den Komponenten `40` und `20` eine weitere Komponente mit dem Wert `30` ein.

8. Lassen Sie den momentanen Zustand der Sammlung `ali` zum Bildschirm ausgeben. Dort soll etwa folgender Text erscheinen: `D ali: [50, 40, 30, 20, 10]`

9. Vereinbaren Sie ein weiteres Sammlungsobjekt namens `tsi` vom Typ `TreeSet<Integer>`, welches anfangs genau dieselben Komponenten enthält wie `ali`.

Hinweis: Alle Sammlungsklassen (insbesondere `ArrayList<K>` und `TreeSet<K>`) implementieren (direkt oder indirekt) die Schnittstelle `Collection<K>`. Und jede Sammlungsklasse hat einen Konstruktor mit einem Parameter des Typs `Collection<K>`.

10. Lassen Sie den momentanen Zustand der Sammlung `tsi` zum Bildschirm ausgeben. Dort soll etwa folgender Text erscheinen: `E tsi: [10, 20, 30, 40, 50]`

11. Was geben in dieser Situation die folgenden Befehle aus?

```
 1       printf("F tsi.first  (  ): %d%n", tsi.first  (  ));
 2       printf("G tsi.lower  (25): %d%n", tsi.lower  (25));
 3       printf("H tsi.lower  (30): %d%n", tsi.lower  (30));
 4       printf("I tsi.floor  (25): %d%n", tsi.floor  (25));
 5       printf("J tsi.floor  (30): %d%n", tsi.floor  (30));
 6       printf("K tsi.ceiling(30): %d%n", tsi.ceiling(30));
 7       printf("L tsi.ceiling(35): %d%n", tsi.ceiling(35));
 8       printf("M tsi.higher (30): %d%n", tsi.higher (30));
 9       printf("N tsi.higher (35): %d%n", tsi.higher (35));
10       printf("O tsi.last   (  ): %d%n", tsi.last   (  ));
```

12. Beschreiben Sie (auf Deutsch und für eine beliebige `TreeSet`-Sammlung `tss`):
Welche Komponente liefert der Ausdruck `tss.first()`? Der Ausdruck `tss.lower(k)`? Der Ausdruck `tss.floor()`? ... Der Ausdruck `tss.last()`?

Lösung Sammlungen

Der folgende Programmtext ist eine Lösung für die Teilaufgaben 1. bis 8.:

```
 1 import java.util.ArrayList;
 2 import java.util.TreeSet;
 3
 4 class UebSammlungen {
 5    // ---------------------------------------------------------------------
 6    static public void main(String[] _) {
 7
 8       ArrayList<Integer> ali = new ArrayList<Integer>();
 9       printf("A ali: %s%n", ali);                          // ali: []
10
11       ali.add(40);
12       ali.add(20);
13       printf("B ali: %s%n", ali);                          // ali: [40, 20]
14
15       ali.add(0, 50);
16       ali.add(10);
17       printf("C ali: %s%n", ali);                          // ali: [50, 40, 20, 10]
18
19       ali.add(2, 30);
20       printf("D ali: %s%n", ali);                          // ali: [50, 40, 30, 20, 10]
21       ...
22    } // main
23 } // class UebSammlung
```

Der folgende Programmtext ist eine Lösung für die Teilaufgaben 9. und 10.:

```
24       TreeSet<Integer> tsi = new TreeSet<Integer>(ali);
25       printf("E tsi: %s%n%n", tsi);                        // tsi: [10, 20, 30, 40, 50]
```

Lösung für die Teilaufgabe 11. (Was wird zum Bildschirm ausgegeben?):

```
F tsi.first  (  ): 10
G tsi.lower  (25): 20
H tsi.lower  (30): 20
I tsi.floor  (25): 20
J tsi.floor  (30): 30
K tsi.ceiling(30): 30
L tsi.ceiling(35): 40
M tsi.higher (30): 40
N tsi.higher (35): 40
O tsi.last   (  ): 50
```

Lösung für die Teilaufgabe 12:

`tsi.first  ( )` liefert die kleinste (erste) Komponente der Sammlung `tss`.
`tsi.lower  (k)` liefert die größte Komponente aus `tss`, die kleiner k ist (oder null).
`tsi.floor  (k)` liefert die größte Komponente aus `tss`, die kleiner/gleich k ist (oder null).
`tsi.ceiling(k)` liefert die kleinste Komponente aus `tss`, die größer/gleich k ist (oder null).
`tsi.higher (k)` liefert die kleinste Komponente aus `tss`, die größer k ist (oder null).
`tsi.last   ( )` liefert die größte (letzte) Komponente der Sammlung `tss`.

Übung Bojen (ausführliche und vereinfachte) 1:

Bojen werden in den Abschnitten 5.7, 7.1 und 10.2 des Buches behandelt (die Begriffe ausführliche Bojendarstellung und vereinfachte Bojendarstellung werden im Abschnitt 7.1, S. 156-158 erklärt).

Nehmen Sie an, dass eine Klasse namens `Otto` wie folgt vereinbart wurde:

```
 1 class Otto {
 2    int    zahl;                 // Ein primitives Objekt-Attribut
 3    String text;                 // Ein   Referenz-Objekt-Attribut
 4
 5    Otto() {                     // Ein Standard-Konstruktor
 6       zahl = -1;                // Nur zahl wird initialisiert,
 7    } // Konstruktor Otto        // text behaelt den Wert null
 8
 9    Otto(int zahl, String text) { // Noch ein Konstruktor
10       this.zahl = zahl;
11       this.text = text;
12    } // Konstruktor Otto
13    ...
14 } // class Otto
15
```

Nehmen Sie weiter an, dass irgendwo drei `Otto`-Objekte vereinbart wurden, etwa wie folgt:

```
47    ...
48    Otto ob1 = new Otto(17, "Hallo ");
49    Otto ob2 = new Otto(25, "Sonja!" );
50    Otto ob3 = new Otto();
51    ...
52
```

1. Stellen Sie die Variablen `ob1` bis `ob3` als Bojen dar, und zwar in *ausführlicher Darstellung* (d.h. zeichnen Sie von jedem Attribut die Referenz und den Wert).

2. Stellen Sie die Variablen `ob1` bis `ob3` als Bojen dar, diesmal in *vereinfachter Darstellung* (d.h. zeichnen Sie von jedem Attribut nur den Wert, aber nicht die Referenz).

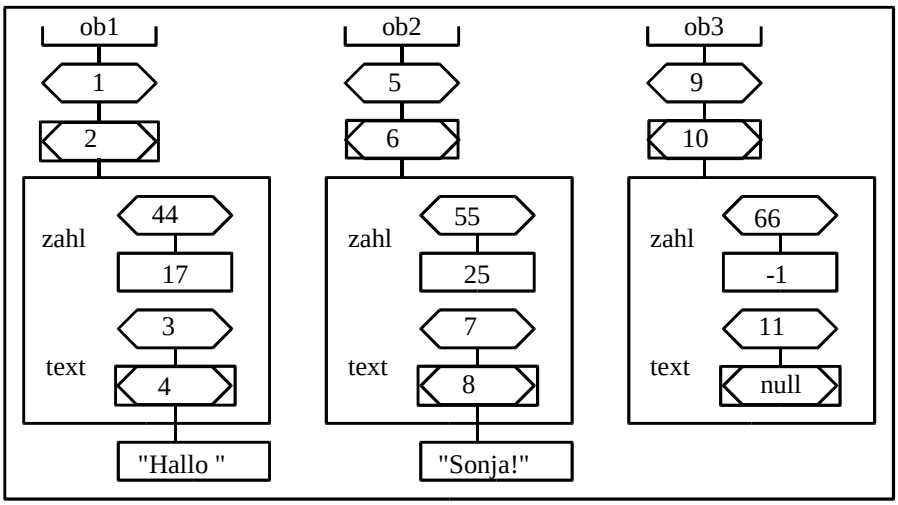
3. Wie sehen die Variablen aus, nachdem die folgenden drei Zuweisungen ausgeführt wurden?

```
51    ...
52    ob1.zahl = ob2.zahl;
53    ob1.text = ob2.text;
54    ob3.text = ob1.text;
55    ...
```

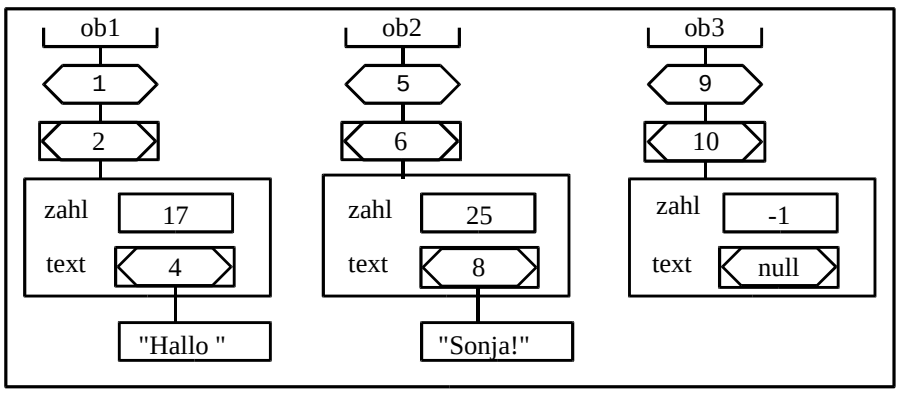
Zeichnen Sie die Variablen `ob1` bis `ob3` erneut in vereinfachter Bojendarstellung.

Lösung Bojen (ausführliche und vereinfachte) 1:

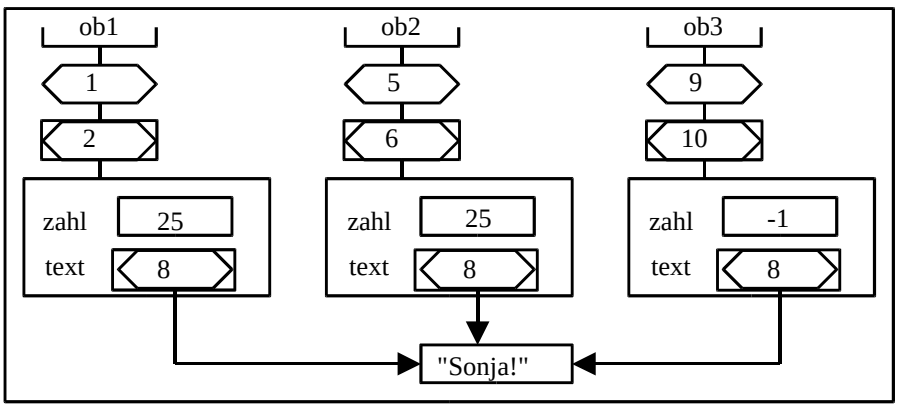
1. Die Variablen `ob1` bis `ob3` in ausführlicher Bojendarstellung:



2. Die Variablen `ob1` bis `ob3` in vereinfachter Bojendarstellung (ohne Referenzen von Attributen):



3. Die Variablen `ob1` bis `ob3` nach Ausführung der Zuweisungen (wieder in vereinfachter Bojendarstellung):



Übung Bojen (von Reihungen) 2:

In den folgenden Programmfragmenten wird jeweils eine Reihung vereinbart und dann bearbeitet. Wie sieht diese Reihung *vor* ihrer Bearbeitung aus und wie sieht sie *nach* ihrer Bearbeitung aus? Stellen Sie jede Reihung zweimal als *Boje* dar (einmal *vor* ihrer Bearbeitung und einmal *nach* ihrer Bearbeitung).

```
// 1. Die Reihung ali:
int[] ali = new int[] {25, 50, 34, 87};
for (int i=ali.length-1; i>=0; i--) {
   ali[i]++;
}

// 2. Die Reihung bernd:
int[] bernd = new int[] {12, 19, 23, 10, 15};
for (int i=1; i<bernd.length-1; i++) {
   bernd[i] = (bernd[i-1] + bernd[i] + bernd[i+1]) / 3;
}

// 3. Die Reihung christian:
int[] christian = new int[] {6, 7, 8, 9};
for (int i=0; i<christian.length; i++) {
   if        (christian[i] % 2 == 0) {
      christian[i] /= 2;
   } else if (christian[i] % 3 == 0) {
      christian[i] /= 3;
   } else {
      christian[i]  = 0;
   }
}

// 4. Die Reihung dirk:
StringBuilder[] dirk = {
   new StringBuilder("Auf-"),
   new StringBuilder("der-"),
   new StringBuilder("Mauer.")
};
for (int i=1; i<dirk.length; i++) {
   dirk[i].insert(0, dirk[i-1]);
}

// 5. Die Reihung ertan:
StringBuilder[] ertan = new StringBuilder[3];
ertan[0] = new StringBuilder("eins");
ertan[1] = new StringBuilder("zwei");
ertan[2] = new StringBuilder("drei");
ertan[1].append("mal");
ertan[0].setCharAt(0, 'E');
ertan[2] = new StringBuilder("vier");

// 6. Die Reihung frank:
int[] frank = new int[] {22, 78, 78, 35, 22};
for (int i1=0; i1<frank.length-1; i1++) {
   for (int i2=i1+1; i2<frank.length; i2++) {
      if (frank[i1] == frank[i2]) {
         ++frank[i1];
         --frank[i2];
      }
   }
}
```

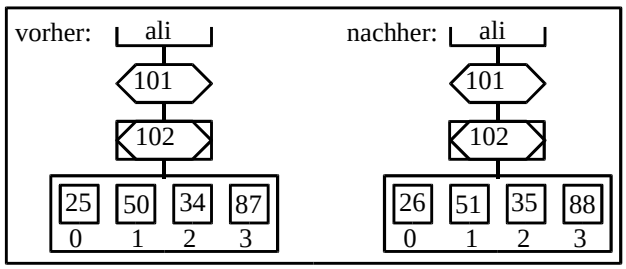
Lösung Bojen (von Reihungen) 2:

0. Ausgabe des Programms UebReihungen03:

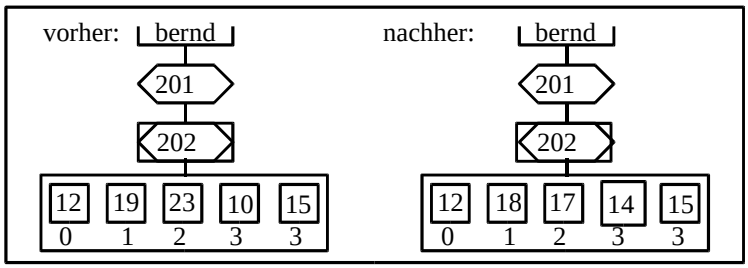
(diese Programmausgabe dient nur zum Überprüfen der folgenden Bojendarstellungen)

```
 1 Ueb_Reihungen03: Jetzt geht es los!
 2 Die Reihung ali       (vorher) : 25 | 50 | 34 | 87 |
 3 Die Reihung ali       (nachher): 26 | 51 | 35 | 88 |
 4 Die Reihung bernd     (vorher) : 12 | 19 | 23 | 10 | 15 |
 5 Die Reihung bernd     (nachher): 12 | 18 | 17 | 14 | 15 |
 6 Die Reihung christian (vorher) : 6 | 7 | 8 | 9 |
 7 Die Reihung christian (nachher): 3 | 0 | 4 | 3 |
 8 Die Reihung dirk      (vorher) : Auf- | der- | Mauer. |
 9 Die Reihung dirk      (nachher): Auf- | Auf-der- | Auf-der-Mauer. |
10 Die Reihung ertan     (vorher) : null | null | null |
11 Die Reihung ertan  (mittendrin): eins | zwei | drei |
12 Die Reihung ertan     (nachher): Eins | zweimal | vier |
13 Die Reihung frank     (vorher) : 22 | 78 | 78 | 35 | 22 |
14 Die Reihung frank     (nachher): 23 | 79 | 77 | 35 | 21 |
15 Ueb_Reihungen03: Das war's erstmal!
```

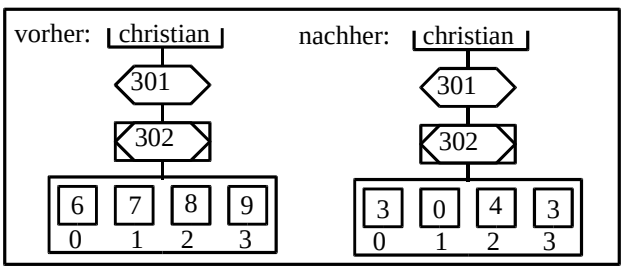
1. Die Reihung ali in Bojendarstellung:



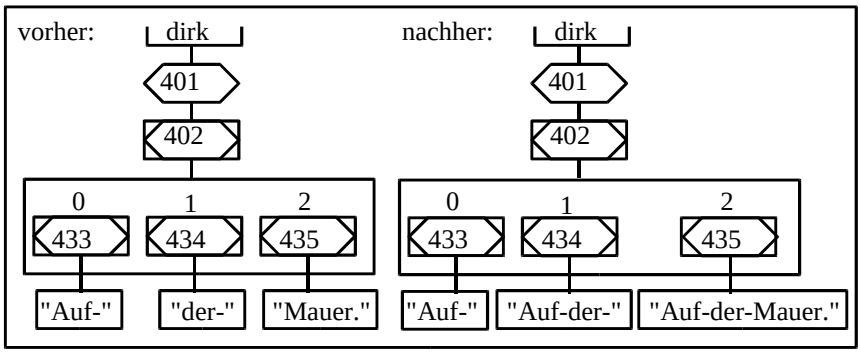
2. Die Reihung bernd in Bojendarstellung:



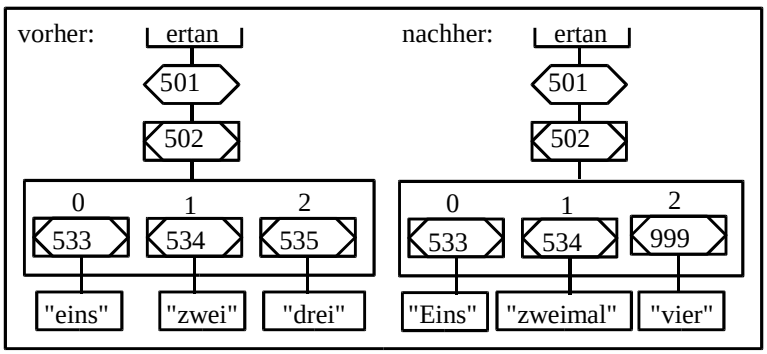
3. Die Reihung christian in Bojendarstellung:



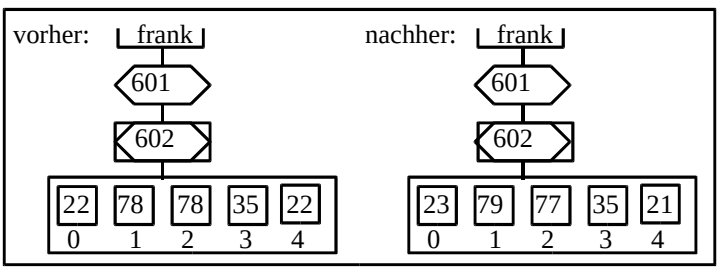
4. Die Reihung dirk in Bojendarstellung:



5. Die Reihung ertan in Bojendarstellung:



6. Die Reihung frank in Bojendarstellung



Übung Klassen 1:

Klassen und *klassische Fachbegriffe* werden im Kapitel 9 des Buches behandelt.

Betrachten Sie die folgende Klasse und beantworten sie dann die nachfolgenden Fragen:

```
 1 // Datei Punkt2.java
 2 // ------------------------------------------------------------------------
 3 class Punkt2 {
 4    static private int   anzahlPunkte;
 5    static private float sp_x, sp_y;   // Schwerpunkt aller Punkte
 6    // ------------------------------------------------------------------------
 7    static private void  rein(float x, float y) {
 8       sp_x = (sp_x * anzahlPunkte + x) / (anzahlPunkte + 1);
 9       sp_y = (sp_y * anzahlPunkte + y) / (anzahlPunkte + 1);
10       anzahlPunkte++;
11    } // rein
12    // ------------------------------------------------------------------------
13    static private void raus(float x, float y) {
14       if (anzahlPunkte == 1) {
15          sp_x = 0;
16          sp_y = 0;
17       } else {
18          sp_x = (sp_x * anzahlPunkte - x) / (anzahlPunkte - 1);
19          sp_y = (sp_y * anzahlPunkte - y) / (anzahlPunkte - 1);
20       }
21       anzahlPunkte--;
22    } // raus
23    // ------------------------------------------------------------------------
24    public  static void verschiebe(Punkt2 p, float dx, float dy) {
25       pln("Verschiebe Punkt  von   x: " +  p.x + ",  y: " +  p.y);
26       pln("                  um   dx: " +   dx + ", dy: " +   dy);
27       raus(p.x, p.y);
28       p.x += dx;
29       p.y += dy;
30       rein(p.x, p.y);
31       pln("                  nach  x: " +  p.x + ",  y: " +  p.y);
32       pln("Neuer Schwerpunkt bei   x: " + sp_x + ",  y: " + sp_y);
33       pln();
34    } // verschiebe
35    // ------------------------------------------------------------------------
36    private float x, y;
37    // ------------------------------------------------------------------------
38    Punkt2(float neues_x, float neues_y) {
39       rein(neues_x, neues_y);
40       x    = neues_x;
41       y    = neues_y;
42       pln("Neuen Punkt erzeugt mit x: " + x + ",  y: " + y);
43       pln("Neue  Anzahl aller Punkte: " + anzahlPunkte);
44       pln("Neuer Schwerpunkt bei   x: " + sp_x + ",  y: " + sp_y);
45       pln();
46    } // Konstruktor Punkt2
47    // ------------------------------------------------------------------------
48    Punkt2() {
49       this(0.0f, 0.0f);  // Aufruf eines anderen Konstruktors dieser Klasse
50    } // Konstruktor Punkt2
51    // ------------------------------------------------------------------------
52    public void verschiebe(float dx, float dy) {
53       pln("Verschiebe Punkt  von   x: " +    x + ",  y: " +    y);
54       pln("                  um   dx: " +   dx + ", dy: " +   dy);
55       raus(x, y);
56       x += dx;
57       y += dy;
58       rein(x, y);
59       pln("                  nach  x: " +    x + ",  y: " +    y);
60       pln("Neuer Schwerpunkt bei   x: " + sp_x + ",  y: " + sp_y);
```

```
61       pln();
62    } // verschiebe
63    // ---------------------------------------------------------------------
64    // Mehrere Methoden mit kurzen Namen:
65    static void pln(Object ob) {System.out.println(ob);}
66    static void pln()          {System.out.println();  }
67    // ---------------------------------------------------------------------
68 } // class Punkt2
```

Fragen zur Klasse Punkt2:

Geben Sie als Antwort auf die Fragen 1 bis 7 jeweils die *Anzahl* und *die Namen* der betreffenden Elemente an (möglichst übersichtlich auf einem extra Blatt):

Frage 1: Alle Elemente der Klasse `Punkt2` (Konstruktoren zählen *nicht* zu den Elementen!)
Frage 2: Klassenelemente
Frage 3: Objektelemente
Frage 4: Klassenattribute
Frage 5: Klassenmethoden
Frage 6: Objektattribute
Frage 7: Objektmethoden
Frage 8: Wie viele *Konstruktoren* hat die Klasse `Punkt2`? Wodurch unterscheiden sich diese Konstruktoren voneinander?

Die Fragen 9 bis 16 beziehen sich auf das folgende Programm:

```
 1 // ---------------------------------------------------------------------
 2 public class Punkt2Tst {
 3    public  static void main(String[] sonja) {
 4       Punkt2 p1 = new Punkt2(+1.0f, +4.0f);
 5       Punkt2 p2 = new Punkt2(+2.0f, +3.0f);
 6       Punkt2 p3 = new Punkt2(+3.0f, +2.0f);
 7       Punkt2 p4 = new Punkt2(+4.0f, +1.0f);
 8       Punkt2.verschiebe(p1, +3.0f, -3.0f);
 9       Punkt2.verschiebe(p4, -3.0f, +3.0f);
10    } // main
11 } // class Punkt2Tst
12 // ---------------------------------------------------------------------
```

Angenommen, der Ausführer hat das Programm `Punkt2Tst` bis Zeile 5 (einschliesslich) ausgeführt.

Frage 9: Wie viele *Module* existieren in diesem Moment und wie heissen diese Module?
Frage 10: Welchen *Wert* hat die Variable `Punkt2.anzahlPunkte` in diesem Moment?
Frage 11: Wie viele *Variablen* des Typs `float` existieren in diesem Moment? Wie heissen diese Variablen? (Für eine Variable namens `Y` in einem Modul namens `X` geben Sie als Namen bitte `X.Y` an).

Angenommen, der Ausführer hat das Programm `Punkt2Tst` bis Zeile 9 (einschliesslich) ausgeführt.

Frage 12: Wie viele *Module* existieren in diesem Moment und wie heissen diese Module?
Frage 13: Welchen *Wert* hat die Variable `Punkt2.anzahlPunkte` in diesem Moment?
Frage 14: Wie viele *Variablen* des Typs `float` existieren in diesem Moment? Wie heissen diese Variablen? (Für eine Variable namens `Y` in einem Modul namens `X` geben Sie als Namen bitte `X.Y` an).
Frage 15: Wie viele *Methoden* namens `verschiebe` gibt es in diesem Moment und wie heissen diese Methoden mit vollem Namen (gemeint sind hier Namen der Form `X.verschiebe`)?
Frage 16: Was gibt das Programm `Punkt2Tst` zum Bildschirm aus? Führen Sie das Programm mit Papier und Bleistift aus und ermitteln Sie wenigstens die ersten Zeilen der Ausgabe.

Lösung Klassen 1:

1. Alle Elemente der Klasse Punkt2: (11 Elemente): `anzahlPunkte`, `sp_x`, `sp_y`, `rein`, `raus`, `verschiebe`, `x`, `y`, `verschiebe`, `pln`, `pln`.
2. Klassenelemente (8 Stk.): `anzahlPunkte`, `sp_x`, `sp_y`, `rein`, `raus`, `verschiebe`, `pln`, `pln`.
3. Objektelemente (3 Stk.): `x`, `y`, `verschiebe`
4. Klassenattribute (3 Stk.): `anzahlPunkte`, `sp_x`, `sp_y`
5. Klassenmethoden (5 Stk.): `rein`, `raus`, `verschiebe`, `pln`, `pln`
6. Objektattribute (2 Stk.): `x`, `y`
7. Objektmethoden (1 Stk.): `verschiebe`
8. Wie viele *Konstruktoren* hat die Klasse `Punkt2`? Wodurch unterscheiden sich diese Konstruktoren voneinander? Zwei. Der erste Konstruktor hat *0 Parameter*, der zweite hat *2 Parameter*.
9. Wie viele Module existieren in diesem Moment und wie heissen diese Module? *Vier* Module. Sie heissen `Punkt2Tst`, `Punkt2`, `p1` und `p2`.
10. Welchen Wert hat die Variable `Punkt2.anzahlPunkte` in diesem Moment? Den *Wert 2*.
11. Wie viele Variablen des Typs `float` existieren in diesem Moment? Wie heissen diese Variablen? Es exist. *6* `float`-Variablen namens `Punkt2.sp_x`, `Punkt2.sp_y`, `p1.x`, `p1.y`, `p2.x`, `p2.y`
12. Wie viele Module existieren in diesem Moment und wie heissen diese Module? *Sechs* Module. Sie heissen Punkt2Tst, `Punkt2`, `p1`, `p2`, `p3` und `p4`.
13. Welchen Wert hat die Variable `Punkt2.anzahlPunkte` in diesem Moment? Den *Wert 4*.
14. Wie viele Variablen des Typs `float` existieren in diesem Moment? Wie heissen diese Variablen? Es exist. 10 `float`-Variablen namens `Punkt2`.sp_x, `Punkt2`.sp_y, `p1.x`, `p1.y`, ..., `p4.x`, `p4.y`
15. Wie viele Methoden namens `verschiebe` gibt es in diesem Moment und wie heissen diese Methoden mit vollem Namen ? Es existieren 5 `verschiebe`-Methoden. Sie heissen (mit vollen Namen) `Punkt2.verschiebe`, `p1.verschiebe`, `p2.verschiebe`, `p3.verschiebe` und `p4.verschiebe`.
16. Was gibt das Programm `Punkt2Tst` zum Bildschirm aus?

```
13 Neuen Punkt erzeugt mit x: 1.0,  y: 4.0
14 Neue  Anzahl aller Punkte: 1
15 Neuer Schwerpunkt bei   x: 1.0,  y: 4.0
16
17 Neuen Punkt erzeugt mit x: 2.0,  y: 3.0
18 Neue  Anzahl aller Punkte: 2
19 Neuer Schwerpunkt bei   x: 1.5,  y: 3.5
20
21 Neuen Punkt erzeugt mit x: 3.0,  y: 2.0
22 Neue  Anzahl aller Punkte: 3
23 Neuer Schwerpunkt bei   x: 2.0,  y: 3.0
24
25 Neuen Punkt erzeugt mit x: 4.0,  y: 1.0
26 Neue  Anzahl aller Punkte: 4
27 Neuer Schwerpunkt bei   x: 2.5,  y: 2.5
28
29 Verschiebe Punkt  von   x: 1.0,  y: 4.0
30                   um   dx: 3.0, dy: -3.0
31                   nach  x: 4.0,  y: 1.0
32 Neuer Schwerpunkt bei   x: 3.25,  y: 1.75
33
34 Verschiebe Punkt  von   x: 4.0,  y: 1.0
35                   um   dx: -3.0, dy: 3.0
36                   nach  x: 1.0,  y: 4.0
37 Neuer Schwerpunkt bei   x: 2.5,  y: 2.5
```

Übung Deutsch 1:

Kleinere Befehle werden im Abschnitt1.5 des Buches ins Deutsche übersetzt. Hier wird zum ersten Mal eine ganze Klasse übersetzt. Betrachten Sie dazu die folgende Vereinbarung einer Klasse:

```
 1  class Karoline {
 2     private static int   anna  = 17;
 3     public  static float berta = 12.34;
 4     private        int   carl  = 25;
 5     private        float dirk;
 6     public  static void  erika() {
 7        anna = (anna * 2) / 3;
 8        pln("Hallo! " + anna + berta);
 9     }
10     public         int   fritz(int n) {
11        carl = carl * 2 / 3;
12        return carl;
13     }
14  } // class Karoline
```

Diese Vereinbarung ist ein *Befehl* (des Programmierers an den Ausführer), den man etwa so ins Deutsche übersetzen kann:
Erzeuge eine Klasse namens `Karoline`, die die folgenden Vereinbarungen enthält:
1. Vereinbarungen von Klassenelementen:
1.1. Erzeuge eine private Variable namens `anna` vom Typ `int` mit dem Anfangswert 17.
1.2. Erzeuge eine öffentliche Variable namens `berta` vom Typ `float` mit dem Anfangswert 12.34.
1.3. Erzeuge eine Methode namens `erika`, die keine Parameter hat und kein Ergebnis liefert und aus den folgenden Befehlen besteht:
1.3.1. Berechne den Wert des Ausdrucks `(anna * 2)/3` und tue diesen Wert in die Variable `anna`.
1.3.2. Berechne den Wert des Ausdrucks `"Hallo! " + anna + berta`, nimm diesen Wert als Parameter und führe damit die Methode `println` aus dem Objekt `out` aus der Klasse `System` aus.
2. Vereinbarungen von Objektelementen:
2.1. Erzeuge eine private Variable namens `carl` vom Typ `int` mit dem Anfangswert 25.
2.2. Erzeuge eine private Variable namens `dirk` vom Typ `float` (mit dem Standard-Anfangswert 0.0).
2.3. Erzeuge eine öffentliche Methode namens `fritz`, die einen `int`-Parameter namens `n` hat, ein Ergebnis vom Typ `int` liefert und aus den folgenden Befehlen besteht:
2.3.1. Berechne den Wert des Ausdrucks `n * 2 / 3` und tue ihn in die Variable `carl`.
2.3.2. Berechne den Wert des Ausdrucks `carl` und liefere ihn als Ergebnis der Methode `fritz`.

Offensichtlich ist die deutsche Version dieses Befehls deutlich länger als die Java-Version (das war auch ein Grund dafür, Java zu erfinden statt Programme auf Deutsch zu schreiben).

Übersetzen Sie entsprechend die folgende Klassenvereinbarung ins Deutsche:

```
15  class Yehyahan {
16     private        long   wisam;
17     public         double erdogan = 99.9;
18     private static String selemon = "Hallo! ";
19     public         void   ertan(String s) {
20        wisam = erdogan / 3.0 + 17;
21        pln(selemon + s);
22     }
23     public         void   selcuk() {
24        pln("Ihr Name?");
25        String name = EM.liesString();
26        ertan(name);
27     }
28     public          long  raed() {
29        return wisam;
30     }
31  } // class Yehyahan
```

Lösung Deutsch 1:

Übersetzung der Vereinbarung der Klasse `Yehyahan` ins Deutsche:
Erzeuge ein Klasse namens `Yehyahan`, die folgende Vereinbarungen enthält:
1. Vereinbarungen von *Klassenelementen*:

1.1. Erzeuge eine `private String`-Variable namens `selemon` , die anfänglich den Zielwert `"Hallo! "` hat.

2. Vereinbarungen von *Objektelementen*:

2.1. Erzeuge eine `long`-Variable namens `wisam`.
2.2. Erzeuge eine `double`-Variable `erdogan` mit dem Anfangswert `99.9`.
2.3. Erzeuge eine öffentliche Methode namens `ertan`, die einen `String`-Parameter namens `s` hat, kein Ergebnis liefert und aus den folgenden Befehlen besteht:
2.3.1. Berechne den Wert des Ausdrucks `erdogan / 3.0 + 17` und weise ihn der Variablen `wisam` zu.
2.3.2. Berechne den Wert des Ausdrucks `selemon + s`, nimm ihn als Parameter und führe damit die Methode `println` aus dem Objekt `out` aus der Klasse `System` aus.
2.4. Erzeuge eine öffentliche Methode namens `selcuk`, die keine Parameter hat und kein Ergebnis liefert und aus den folgenden Befehlen besteht:
2.4.1. Berechne den Wert des Ausdrucks `"Ihr Name?"`, nimm ihn als Parameter und führe damit die Methode `pln` aus.
2.4.2. Berechne den Wert des Ausdrucks `EM.liesString()` und erzeuge eine `String`-Variable namens `name` mit diesem Wert als Anfangs-Zielwert.
2.4.3. Berechne den Wert des Ausdrucks `name`, nimm ihn als Parameter und führe damit die Methode `ertan` (die sich im aktuellen Objekt `this` befindet) aus.
2.5. Erzeuge eine öffentliche Methode namens `raed`, die keine Parameter hat, ein Ergebnis vom Typ `long` liefert und aus dem folgenden Befehl besteht:
2.5.1. Berechne den Wert des Ausdrucks `wisam` und liefere ihn als Ergebnis der Methode `raed`.

Übung Klassen 2:

1. Führen Sie die folgende Befehlsfolge mit Papier und Bleistift (notfalls mit Papier und einem Kuli :-) aus. Geben Sie als Lösung dieser Aufgabe an, welche Werte die Komponenten der Reihung `otto` nach Ausführung aller Befehle haben:

```
1 int[] otto = new int[] {10, 17, 24, 31, 14, 27};
2 for (int i=1; i < otto.length-2; i++) {
3    if (otto[i] % 3 != 0) {
4       otto[i]++;
5       i--;
6    }
7 }
```

2. Betrachten Sie die folgende Klasse `EM00`:

```
 8 // Datei EM00.java
 9 //------------------------------------------------------------------------
10 // Ein Modul. der Methoden zum Einlesen von der Standardeingabe zur
11 // Verfuegung stellt. Eingelesen werden koennen Werte der folgenden Typen:
12 // String, int, float und boolean.
13 //------------------------------------------------------------------------
14 import java.io.InputStreamReader;
15 import java.io.BufferedReader;
16 import java.io.IOException;
17
18 public class EM00 {
19    // ---------------------------------------------------------------------
20    // Stellt den Kollegen Unterprogramme zur Verfuegung, mit denen man
21    // Strings, Ganzzahlen, Bruchzahlen und Wahrheitswerte von der
22    // Standardeingabe einlesen kann.
23    // ---------------------------------------------------------------------
24    static public String liesString() throws IOException {
25       return Bernd.readLine();
26    }
27    // ---------------------------------------------------------------------
28    static public int liesInt() throws IOException {
29       return Integer.parseInt(Bernd.readLine());
30    }
31    // ---------------------------------------------------------------------
32    static public float liesFloat() throws IOException {
33       return Float.parseFloat(Bernd.readLine());
34    }
35    // ---------------------------------------------------------------------
36    static public boolean liesBoolean() throws IOException {
37       return Boolean.valueOf(Bernd.readLine()).booleanValue();
38    }
39    // ---------------------------------------------------------------------
40    static InputStreamReader Inge  = new InputStreamReader(System.in);
41    static BufferedReader    Bernd = new BufferedReader(Inge);
42    // ---------------------------------------------------------------------
43 } // end class EM00
```

Geben Sie als Antwort auf die Fragen 1 bis 4. jeweils die *Anzahl* und die *Namen* der betreffenden Elemente an:

1. Klassenattribute
2. Klassenmethoden
3. Objektattribute
4. Objektmethoden

5. Schreiben Sie zusätzliche Methoden namens `liesShort`, `liesLong` und `liesDouble`, die man zur Klasse `EM00` hinzufügen könnte. Mit diesen zusätzlichen Methoden soll man einen Wert vom Typ `short` (bzw. `long` bzw `double`) von der Standardeingabe einlesen können. Orientieren Sie sich

beim Schreiben der zusätzlichen Methoden an der Methode `liesInt` (und nicht an `liesString` oder `liesBoolean`).

6. Betrachten Sie die Klasse `IntRech01` (siehe unten). Programmieren Sie ein Klassen namens `IntRech02` als Erweiterung (d.h. als Unterklasse) der Klasse `IntRech01`. Die neue Klasse `IntRech02` soll zusätzliche Methoden namens `mul` und `div` enthalten, mit denen man `int`-Werte *sicher* multiplizieren bzw. dividieren kann.

7. Schreiben Sie ein Programm namens `BigInteger03`, welches eine `int`-Zahl `n` von der Standardeingabe einliest, die Fakultät von `n` (das Produkt aller Ganzzahlen von `1` bis `n`, einschliesslich) als Objekt des Typs `BigInteger` berechnet und zur Standardausgabe ausgibt. Orientieren Sie sich beim Schreiben dieses Programms am Programm `BigInteger01` (siehe unten und bei den Beispielprogrammen). Zur Vereinfachung dieser Aufgabe sei festgelegt: Falls die eingelesene `int`-Zahl `n` kleiner oder gleich 0 ist, soll als Ergebnis die Zahl `1` ausgegeben werden.

Erweiterung der vorigen Übung:

8. Lesen Sie (in Ihrem Programm `BigInteger03`) wiederholt `int`-Werte und geben Sie deren Fakultät aus, bis der Benutzer eine `0` eingibt.

Falls der Benutzer eine *negative* Ganzzahl eingibt, sollte eine kleine Fehlermeldung ausgegeben und das Programm fortgesetzt werden.

Geben Sie nicht nur die Fakultät selber aus, sondern zusätzlich auch die *Anzahl ihrer Dezimalziffern* (dazu gibt es in der Klasse `BigInteger` hilfreiche Methoden).

Geben Sie zusätzlich auch noch aus, wie viele *Binärziffern* man braucht, um die gerade ausgegebene Fakultät darzustellen. Siehe dazu die Methode `bitLength` in der Klasse `BigInteger`.

Das Programm `IntRech01`:

```
44 public class IntRech01 {
45    // ------------------------------------------------------------------------
46    static public int add(int n1, int n2) throws ArithmeticException {
47       long erg = (long) n1 + (long) n2; // Hier wird sicher addiert!
48       pruefeObInt(erg);   // Falls noetig wird eine Ausnahme ausgeloest!
49       return (int) erg;
50    } // add
51    // ------------------------------------------------------------------------
52    static public int sub(int n1, int n2) throws ArithmeticException {
53       long erg = (long) n1 - (long) n2; // Hier wird sicher subtrahiert!
54       pruefeObInt(erg);   // Falls noetig wird eine Ausnahme ausgeloest!
55       return (int) erg;
56    } // sub
57    // ------------------------------------------------------------------------
58    static protected void pruefeObInt(long g) throws ArithmeticException {
59       // Loest eine Ausnahme ArithmeticException aus, falls man g nicht
60       // in einen int-Wert umwandeln kann.
61       if (g < Integer.MIN_VALUE || Integer.MAX_VALUE < g) {
62          throw new ArithmeticException(g + " ist kein int-Wert!");
63       }
64    } // pruefeObInt
65    // ------------------------------------------------------------------------
66    static public void main(String[] sonja) {
67       // Kleiner Test der Methoden add und sub:
68       int int01 = 1000 * 1000 * 1000; // 1 Milliarden
69       int int02 = 2000 * 1000 * 1000; // 2 Milliarden
70
71       pln("A int02 - int01: " + sub(int02, int01));
72       pln("B int02 + 12345: " + add(int02, 12345));
73       pln("C int02 + int01: " + add(int02, int01));
74    } // main
75    // ------------------------------------------------------------------------
76 } // class IntRech02
```

Das Programm `BigInteger01`:

```
 1 import java.math.BigInteger;
 2
 3 public class BigInteger01 {
 4    // ---------------------------------------------------------------------
 5    static public void main(String[] emil) throws
 6       java.io.IOException,
 7       java.lang.ArithmeticException,
 8       java.lang.NumberFormatException
 9    {
10       pln("A BigInteger01: Jetzt geht es los!");
11
12       while (true) {
13          pln("B Zum Beenden bitte 0 eingeben!");
14          p  ("C BigInteger BI1? ");
15          BigInteger bi1 = EM.liesBigInteger();
16       if (bi1.compareTo(BigInteger.ZERO) == 0) break;
17          p  ("D BigInteger BI2? ");
18          BigInteger bi2 = EM.liesBigInteger();
19
20          pln("E BI1:            " + bi1);
21          pln("F BI2:            " + bi2);
22
23          pln("G BI1  +  BI2:    " + bi1.add(bi2));
24          pln("H BI1  -  BI2:    " + bi1.subtract(bi2));
25          pln("I BI1  *  BI2:    " + bi1.multiply(bi2));
26          pln("J BI1  /  BI2:    " + bi1.divide(bi2));
27
28          // Die Methode divideAndRemainder liefert eine Reihung mit zwei
29          // Komponenten vom Typ BigInteger: den Quotienten und den Rest.
30          BigInteger[] bir = bi1.divideAndRemainder(bi2);
31          pln("K BI1  d  BI2:    " + bir[0]); // d wie divide
32          pln("L BI1  r  BI2:    " + bir[1]); // r wie remainder
33
34          // Die Methode mod wirft eine Ausnahme ArithmeticException, wenn
35          // der zweite Operand (der Modulus) negativ ist. Man beachte den
36          // subtilen Unterschied zwischen den beiden Restfunktionen rem
37          // (d.h. divideAndRemainder) und mod!
38          pln("M BI1 mod BI2:    " + bi1.mod(bi2));
39       } // while
40       pln("N BigInteger01: Das war's erstmal!");
41    } // end main
```

Lösung Klassen 2:

1. Nach Ausführung aller Befehle haben die Komponenten der Reihung `otto` folgende Werte:
`10, 18, 24, 30, 14, 27`.

Anzahl und Namen verschiedener Elemente der Klasse `Lesen`:

1. Klassenattribute: 2 Stück: `Inge`, `Bernd`
2. Klassenmethoden: 4 Stück: `liesString`, `liesInt`, `liesFloat`, `liesBoolean`
3. Objektattribute: 0
4. Objektmethoden: 0

5. Die zusätzlichen Klassenmethoden für die Klasse `Lesen`:

```
 1    // ---------------------------------------------------------------------
 1    static public short  liesShort() throws IOException {
 2       return Short.parseShort(Bernd.readLine());
 3    }
 4    // ---------------------------------------------------------------------
 5    static public long   liesLong() throws IOException {
 6       return Long.parseLong(Bernd.readLine());
 7    }
 8    // ---------------------------------------------------------------------
 9    static public double liesDouble() throws IOException {
10       return Double.parseDouble(Bernd.readLine());
11    }
```

6. Die Klasse `IntRech02`:

```
12 // Datei IntRech02.java
13 // ---------------------------------------------------------------------
14 // Die Klasse IntRech01 wird um Methoden zum sicheren Multiplizieren und
15 // Dividieren erweitert zur Klasse IntRech02.
16 // ---------------------------------------------------------------------
17 class IntRech02 extends IntRech01 {
18    // ---------------------------------------------------------------------
19    static public int mul(int i1, int i2) throws ArithmeticException {
20       long n1  = i1;
21       long n2  = i2;
22       long erg = n1 * n2; // Hier wird sicher multipliziert!
23       pruefeObInt(erg);   // Falls noetig wird eine Ausnahme ausgeloest!
24       return (int) erg;
25    } // mul
26    // ---------------------------------------------------------------------
27    static public int div(int i1, int i2) throws ArithmeticException {
28       long n1  = i1;
29       long n2  = i2;
30       long erg = n1 / n2; // Hier wird sicher dividiert!
31       pruefeObInt(erg);   // Falls noetig wird eine Ausnahme ausgeloest!
32       return (int) erg;
33    } // div
34    // ---------------------------------------------------------------------
35 } // class IntRech02
36
```

7. Hier das Programm `BigInteger03`:

```
 1 // Datei BigInteger03.java
 2 // ------------------------------------------------------------------------
 3 // Liest eine Ganzzahl vom Typ int ein und gibt deren Fakultaet aus (als
 4 // Zahl vom Typ BigInteger). Gibt ausserdem die Laenge des Ergebnisses (die
 5 // Anzahl der Dezimalziffern und die Anzahl der noetigen Binaerziffern) aus.
 6 // ------------------------------------------------------------------------
 7 import java.math.BigInteger;
 8
 9 class BigInteger03 {
10    static public void main(String[] sonja) throws java.io.IOException {
11       pln("BigInteger03: Jetzt geht es los!");
12
13       while (true) {
14          p  ("Eine Ganzzahl n (0 zum Beenden): ");
15          int n = EM.liesInt();
16          if (n == 0) break;
17          if (n < 0) {
18             pln("Die Zahl " + n + " ist zu klein!");
19             continue;
20          }
21
22          BigInteger erg    = new BigInteger("1");
23          BigInteger faktor = new BigInteger("1");
24
25          for (int i=1; i < n; i++) {
26             faktor = faktor.add(BigInteger.ONE);
27             erg    = erg.multiply(faktor);
28          }
29
30          String ergString = erg.toString();
31          p  ("Die Fakultaet von " + n + " ist gleich: ");
32          pln(ergString);
33          int laengeD = ergString.length();
34          int laengeB = erg.bitLength();
35          pln("Laenge (in Dezimalziffern)     : " + laengeD);
36          pln("Laenge (in Binaerziffern)      : " + laengeB);
37       } // while
38
39       pln("BigInteger03: Das war's erstmal!");
40    } // main
41 } // class BigInteger03
42 /* ------------------------------------------------------------------------
```

Übung Klassen 3:

Vererbung zwischen Klassen wird im Kapitel 12 des Buches behandelt.

1. Betrachten Sie die folgenden Vereinbarungen der drei Klassen A, B und C:

```
1  class A           {int    n; ...}
2  class B extends A {float  f; ...}
3  class C extends A {double d; ...}
```

Welche der folgenden Sätze sind wahr (richtig, korrekt) und welche sind falsch?

1.01. A ist *eine* Unterklasse von B. 1.02. A ist *die* Unterklasse von B.
1.03. B ist *eine* Unterklasse von A. 1.04. B ist *die* Unterklasse von A.
1.05. A ist *eine* direkte Oberklasse von B. 1.06. A ist *die* direkte Oberklasse von B.
1.07. B ist *eine* direkte Oberklasse von A. 1.08. B ist *die* direkte Oberklasse von A.
1.09. Die Klasse A *enthält mehr Elemente* als die Klasse B.
1.10. Die Klasse B *enthält mehr Elemente* als die Klasse A.
1.11. Jedes Objekt der Klasse A ist auch ein Objekt der Klasse B.
1.12. Jedes Objekt der Klasse B ist auch ein Objekt der Klasse A.
1.13. Zur Klasse A gehören immer (gleich viel oder) mehr Objekte als zu B.
1.14. Zur Klasse B gehören immer (gleich viel oder) mehr Objekte als zu A.

2. Diese Aufgabe bezieht sich auf die Klassen `E01Punkt`, `E01Quadrat` etc. aus dem Abschnitt 12.3 des Buches.

```
 1  class Ueb_Klassen3 {
 2     static public main main(String[] sonja) {
 3        E01Punkt p1 = new E01Quadrat(0.0, 0.0, 1.0);
 4        ...
 5        p1 = new E01Rechteck(0.5, 1.5, 2.5, 4.0);
 6        ...
 7        p1 = new E01Punkt(1.0, 0.0);
 8        ...
 9        p1 = new E01Kreis(0.0, 1.0, 2.0);
10        ...
```

2.1. Welchen *Typ* hat die Variable `p1`?

2.2. Welchen *Zieltyp* hat die Variable `p1`, wenn der Ausführer gerade damit fertig ist, die *Zeile 3* auszuführen?

2.3. Ebenso für *Zeile 5*. 2.4. Ebenso für *Zeile 7*. 2.5. Ebenso für *Zeile 9*.

2.6. In welche der Zeilen 4, 6, 8 und 10 dürfte man die folgende Vereinbarung schreiben:

```
String t = p1.text();
```

und welchen *Zielwert* (nicht Wert!) hätte t jeweils?

2.7. In welche der Zeilen 4, 6, 8 und 10 dürfte man die folgende Vereinbarung schreiben:

```
String s = p1.toString();
```

und welchen *Zielwert* (nicht Wert!) hätte `s` jeweils?

2.8. In welche der Zeilen 4, 6, 8 und 10 dürfte man die folgende Vereinbarung schreiben:

```
double u = ((E01Rechteck) p1).getUmfang();
```

und welchen *Wert* (nicht Zielwert!) hätte `u` jeweils?

Lösung Klassen 3:

1. Nur die folgenden Sätze sind wahr (richtig, korrekt):

1.03. B ist *eine* Unterklasse von A.
1.06. A ist *die* direkte Oberklasse von B.
1.10. Die Klasse *B* enthält mehr Elemente als die Klasse A.
1.12. Jedes Objekt der Klasse *B* ist auch ein Objekt der Klasse *A*.
1.13. Zur Klasse A gehören immer (gleich viel oder) mehr Objekte als zu B.

2.1. Die Variable `p1` hat den Typ `Punkt`.
2.2. Nach Zeile 4 hat `p1` den Zieltyp `Quadrat`.
2.3. Nach Zeile 6 hat `p1` den Zieltyp `Rechteck`.
2.4. Nach Zeile 8 hat `p1` den Zieltyp `Punkt`.
2.5. Nach Zeile 10 hat `p1` den Zieltyp `Kreis`.

2.6. Die Vereinbarung von `t` ist in jeder der 4 Zeilen erlaubt (aber natürlich nur in einer davon).

Vereinbart in Zeile 4 hätte `t` den Zielwert `"(0.0, 0.0)"`
Vereinbart in Zeile 6 hätte `t` den Zielwert `"(0.5, 1.5)"`
Vereinbart in Zeile 8 hätte `t` den Zielwert `"(1.0, 0.0)"`
Vereinbart in Zeile 10 hätte `t` den Zielwert `"(0.0, 1.0)"`

2.7. Die Vereinbarung von `s` ist in jeder der 4 Zeilen erlaubt (aber natürlich nur in einer davon).

Vereinbart in Zeile 4 hätte `s` den Zielwert
```
"Quadrat,  Mittelpunkt bei: (0.0, 0.0), Seitenlaenge: 2.0"
```
Vereinbart in Zeile 6 hätte `s` den Zielwert
```
"Rechteck, Mittelpunkt bei: (0.5, 1.5), x-Seite: 2.5, y-Seite: 4.0"
```
Vereinbart in Zeile 8 hätte `s` den Zielwert
```
"Punkt: (1.0, 0.0)"
```
Vereinbart in Zeile 10 hätte `s` den Zielwert
```
"Kreis,    Mittelpunkt bei: (0.0, 1.0), Radius: 2.0"
```

2.8. Die Vereinbarung von `u` ist in jeder der 4 Zeilen erlaubt, löst aber in Zeile 8 bzw. 10 zur Laufzeit eine Ausnahme aus.

Vereinbart in Zeile 4 hätte `u` den Wert `4.0`
Vereinbart in Zeile 6 hätte `u` den Wert `13.0`

Der Compiler erlaubt es, dass man die Vereinbarung von `u` in die Zeile 8 schreibt, aber zur Laufzeit löst der Cast-Befehl `(E01Rechteck) p1` eine Ausnahme (vom Typ `ClassCastException`) aus (weil `p1` den Zieltyp `E01Punkt` hat, ein `E01Punkt`-Objekt aber kein `E01Rechteck`-Objekt ist).

Der Compiler erlaubt es, dass man die Vereinbarung von `u` in die Zeile 10 schreibt, aber zur Laufzeit löst der Cast-Befehl `(E01Rechteck) p1` eine Ausnahme (vom Typ `ClassCastException`) aus (weil `p1` den Zieltyp `E01Kreis` hat, ein `E01Kreis`-Objekt aber kein `E01Rechteck`-Objekt ist).

Übung Strings 1:

Die Klasse `String` wird im Abschnitt 10.1 des Buches behandelt.

1. Wie viele Konstruktoren hat die Klasse `StringBuilder`? Schauen Sie in ihrer Lieblingsdokumentation der Java-Standardklassen nach.

2. Wie viele Konstruktoren hat die Klasse `String`?

3. In der Klasse `String` gibt es eine Methode `String valueOf(char[] data)`. Geben Sie eine Befehlsfolge an, in der diese Methode aufgerufen wird.

4. Ebenso für die Methode `char charAt(int index)`.

5. Welche Zielwerte haben die `String`-Variablen `s1` bis `s3` nach den folgenden Vereinbarungen:

```
1 String sonja = new String("Hallo!");
2 String s1    = sonja.substring(0, sonja.length());
3 String s2    = sonja.substring(1, 6);
4 String s3    = sonja.substring(1, 1);
```

6. Ergänzen Sie das folgende "Skelett" zu einer Methode:

```
5 String wiederhole(char zeichen, int anzahl) {
6 // Liefert einen String, der aus anzahl vielen zeichen besteht.
7 // Falls anzahl kleiner oder gleich 0 ist, wird ein leerer String
8 // als Ergebnis geliefert.
9    ...
10 } // wiederhole
```

7. Schreiben Sie drei Methoden, die den folgenden Skeletten entsprechen:

```
11 static public String linksBuendig(String s, int len) {
12 // Falls s.length groesser oder gleich len ist, wird s unveraendert
13 // als Ergebnis geliefert. Sonst werden an der rechten Seite von s
14 // soviele Blanks angehaengt, dass ein String der Laenge len entsteht.
15 // Dieser wird als Ergebnis geliefert.
16    ...
17 }
18
19 static public String rechtsBuendig(String s, int len) {
20 // Falls s.length groesser oder gleich len ist, wird s unveraendert
21 // als Ergebnis geliefert. Sonst werden an der linken Seite von s
22 // soviele Blanks angehaengt, dass ein String der Laenge len entsteht.
23 // Dieser wird als Ergebnis geliefert.
24    ...
25 }
26
27 static public String zentriert(String s, int len) {
28 // Falls s.length groesser oder gleich len ist, wird s unveraendert
29 // als Ergebnis geliefert. Sonst werden links und rechts von s soviele
30 // Blanks angehaengt, dass ein String der Laenge len entsteht. Dieser
31 // wird als Ergebnis geliefert. Falls moeglich werden links und rechts von
32 // s gleich viel Blanks angehaengt, und sonst rechts eins mehr als links.
33    ...
34 }
```

Lösung Strings 1:

1. Die Klasse `StringBuilder` hat *4 Konstruktoren*.

2. Die Klasse `String` hat *13 Konstruktoren*, davon zwei "Auslaufmodelle" (deprecated), die man nicht mehr verwenden soll.

3. Eine Befehlsfolge mit `valueOf`:

```
1 char[] otto = {'H', 'a', 'l', 'l', 'o', '!'};
2 String emil = String.valueOf(otto);
```

4. Eine Befehlsfolge mit `charAt`:

```
3 String sonja = new String("Hallo!");
4 char   c     = sonja.charAt(1);
```

5. Zielwerte der Stringvariablen: `s1` hat den Zielwert `"Hallo!"`
`s2` hat den Zielwert `"allo!"`
`s3` hat den Zielwert `""`

6. Die Methode `wiederhole`:

```
 5    static String wiederhole(char zeichen, int anzahl) {
 6       // Liefert einen String, der aus anzahl vielen zeichen besteht.
 7       // Falls anzahl kleiner oder gleich 0 ist, wird ein leerer
 8       // String als Ergebnis geliefert.
 9
10       if (anzahl <= 0) return "";
11       char[] erg = new char[anzahl];
12       for (int i=0; i<erg.length; i++) erg[i] = zeichen;
13       // Oder:
14 //    Arrays.fill(erg, zeichen);
15       return new String(erg);
16    }
```

7. Die Methoden `linksBuendig`, `rechtsBuendig` und `zentriert`:

```
17    static String linksBuendig(String s, int len) {
18       // Liefert eine Kopie von s, die die Laenge len hat. Falls noetig
19       // werden rechts Blanks angehaengt. Falls s.length() groesser oder
20       // gleich len ist, wird eine (unveraenderte) Kopie von s geliefert.
21       if (s.length() >= len) return s;
22       String blanks = wiederhole(' ', len - s.length());
23       return s + blanks;
24    }
25
26    static String rechtsBuendig(String s, int len) {
27       // Liefert eine Kopie von s, die die Laenge len hat. Falls noetig
28       // werden links Blanks angehaengt. Falls s.length() groesser oder
29       // gleich len ist, wird eine (unveraenderte) Kopie von s geliefert.
30       if (s.length() >= len) return s;
31       String blanks = wiederhole(' ', len - s.length());
32       return blanks + s;
33    }
34    static String zentriert(String s, int len) {
35       // Liefert eine Kopie von s, die die Laenge len hat. Falls noetig
36       // werden links und rechts Blanks angehaengt (im Falle einer ungeraden
37       // Anzahl rechts eins mehr als links). Falls s.length() groesser oder
38       // gleich len ist, wird eine (unveraenderte) Kopie von s geliefert.
39       if (s.length() >= len) return s;
40       String blanks  = wiederhole(' ', len - s.length());
41       int    halb    = blanks.length() / 2;
42       String linksb  = blanks.substring(0, halb);
43       String rechtsb = blanks.substring(halb);
44       return linksb + s + rechtsb;
45    }
```

Übung Ausnahmen 1:

Ausnahmen werden im Kapitel 15 des Buches behandelt.

1. Führen Sie das Programm `Ausnahmen20` (siehe nächste Seite) mit Papier und Bleistift aus. Nehmen Sie dabei an, dass der Benutzer die Zahl `6` eingibt (für den Lesebefehl in Zeile 30 bzw. in Zeile 17). Geben Sie alle Zeilen an, die in diesem Fall zur Standardausgabe (zum Bildschirm) ausgegeben werden.

2. Ebenso wie 1., aber mit der Zahl `7` als Eingabe.

3. Ebenso wie 1., aber mit der Eingabe `abc`.

4. Führen Sie die folgende Befehlsfolge mit Papier und Bleistift aus und geben Sie an, was zur Standardausgabe (zum Bildschirm) ausgegeben wird:

```
1    for (int i1=3; i1<7; i1++) {
2       for (int i2=2; i2<=4; i2++) {
3          if ((i1 % 2) == (i2 % 2)) {
4             p("(" + i1 + ", " + i2 + ")  ");
5          }
6       }
7    }
8    pln();
```

5. Betrachten Sie die folgende Vereinbarung einer Klasse:

```
 9 class Carl {
10    static int   stefan     = 17;
11    static float stanislaus = 1.5;
12    int   inga  = 27;
13    float irene = 3.8;
14 }
```

5.1. Welche Elemente der Klasse `Carl` gehören zum Modul `Carl`?

5.2. Welche Elemente der Klasse `Carl` gehören zum Bauplan (zum Typ) `Carl`?

5.3. Zeichnen Sie zwei Objekte der Klasse `Carl` als Bojen. Diese Objekte sollen `otto` bzw. `emil` heissen. Zeichnen Sie in beiden Objekten auch das `this`-Element ein.

6. Ergänzen Sie das folgenden Methoden-Skelett um einen geeigneten Methoden-Rumpf:

```
15 public String nurUngerade(String s) {
16    // Liefert einen String, der nur die Zeichen von s enthaelt, die einen
17    // ungeraden Index haben. Beispiel:
18    // nurUngerade("ABCDEFG") ist gleich "BDF"
19    ...
20 }
```

Hinweis: Eine Ausnahme des Typs `NumberFormatException` enthält eine Meldung der folgenden Form: `"For input string xyz"` (wobei `"xyz"` der String ist, der nicht umgewandelt werden konnte).

Das Programm Ausnahmen20:

```
 1 // Vereinbarung einer geprüften Ausnahmeklasse:
 2 class ZahlIstUngerade extends Exception {
 3    public  ZahlIstUngerade(String s, int n) {super(s); zahl = n;}
 4    public  int getZahl() {return zahl;}
 5    private int zahl = 0;
 6 } // class ZahlIstUngerade
 7 // ---------------------------------------------------------------------
 8 public class Ausnahmen20 {  // Die Hauptklasse dieses Programms
 9    // ---------------------------------------------------------------------
10    static public int liesEineGeradeZahl() throws
11       java.io.IOException, // Wenn die Tastatur Feuer faengt
12       ZahlIstUngerade      // Wenn die Eingabe eine ungerade Zahl ist
13       // Liest eine gerade Ganzzahl von der Standardeingabe ein und
14       // liefert sie als Ergebnis.
15    {
16
17       String einGabeS = EM.liesString();
18       // Die Methode Integer.decode wirft evtl. eine NumberFormatException:
19       int    einGabeI = Integer.decode(einGabeS);
20       if (einGabeI % 2 != 0) throw                          //   <--- throw
21          new ZahlIstUngerade("Verflixt!!!", einGabeI);
22       return einGabeI;
23    } // liesEineGeradeZahl
24    // ---------------------------------------------------------------------
25    static public void main(String[] sonja) {
26       p("Ausnahmen20: Eine gerade Zahl? ");
27       int zahl = 0;
28
29       try {                                                 //     <--- try
30          zahl = liesEineGeradeZahl();
31          pln(zahl + " ist eine sehr gute Eingabe!");
32       }
33       catch (ZahlIstUngerade Ziu) {                         //   <--- catch
34          pln("Ihre Eingabe " + Ziu.getZahl() + " ist ungerade!");
35          pln(Ziu.getMessage());
36       }
37       catch (java.io.IOException IOEx) {                    //   <--- catch
38          pln("Eine Ausnahme des Typs java.io.IOException trat auf!");
39          pln(IOEx.getMessage());
40       }
41       catch (java.lang.NumberFormatException NFE) {         //   <--- catch
42          pln("NumberFormatException, Meldung: " + NFE.getMessage());
43          pln("Diese Ausnahme wird propagiert!");
44          throw NFE; // Die Ausnahme NFE wird propagiert     //   <--- throw
45       }
46       finally {                                             // <--- finally
47          pln("Diese Meldung erscheint auf jeden Fall!");
48       }
49
50       // Die folgende Meldung wird nicht ausgegeben wenn das Programm mit
51       // einer NumberFormatException abgebrochen wird:
52       pln("Ausnahmen20: Das war's erstmal!");
53    } // main
54 } // class Ausnahmen20
```

Lösung Ausnahmen 1:

1. Ein Dialog mit dem Programm `Ausnahmen20`:

```
1 Ausnahmen20: Eine gerade Zahl? 6
2 6 ist eine sehr gute Eingabe!
3 Diese Meldung erscheint auf jeden Fall!
4 Ausnahmen20: Das war's erstmal!
```

2. Noch ein Dialog mit dem Programm `Ausnahmen20`:

```
5 Ausnahmen20: Eine gerade Zahl? 7
6 Ihre Eingabe 7 ist ungerade!
7 Verflixt!!!
8 Diese Meldung erscheint auf jeden Fall!
9 Ausnahmen20: Das war's erstmal!
```

3. Noch ein Dialog mit dem Programm `Ausnahmen20`:

```
10 Ausnahmen20: Eine gerade Zahl? abc
11 NumberFormatException, Meldung: For input string: "abc"
12 Diese Ausnahme wird propagiert!
13 Diese Meldung erscheint auf jeden Fall!
```

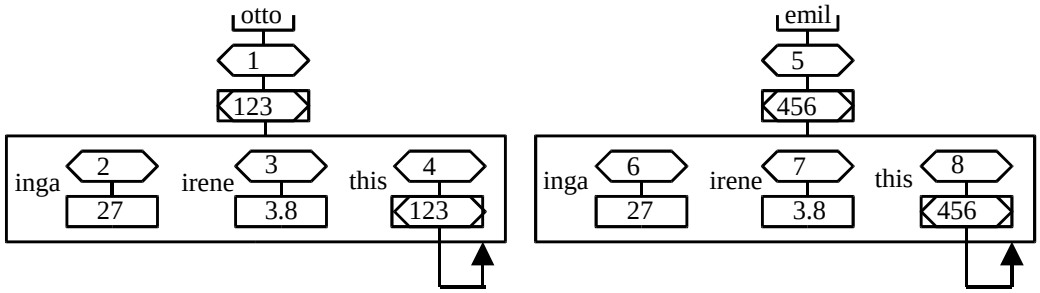
4. Die Ausgabe der doppelten Schleife:

```
14 (3, 3)  (4, 2)  (4, 4)  (5, 3)  (6, 2)  (6, 4)
```

5.1. Die Elemente `stefan` und `stanislaus` gehören zum Modul `Carl`.

5.2. Die Elemente `inga` und `irene` gehören zum Bauplan (oder: zum Typ) `Carl`.

5.3. Die `Carl`-Objekte namens `otto` und `emil` als Bojen:



6. Die Methode **`nurUngerade`**:

```
1    static public String nurUngerade(String s) {
2       // Liefert einen String, der nur aus den Zeichen von s besteht,
3       // die einen ungeraden Index haben.
4
5       StringBuilder sb = new StringBuilder();
6       for (int i=1; i < s.length(); i += 2) {
7          sb.append(s.charAt(i));
8       }
9       return sb.toString();
10   }
```

Übung Ausnahmen 2:

Ausnahmen werden im Kapitel 15 des Buches behandelt.

Betrachten Sie das folgende Java-Programm:

```
 1 class Ausnahmen07 {
 2    // ---------------------------------------------------------------------
 3    static public void main(String[] sonja) {
 4
 5       // Ein try-Block ohne catch-Bloecke, aber mit finally-Block;
 6       try {
 7          AM.pln("Ausnahmen07: Jetzt geht es los!");
 8       } finally {
 9          AM.pln("Ausnahmen07: Kein catch-, aber ein finally-Block!");
10       } // try/finally
11
12       // Die methode01 wird wiederholt aufgerufen:
13       while (true) {
14          try {
15             AM.pln("A In der main-Methode wird methode01 aufgerufen!");
16             methode01();
17          } catch(Throwable t) {
18             AM.pln("D " + t);
19          }
20       } // while
21    } // main
22    // ---------------------------------------------------------------------
23    static void methode01() throws Exception {
24       // Wird auf verschiedene Weise beendet oder aufgrund einer Ausnahme
25       // abgebrochen:
26       int n = 0;
27       while (true) {
28          try {
29             AM.p("------------- methode01(): Eine Ganzzahl (1 bis 4)? ");
30             n = EM.liesInt();
31             switch (n) {
32                case 1:  throw new Exception("1 ist zu klein!");
33                case 2:  throw new Exception("2 ist mickrig!");
34                case 3:  throw new Exception("3 reicht beinahe!");
35                case 4:  throw new Exception("4 beendet alles!");
36                default: throw new Exception(n + " ist falsch!");
37             } // switch
38
39          } catch(Throwable t) {
40             AM.pln("B " + t);
41
42             Exception e = new Exception(
43                "In einem catch-Block wurde eine Ausnahme geworfen!"
44             );
45             if (n == 1) break;   // Die while-Schleife beenden
46             if (n == 2) return;  // Die methode01 beenden
47             if (n == 3) throw e; // Eine Ausnahme ausloesen
48             if (n == 4) {
49                AM.pln("Der finally-Block wurde *nicht* ausgefuehrt!");
50                System.exit(1);   // Das ganze Programm Ausnahmen01 beenden
51             } // if
52          } finally {
53             AM.pln("C Der finally-Block wird *fast* immer ausgefuehrt!");
54          } // try/catch/finally
55       } // while
56    } // methode01
57    // ---------------------------------------------------------------------
58 } // class Ausnahmen07
```

Was gibt dieses Programm zur Standardausgabe (zum Bildschirm) aus, wenn der Benutzer (für den Lesebefehl in Zeile 30) der Reihe nach folgende Zahlen eingibt: 7, 1, 2, 3, 4?

Lösung Ausnahmen 2:

```
 1 Ein Dialog mit dem Programms Ausnahmen07:
 2
 3 Ausnahmen07: Jetzt geht es los!
 4 Ausnahmen07: Kein catch-, aber ein finally-Block!
 5 A In der main-Methode wird methode01 aufgerufen!
 6 ------------ methode01(): Eine Ganzzahl (1 bis 4)? 7
 7 B java.lang.Exception: 7 ist falsch!
 8 C Der finally-Block wird *fast* immer ausgefuehrt!
 9 ------------ methode01(): Eine Ganzzahl (1 bis 4)? 1
10 B java.lang.Exception: 1 ist zu klein!
11 C Der finally-Block wird *fast* immer ausgefuehrt!
12 A In der main-Methode wird methode01 aufgerufen!
13 ------------ methode01(): Eine Ganzzahl (1 bis 4)? 2
14 B java.lang.Exception: 2 ist mickrig!
15 C Der finally-Block wird *fast* immer ausgefuehrt!
16 A In der main-Methode wird methode01 aufgerufen!
17 ------------ methode01(): Eine Ganzzahl (1 bis 4)? 3
18 B java.lang.Exception: 3 reicht beinahe!
19 C Der finally-Block wird *fast* immer ausgefuehrt!
20 D java.lang.Exception: In einem catch-Block wurde eine Ausnahme geworfen!
21 A In der main-Methode wird methode01 aufgerufen!
22 ------------ methode01(): Eine Ganzzahl (1 bis 4)? 4
23 B java.lang.Exception: 4 beendet alles!
24 Der finally-Block wurde *nicht* ausgefuehrt!
```

Übung Methoden 2:

1. Ergänzen Sie das folgende "Skelett" zu einer Methode:

```
1    static public char[] a_nach_b(char[] r) {
2       // Liefert eine Kopie von r, in der alle Vorkommen von 'a' durch
3       // 'b' ersetzt wurden.
4       ...
5    } // a_nach_b
```

2. Ergänzen Sie das folgende "Skelett" zu einer Methode:

```
6    static public char[] a_nach_bb(char[] r) {
7       // Liefert eine Kopie von r, in der alle Vorkommen von 'a' durch
8       // zwei 'b' ersetzt wurden.
9       ...
10   } // a_nach_bb
```

Hinweis: Falls das Zeichen `'a'` in der Reihung `r` (ein oder mehrmals) vorkommt, ist das Ergebnis der Methode eine Reihung, die *länger* ist als der Parameter `r`. Achten Sie darauf, dass diese Ergebnis-Reihung "genau die richtige Länge" hat, und nicht etwa "ein bisschen zu lang" ist.

3. Ergänzen Sie das folgende "Skelett" zu einer Methode:

```
11   static public char[] aa_nach_bbb(char[] r) {
12      // Liefert eine Kopie von r, in der alle Vorkommen von zwei unmittel-
13      // bar nacheinander liegenden 'a' durch drei 'b' ersetzt wurden.
14      ...
15   } // aa_nach_bbb
```

Der Hinweis zu der vorigen Aufgabe gilt entsprechend auch für diese Aufgabe. Ausserdem soll gelten: Eine Reihung `{'a', 'a', 'a'}` soll in eine Reihung der Länge 4 `{'b', 'b', 'b', 'a'}` übersetzt werden (und nicht in eine Reihung der Länge 6 `{'b', 'b', 'b', 'b', 'b', 'b'}`).

4. Die Datei `UebLoes.java` kann dazu benutzt werden, die Methoden `a_nach_b`, `a_nach_bb` und `aa_nach_bbb` (und einige weitere Methoden) zu testen. Eine kleine Bedienungsanleitung findet man am Anfang der Datei `UebLoes.java`.

5. Schreiben Sie drei Funktionen (ohne die Methode `replace` der Klasse `String` zu verwenden, zur Übung!):

```
16   static public String c_nach_d(String s) {
17      // Liefert eine Kopie von s, in der alle Vorkommen von 'c' durch
18      // 'd' ersetzt wurden.
19      ...
20   } // c_nach_d
21
22   static public String c_nach_d(String s) {
23      // Liefert eine Kopie von s, in der alle Vorkommen von 'c' durch
24      // zwei 'd' ersetzt wurden.
25      ...
26   } // c_nach_dd
27
28   static public String cc_nach_ddd(String s) {
29      // Liefert eine Kopie von s, in der alle Vorkommen von zwei unmittel-
30      // bar nacheinander liegenden 'c' durch drei 'd' ersetzt wurden.
31      ...
32   } // ac_nach_dbb
```

Entwickeln Sie die Lösungen mit Papier und Bleistift (wie in der Klausur). Anschliessend können Sie auch diese Lösungen mit dem Programm `UebLoes` testen.

6. Programmieren Sie auch die anderen Methoden, die in der Datei `UebLoes` spezifiziert sind.

Lösung Methoden 2:

Lösungen der Aufgaben 1., 2. und 3. :

```
1    // ---------------------------------------------------------------------
2    static public char[] a_nach_b(char[] r) {
3       // Liefert eine Kopie von r, in der alle Vorkommen von 'a' durch
4       // 'b' ersetzt wurden.
5       char[] q = new char[r.length]; // Eine qopie von r
6       for (int i=0; i<q.length; i++) {
7          if (r[i] == 'a') {
8             q[i] = 'b';
9          } else {
10            q[i] = r[i];
11         }
12      }
13      return q;
14   } // a_nach_b
15   // ---------------------------------------------------------------------
16   static public char[] a_nach_bb(char[] r) {
17      // Liefert eine Kopie von r, in der jedes Vorkommen von 'a' durch
18      // je zwei 'b' ersetzt wurden.
19
20      // Zaehlen, wie viele 'a' in r vorkommen:
21      int anzA = 0;
22      for (int i=0; i<r.length; i++) {
23         if (r[i]=='a') anzA++;
24      }
25      char[] q = new char[r.length + anzA]; // Ergebnis dieser Methode
26      int iq = 0;                           // erster freier Index von q
27      for (char c: r) {
28         if (c == 'a') {
29            q[iq++] = 'b';
30            q[iq++] = 'b';
31         } else {
32            q[iq++] = c;
33         }
34      } // for
35
36      return q;
37   } // a_nach_bb
38   // ---------------------------------------------------------------------
39   static public char[] aa_nach_bbb(char[] r) {
40      // Liefert eine Kopie von r, in der jedes Vorkommen von zwei unmittel-
41      // bar nacheinander liegenden 'a' durch drei 'b' ersetzt wurde.
42      // Nur nicht-ueberlappende Vorkommen von "Doppel-a" werden ersetzt.
43
44      // Zaehlen, wie viele Doppel-a in r vorkommen:
45      int anzAA = 0;
46      int ir    = 0;                        // naechster        Index von r
47      while (ir < r.length-1) {
48         if (r[ir] == 'a'  &&  r[ir+1] == 'a') {
49            anzAA++;  // Ein Doppel-a zaehlen.
50            ir += 2; // Weil zwei Zeichen "erledigt" sind.
51         } else {
52            ir += 1; // Ein Zeichen erledigt
53         } // if
54      }
55
56      // Die Ergebnis-Reihung q vereinbaren und r nach q kopieren (dabei
57      // jedes Doppel-a durch drei 'b' ersetzen:
58      char[] q = new char[r.length + anzAA]; // Ergebnis dieser Methode
59      int iq = 0;                           // naechster freier Index von q
60          ir = 0;                           // naechster        Index von r
61      while (ir < r.length-1) {
62         if (r[ir] == 'a'  &&  r[ir+1] == 'a') {
63            q[iq++] = 'b';
64            q[iq++] = 'b';
65            q[iq++] = 'b';
66            ir     += 2;   // Weil zwei Zeichen "erledigt" sind.
67         } else {
```

```
68             q[iq++] = r[ir];
69             ir     += 1;   // Ein Zeichen erledigt
70          } // if
71       } // for
72       // Das letzte Zeichen von r wurde evtl. noch nicht nach q kopiert:
73       if (ir == r.length-1) q[iq++] = r[ir];
74       return q;
75    } // aa_nach_bbb
76    // ---------------------------------------------------------------------
```

Zur *Aufgabe 4* dieser Übung gibt es keine Musterlösung.

Lösungen zur Aufgabe 5 :

```
77    // ---------------------------------------------------------------------
78    static public String c_nach_d(String s) {
79       // Liefert eine Kopie von s, in der alle Vorkommen von 'c' durch
80       // 'd' ersetzt wurden.
81
82       StringBuilder erg = new StringBuilder(s);
83       for (int i=0, laenge=erg.length(); i<laenge; i++) {
84          if (erg.charAt(i) == 'c') erg.setCharAt(i, 'd');
85       }
86       return erg.toString();
87    } // c_nach_d
88    // ---------------------------------------------------------------------
89    static public String c_nach_dd(String s) {
90       // Liefert eine Kopie von s, in der jedes Vorkommen von 'c' durch
91       // je zwei 'd' ersetzt wurde.
92
93       StringBuilder erg = new StringBuilder(s);
94       for (int i=erg.length()-1; i >= 0; i--) {
95          if (erg.charAt(i) == 'c') erg.replace(i, i+1, "dd");
96       }
97       return erg.toString();
98    } // c_nach_dd
99    // ---------------------------------------------------------------------
100   static public String cc_nach_ddd(String s) {
101      // Liefert eine Kopie von s, in der jedes Vorkommen von zwei unmit-
102      // telbar nacheinander liegenden 'c' durch drei 'd' ersetzt wurden.
103      // Nur nicht-ueberlappende Vorkommen von "Doppel-ces" werden ersetzt.
104
105      StringBuilder erg = new StringBuilder(s);
106      for (int i=0, laenge=erg.length(); i<=laenge - 2; i++) {
107         if (erg.substring(i, i+2).equals("cc")) {
108            erg.replace(i, i+2, "ddd");
109            i += 2;
110         }
111      }
112      return erg.toString();
113   } // cc_nach_ddd
114   // ---------------------------------------------------------------------
115
```

6. Für die anderen in `UebLoes` spezifizierten Methoden müssen Sie selbst Musterlösungen entwickeln.

Übung Punkt, Quadrat, Rechteck, Kreis

Betrachten Sie im Abschnitt 12.3 des Buches die Klassen `E01Punkt`, `E01Quadrat`, `E01Rechteck` und `E01Kreis` und füllen Sie dann die folgenden Tabellen aus. Geben Sie jeweils die *Anzahl* der betreffenden Elemente und die *Namen* der Elemente an. Die erste Tabelle (für die Klasse `E01Punkt`) ist als Beispiel bereits ausfüllt. Um die Übung zu vereinfachen, wurden dabei die Elemente, die die Klasse `Punkt` von der Klasse `Object` erbt, vernachlässigt und nicht erwähnt.

Klasse `Punkt`:

Objektattribute, geerbt	-- (die von Object geerbten Elemente werden hier vernachlässigt)
Objektattribute, neu	2, `x`, `y`
Objektmethoden, geerbt	-- (die von Object geerbten Elemente werden hier vernachlässigt)
Objektmethoden, neu	4, `urAbstand`, `urSpiegeln`, `text`, `toString`

Klasse `Rechteck`:

Objektattribute, geerbt	
Objektattribute, neu	
Objektmethoden, geerbt	
Objektmethoden, neu	

Klasse `Quadrat`:

Objektattribute, geerbt	
Objektattribute, neu	
Objektmethoden, geerbt	
Objektmethoden, neu	

Klasse `Kreis`:

Objektattribute, geerbt	
Objektattribute, neu	
Objektmethoden, geerbt	
Objektmethoden, neu	

Lösung Punkt, Quadrat, Rechteck, Kreis

Hier die ausgefüllten Tabellen:
Klasse `Punkt`:

Objektattribute, geerbt	-- (die von `Object` geerbten Elemente werden hier vernachlässigt)
Objektattribute, neu	2, `x`, `y`
Objektmethoden, geerbt	-- (die von `Object` geerbten Elemente werden hier vernachlässigt)
Objektmethoden, neu	4, `urAbstand`, `urSpiegeln`, `text`, `toString`

Klasse `Rechteck`:

Objektattribute, geerbt	2, `x`, `y`
Objektattribute, neu	2, `deltax`, `deltay`
Objektmethoden, geerbt	4, `urAbstand`, `urSpiegeln`, `text`, `toString`
Objektmethoden, neu	3, `toString`, `getUmfang`, `getFlaeche`

Klasse `Quadrat`:

Objektattribute, geerbt	4, `x`, `y` , `deltax`, `deltay`
Objektattribute, neu	`0`
Objektmethoden, geerbt	4, `urAbstand`, `urSpiegeln`, `text, toString (5. toString)`
Objektmethoden, neu	3, `toString`, `getUmfang`, `getFlaeche`

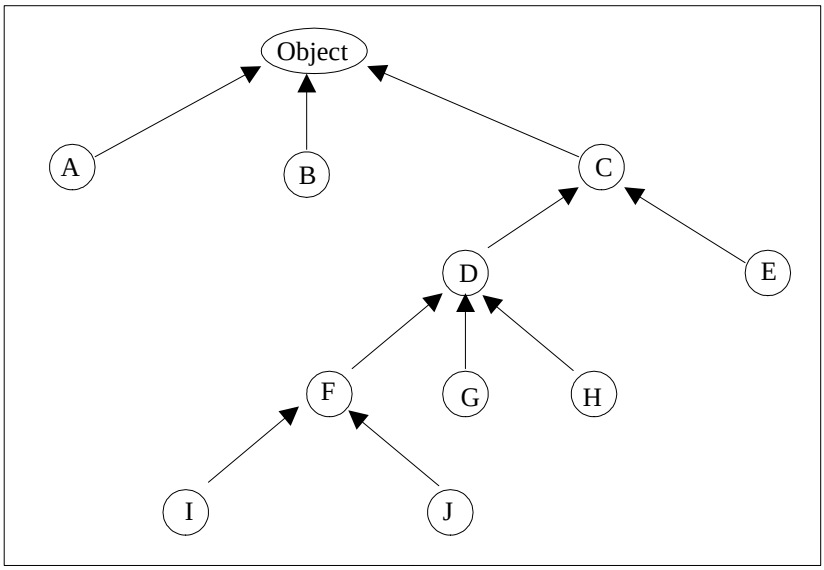
Klasse `Kreis`:

Objektattribute, geerbt	2, `x`, `y`
Objektattribute, neu	1, `radius`
Objektmethoden, geerbt	4, `urAbstand`, `urSpiegeln`, `text`, `toString`
Objektmethoden, neu	3, `toString`, `getUmfang`, `getFlaeche`

Übung Oberklassen/Unterklassen

Oberklassen und *Unterklassen* etc. werden im Kapitel 12 des Buches behandelt.

Betrachten Sie die folgende Klassenhierarchie (mit den Klassen Object, A, B, C , ...). Ein Pfeil von K2 nach K1 bedeutet:
die Klasse K2 *erbt* von der Klasse K1, oder:
die Klasse K2 *ist eine Erweiterung* der Klasse K1, oder:
die Klasse K2 *ist eine direkte Unterklasse* von K1, oder:
die Klasse K1 *ist die direkte Oberklasse* von K2.

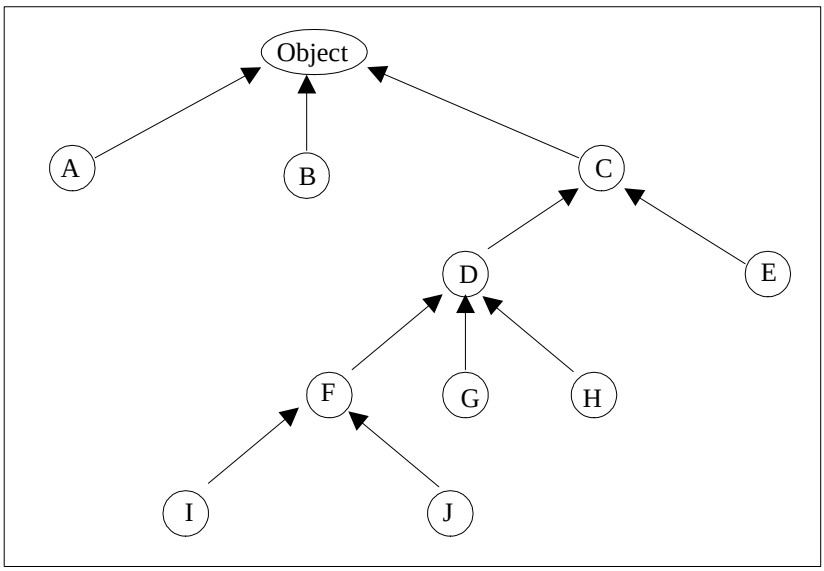


Geben Sie die folgenden Klassen an:

1. *Die* direkte Oberklasse von F?
2. *Eine* indirekte Oberklasse von F?
3. Alle Oberklassen von F?
4. *Eine* direkte Unterklasse von C?
5. *Eine* indirekte Unterklasse von C?
6. Alle Unterklassen von C?

Lösung Oberklassen/Unterklassen

Betrachten Sie die folgende Klassenhierarchie (mit den Klassen Object, A, B, C , ...). Ein Pfeil von K2 nach K1 bedeutet:
die Klasse K2 *erbt* von der Klasse K1, oder:
die Klasse K2 *ist eine Erweiterung* der Klasse K1, oder:
die Klasse K2 *ist eine direkte Unterklasse* von K1, oder:
die Klasse K1 *ist die direkte Oberklasse* von K2.



Geben Sie die folgenden Klassen an:

1. *Die* direkte Oberklasse von F?	D
2. *Eine* indirekte Oberklasse von F?	C oder Object
3. Alle Oberklassen von F?	D, C, Object
4. *Eine* direkte Unterklasse von C?	D oder E
5. *Eine* indirekte Unterklasse von C?	F oder G oder H oder I oder J
6. Alle Unterklassen von C?	D, E, F, G, H, I, J

Übung Bitfummeln

Operatoren werden im Abschnitt 6.2 des Buches behandelt (aber die Operatoren zum Bitfummeln werden dort nur sehr kurz dargestellt (siehe Seite 145 bis 147).

1. Geben Sie für jede Ziffer des 16-er-Systems die entsprechende vierstellige Zahl im 2-er-System an:

16-er	2-er	16-er	2-er	16-er	2-er	16-er	2-er
0	0000	4		8		C	
1	0001	5		9		D	
2	0010	6		A		E	
3	0011	7		B		F	

2. Die folgende Tabelle enthält `int`-Literale im 16-er-System und im 10-er-System (und zwei Attributnamen). Geben Sie jeweils das fehlende Literal an:

16-er	10-er	16-er	10-er
0x01			11
0x0A			15
0xA0			16
0xAA			-16
0xFF			Integer.MIN_VALUE
0xFFFFFFFF			Integer.MAX_VALUE
0xFFFFFFFE			

Geben Sie die Werte der folgenden int-Ausdrücke im 16-er und im 10-er-System an:

int-Ausdruck	16-er	10-er	int-Ausdruck	16-er	10-er
1 << 1			-1 >>> 1		
1 << 2			-1 >>> 2		
1 << 3			-1 >>> 3		
1 << 4			-1 >>> 4		
1 << 5			-1 >>> 5		
1 << 6			-1 >>> 6		
1 << 7			-1 >>> 7		
1 << 8			-1 >>> 8		
-1 >> 1			-1 / 2		
-1 >> 2					
-1 >> 17					

Lösung Bitfummeln

1. Geben Sie für jed Ziffer des 16-er-Systems die entsprechende vierstellige Zahl im 2-er-System an:

16-er	2-er	16-er	2-er	16-er	2-er	16-er	2-er
0	**0000**	4	**0100**	8	**1000**	C	**1100**
1	**0001**	5	**0101**	9	**1001**	D	**1101**
2	**0010**	6	**0110**	A	**1010**	E	**1110**
3	**0011**	7	**0111**	B	**1011**	F	**1111**

2. Die folgende Tabelle enthält `int`-Literale im 16-er-System und im 10-er-System (und zwei Attributnamen). Geben Sie jeweils das fehlende Literal an:

16-er	10-er	16-er	10-er
0x00000001	**1**	**0x0000000B**	11
0x0000000A	**10**	**0x0000000F**	15
0x000000A0	**160**	**0x00000010**	16
0x000000AA	**170**	**0xFFFFFFF0**	-16
0x000000FF	**255**	**0x80000000**	Integer.MIN_VALUE
0xFFFFFFFF	**-1**	**0x7FFFFFFF**	Integer.MAX_VALUE
0xFFFFFFFE	**-2**		

Geben Sie die Werte der folgenden int-Ausdrücke im 16-er und im 10-er-System an:

int-Ausdruck	16-er	10-er	int-Ausdruck	16-er	10-er
1 << 1	**0x00000002**	**2**	-1 >>> 1	**0x7FFFFFFF**	**2147483647**
1 << 2	**0x00000004**	**4**	-1 >>> 2	**0x3FFFFFFF**	**1073741823**
1 << 3	**0x00000008**	**8**	-1 >>> 3	**0x1FFFFFFF**	**536870911**
1 << 4	**0x00000010**	**16**	-1 >>> 4	**0x0FFFFFFF**	**268435455**
1 << 5	**0x00000020**	**32**	-1 >>> 5	**0x07FFFFFF**	**134217727**
1 << 6	**0x00000040**	**64**	-1 >>> 6	**0x03FFFFFF**	**67108863**
1 << 7	**0x00000080**	**128**	-1 >>> 7	**0x01FFFFFF**	**33554431**
1 << 8	**0x00000100**	**256**	-1 >>> 8	**0x00FFFFFF**	**16777215**
-1 >> 1	**0xFFFFFFFF**	**-1**	-1 / 2	**0x00000000**	**0**
-1 >> 2	**0xFFFFFFFF**	**-1**			
-1 >> 17	**0xFFFFFFFF**	**-1**			

Übung Einfach boolean

Im Buch wird (leider) nicht erläutert, wie man Namen von `boolean`-Variablen wählen sollte und wie man Bedingungen in `if`-Anweisungen und `boolean`-Ausdrücke in `return`-Anweisungen vereinfachen kann. Hier folgt wenigstens eine Übung über dieses Gebiet.

Variablen des Typs `boolean` und Funktionen mit dem Ergebnistyp `boolean` sollten immer Namen haben, aus denen eindeutig hervorgeht, was der Wert (bzw. das Ergebnis) `true` (bzw. `false`) bedeutet. Schlechte Namen: `test`, `pruefen`, `vergleich`. Gute Namen: `istDreiseit`, `hat4Ecken`, `passtRein`.

1. Schlagen Sie bessere Namen vor für die folgenden Variablen und Funktionen:

```
 1  boolean b1 = n > 0;
 2  boolean b2 = n <= 0;
 3  boolean b3 = n%2 == 0;
 4  boolean b4 = n%2 != 0;
 5
 6  boolean f1(char c) {
 7     return ('A' <= c && c <= 'Z') || ('a' <= c && c <= 'z');
 8  }
 9
10  boolean f2(int n) {
11     n = Math.abs(n);
12     if (n <= 1)   return false;
13     if (n == 2)   return true;
14     if (n%2 == 0) return false;
15
16     final int MAX = (int) Math.sqrt(n);
17     for (int i=3; i<=MAX; i+=2) {
18        if (n%i == 0) return false;
19     }
20     return true;
21  }
```

2. Vereinfachen Sie die folgenden `if`-Anweisungen:

```
 1  if ((a<b)  == true)  ...
 2  if ((a<=b) == false) ...
 3  if ((a<b)  != true)  ...
 4  if ((a<=b) != false) ...
 5  if ((a<b) && (c<d) && (e<f) == true) ...
```

3. Vereinfachen Sie die folgenden `if`-Anweisungen mit `return`-Anweisungen darin:

```
 6  if (a<b) {
 7     return true;
 8  } else {
 9     return false;
10  }
11
12  if (a<b) {
13     return false;
14  } else {
15     return true;
16  }
17
18  if ((a<b) && (c<d) && (e<f) == true) {
19     return true;
20  } else {
21     return false;
22  }
```

Lösung Einfach boolean

1. Schlagen Sie bessere Namen vor für die folgenden Variablen und Funktionen vor

für `b1`: `nIstPositiv` oder `istPositiv` oder `positiv`

für `b2`: `nIstNichtPositiv` oder `kleinerGleichNull` oder `nichtPositiv`

für `b3`: `nIstGerade` oder `istGerade`

für `b4`: `nIstUngerade` oder `istUngerade`

für `f1`: `istBuchstabe`

für `f2`: `istPrim`

2. Vereinfachen Sie die folgenden `if`-Anweisungen:

```
     Vorgegebene Form:                                Vereinfachte Form:
23   if ((a<b)  == true)  ...                         if (a<b)  ...
24   if ((a<=b) == false) ...                         if (a>b)  ...
25   if ((a<b)  != true)  ...                         if (a>=b) ...
26   if ((a<=b) != false) ...                         if (a<=b) ...
27   if ((a<b) && (c<d) && (e<f) == true) ...         if ((a<b) && (c<d) && (e<f)) ...
```

3. Vereinfachen Sie die folgenden `if`-Anweisungen mit `return`-Anweisungen darin:

```
     Vorgegebene Form:                                Vereinfachte Form:
28   if (a<b) {
29      return true;                                  return a<b;
30   } else {
31      return false;
32   }
33
34   if (a<b) {
35      return false;                                 return !(a<b);
36   } else {                                         oder:
37      return true;                                  return b<=a;
38   }
39
40   if ((a<b) && (c<d) && (e<f) == true) {
41      return true;                                  return a<b && c<d && e<f;
42   } else {
43      return false;
44   }
```

Übung Histogramme

Ein Histogramm ist eine Liste von Häufigkeiten oder Anzahlen. Beispiel: Die Häufigkeiten von Sonnentagen in Berlin in den Monaten des Jahres 2005 (die Zahlen sind frei erfunden):

Monat	Jan	Feb	März	Apr	Mai	Juni	Juli	Aug	Sept	Okt	Nov	Dez
Anz. Sonnentage	12	8	10	11	15	17	16	20	16	17	9	8

1. Schreiben Sie eine Methode, die der folgenden Spezifikation entspricht:

```
1    static int[] histoBuchstaben(String s) {
2       // Liefert eine Reihung der Laenge 26 in der steht, wie oft die
3       // Buchstaben 'A' bis 'Z' in s vorkommen. Ist erg die Ergebnisreihung,
4       // so gilt:
5       // erg[ 0] enthaelt die Anzahl der 'A'
6       // erg[ 1] enthaelt die Anzahl der 'B'
7       // ...
8       // erg[25] enthaelt die Anzahl der 'Z'
9       //
10      // Beispiel:
11      // int[] er01 = histoBuchstaben("ABC123ABC456AAB");
12      // Die ersten drei Komponenten von er01 haben die Werte 4, 3, 2,
13      // die uebrigen Komponenten haben den Wert 0.
14      ...
15   } // histoBuchstaben
```

Tip: Wenn eine `char`-Variable `c` garantiert einen Buchstaben zwischen `'A'` und `'Z'` enthält, dann hat der Ausdruck `c - 'A'` einen Wert zwischen `0` und `25`.

1. Schreiben Sie eine Methode, die der folgenden Spezifikation entspricht:

```
1    static int[] histo(String z, String s) {
2       // Liefert eine Reihung der Laenge z.length() in der steht,
3       // wie oft die Zeichen z[i] in s vorkommen. Ist erg die Ergebnis-
4       // reihung, so gilt:
5       //
6       // Wie oft das Zeichen z[0] in s vorkommt steht in erg[0]
7       // Wie oft das Zeichen z[1] in s vorkommt steht in erg[1]
8       // Wie oft das Zeichen z[2] in s vorkommt steht in erg[2]
9       // ...
10      // Wie oft das Zeichen z[z.length-1] in s vorkommt
11      // steht in          erg[z.length-1]
12      //
13      // Beispiel:
14      // int[] er01 = histo("?A9", "ABC9??!!78999");
15      // Dann ist er01 gleich {2, 1, 4}.
16      ...
17   } // histo
```

Tip: Die Klasse `String` enthält eine Objektmethode mit dem Profil `int indexOf(char c)`.

Lösung Histogramme

1. Die Methode `histoBuchstaben`:

```
 1    static int[] histoBuchstaben(String s) {
 2       // Liefert eine Reihung der Laenge 26 in der steht, wie oft die
 3       // Buchstaben 'A' bis 'Z' in s vorkommen. Ist erg die Ergebnisreihung,
 4       // so gilt:
 5       // erg[ 0] enthaelt die Anzahl der 'A'
 6       // erg[ 1] enthaelt die Anzahl der 'B'
 7       // ...
 8       // erg[25] enthaelt die Anzahl der 'Z'
 9       //
10       // Beispiel:
11       // int[] er01 = histoBuchstaben("ABC123ABC456AAB");
12       // Die ersten drei Komponenten von er01 haben die Werte 4, 3, 2,
13       // die uebrigen Komponenten haben den Wert 0.
14
15       int[] erg = new int[26];
16
17       for (int i=0; i<s.length(); i++) {
18          char c = s.charAt(i);
19          if ('A' <= c && c <= 'Z') {
20             int j = c - 'A'; // Macht aus c eine Zahl zwischen 0 und 25
21             erg[j]++;
22          }
23       }
24       return erg;
25    } // histoBuchstaben
```

2. Die Methode `histo`:

```
 1    static int[] histo(String z, String s) {
 2       // Liefert eine Reihung der Laenge z.length() in der steht,
 3       // wie oft die Zeichen z[i] in s vorkommen. Ist erg die Ergebnis-
 4       // reihung, so gilt:
 5       //
 6       // Wie oft das Zeichen z[0] in s vorkommt steht in erg[0]
 7       // Wie oft das Zeichen z[1] in s vorkommt steht in erg[1]
 8       // Wie oft das Zeichen z[2] in s vorkommt steht in erg[2]
 9       // ...
10       // Wie oft das Zeichen z[z.length-1] in s vorkommt
11       // steht in          erg[z.length-1]
12       //
13       // Beispiel:
14       // int[] er01 = histo("?A9", "ABC??!!78999");
15       // Dann ist er01 gleich {2, 1, 3}.
16
17       int[] erg = new int[z.length()];
18
19       for (int i=0; i<s.length(); i++) {
20          char c = s.charAt(i);
21          int  j = z.indexOf(c);
22          if (j > -1) erg[j]++;
23       }
24
25       return erg;
26    } // histo
```