Prof. Dr. M. Müller C. Aschermann, J. Hensel, J. Protze, P. Reble

Tutoraufgabe 1 (Programmanalyse):

Lösen Sie die folgende Aufgabe ohne Einsatz eines Computers. Bedenken Sie, dass Sie in einer Prüfungssituation ebenfalls keinen Computer zur Verfügung haben.
Betrachten Sie das folgende kurze Programm:

```
public class A {

    private Integer i;

    private double d;

    public A() {
        this.i = 1;
        this.d = 4;
    }

    public A(Integer x, double y) {
        this.i = x;
        this.d = y;
    }

    public A(int x, double y) {
        this.i = 3;
        this.d = x + y;
    }

    public int f(Integer x) {
        return this.i + x;
    }

    public int f(double i) {
        this.d = i;
        return this.i;
    }

    public static void main(String[] args) {
        A a1 = new A();
        System.out.println(a1.f(5));
        System.out.println(a1.d);
        System.out.println(a1.f(new Long(2)));
        A a2 = new A(1,1);
        System.out.println(a2.i);
        System.out.println(a2.d);
    }

}
```

Geben Sie die Ausgabe dieses Programms an. Begründen Sie Ihre Antwort.

Lösung:

a) Die erste Ausgabe ist `1`. Da die implizite Typanpassung Vorrang vor dem Autoboxing hat, wird die zweite `f` Methode ausgeführt. Der Rückgabewert dieser Methode ist der Wert des `i` Attributs, welcher im ersten Konstruktor auf 1 gesetzt wurde.

b) Die zweite Ausgabe ist `5.0`. Bei der Ausführung der zweiten `f` Methode wurde das `d` Attribut auf den übergebenen Wert `5.0` gesetzt.

c) Die dritte Ausgabe ist wieder `1`. Hier wird zunächst das `Long` Objekt durch Unboxing in einen `long` Wert umgewandelt, der anschließend durch implizite Typanpassung in einen `double` Wert konvertiert wird. Also wird wieder die zweite `f` Methode ausgeführt und das (unveränderte) `i` Attribut ausgegeben.

d) Die vierte Ausgabe ist `3`. Dem Konstruktor werden zwei `int` Werte übergeben, sodass der dritte Konstruktor ausgeführt wird, da der zweite Konstruktor gegenüber dem dritten ein zusätzliches Autoboxing erfordern würde. Dieser belegt das `i` Attribut mit 3.

e) Die fünfte Ausgabe ist `2.0`. Auf dem für die letzte Ausgabe beschriebenen Ausführungsweg wurde der dritte Konstruktor mit den `int` Werten `1` und `1` aufgerufen. Deren Summe wird durch implizite Typanpassung zu `2.0` konvertiert und dem `d` Attribut zugewiesen.

Aufgabe 2 (Programmanalyse): (14,5 Punkte)

Lösen Sie die folgende Aufgabe ohne Einsatz eines Computers. Bedenken Sie, dass Sie in einer Prüfungssituation ebenfalls keinen Computer zur Verfügung haben.
Betrachten Sie das folgende kurze Programm:

```
public class B {
        private static int cnt = 0;
        private double d1;
        private Float f;
        private Integer a;
        private int j;
        public B(int a, int b, int c, int d) {
                this.a = a;
                this.j = b;
                this.d1 = d;
                this.f = (float)c;
                cnt++;
        }
        public B(Integer a, int b, double c, Float d) {
                this.a = a;
                this.j = b;
                this.d1 = c;
                this.f = d;
                cnt++;
        }
        public int f(Float x, int y) { return 101; }
        public int f(double x, int y) { return 102; }
        public Integer f(double x, Long y) { return 103; }
        public double g(long x) { return 7.0; }
        public Float g(Integer x) { return 8f; }
        public static void main(String[] args) {
                B b1 = new B(1,2,3,4);
                System.out.println(b1.d1);
                System.out.println(b1.f(7.5f,8));
                System.out.println(b1.f(5,6));
                System.out.println(b1.f(10.2f,17L));
                B b2 = new B(b1.a, 5, 6, 9);
                System.out.println(b2.f);
                System.out.println(b2.f(b1.f,b1.j));
                B b3 = new B(++b2.a, 14, 15, 16f);
                System.out.println(b3.d1);
                System.out.println(b3.g(new Long(18+1)));
                System.out.println(b3.g(b1.a));
                System.out.println(b3.f(b2.g(19), 21));
                System.out.println(b1.j++);
                System.out.println(cnt);
        }
}
```

Geben Sie die Ausgabe dieses Programms an. Begründen Sie Ihre Antwort. Geben Sie zusätzlich die Werte aller Attribute am Programmende an (Bei Objekten von Wrapper-Klassen genügt der Wert des eingehüllten Primitiven Datentyps).

Lösung:

a) Die erste Ausgabe ist `4.0`. Der erste Konstruktor wird passend aufgerufen und dieser belegt das Attribut `d` mit dem implizit angepassten Wert `4.0`.

b) Die zweite Ausgabe ist `102`. Da implizite Typanpassung Vorrang vor Autoboxing hat, wird die zweite `f` Methode ausgeführt, da diese als einzige ohne Autoboxing anwendbar ist.

c) Die dritte Ausgabe ist wieder `102`. Selbst bei einem „passenden“ primitiven Datentyp hat die implizite Typanpassung immer noch Vorrang vor Autoboxing.

d) Die vierte Ausgabe ist `103`. Diesmal ist die zweite `f` Methode nicht über implizite Typanpassung anwendbar (die erste ebenso wenig). Daher wird die dritte `f` Methode ausgeführt, wobei das zweite Argument über Autoboxing umgewandelt wird.

e) Die fünfte Ausgabe ist `6.0`. Der einzige passende Konstruktor ist der erste, denn der zweite ist nicht anwendbar, da die implizite Typanpassung alleine nicht anwendbar ist und Autoboxing ebenfalls nicht zum Ziel für den zweiten Konstruktor führt. Das erste Argument wird durch Unboxing umgewandelt und das Attribut `f` mit dem dritten Parameter belegt, der zunächst explizit zu einem `float` Wert konvertiert und anschließend durch Autoboxing in ein `Float` Objekt umgewandelt wird. Beachten Sie, dass das Programm ohne den expliziten Cast nicht kompilieren würde, da dann wiederum die implizite Typanpassung alleine nicht anwendbar wäre und Autoboxing ebenfalls versagen würde.

f) Die sechste Ausgabe ist `101`. Hier passt die erste `f` Methode ohne jedwede Anpassung und wird daher ausgeführt.

g) Die siebte Ausgabe ist `15.0`. Diesmal ist der erste Konstruktor nicht anwendbar, da das vierte Argument nicht implizit von `float` zu `int` konvertiert werden kann. Also wird der zweite Konstruktor ausgeführt. Hierbei wird das dritte Argument über implizite Typanpassung konvertiert, während das vierte Argument über Autoboxing umgewandelt wird. Im dritten Konstruktor wird nun das Attribut `d1` mit dem dritten Parameter belegt.

h) Die achte Ausgabe ist `7.0`. Nur die erste `g` Methode ist anwendbar und wird ausgeführt, nachdem das Argument durch Unboxing umgewandelt wurde.

i) Die neunte Ausgabe ist `8.0`. Das Argument ist ein `Integer` Objekt und damit passt die zweite `g` Methode ohne Anpassungen und wird ausgeführt. Ihr Rückgabewert wird durch Autoboxing angepasst.

j) Die zehnte Ausgabe ist `102`. Zunächst wird die erste `g` Methode ausgeführt, da wiederum implizite Typanpassung Vorrang vor Autoboxing hat. Deren Ergebnis ist vom Typ `double`. Damit passt die zweite `f` Methode ohne weitere Anpassungen und wird ausgeführt.

k) Die elfte Ausgabe ist: `2`. Der zweite Parameter des ersten Konstruktor-Aufrufes wird ausgegeben, erst danach wird das Attribut inkrementiert. (Post-Inkrement)

l) Die zwölfte Ausgabe ist: `3`. Das statische Attribut wird bei jedem Konstruktor Aufruf inkrementiert. Es finden insgesamt 3 Aufrufe statt.

m) Der Inhalt der Attribute lautet für die 3 Objekte wie folgt:

	d1	f	a	j
b1	4.0	3.0	1	3
b2	9.0	6.0	2	5
b3	15.0	16.0	2	14

Tutoraufgabe 3 (Einfache Rekursion):

Betrachten Sie folgende Methode:

```
public static int gauss(int n) {
    int res = 0;
    int i = 1;
    while (i <= n) {
        res += i;
        i++;
    }
    return res;
}
```

Schreiben Sie eine statische Methode `gaussRecursive`, welche eine `int`-Zahl erhält und eine `int`-Zahl zurückliefert, sodass für jede `int`-Zahl `x` die Aufrufe `gauss(x)` und `gaussRecursive(x)` das gleiche Ergebnis liefern. Sie dürfen in dieser Aufgabe keine Schleifen verwenden. Die Verwendung von Rekursion ist hingegen erlaubt.

Lösung:

Listing 1: Gauss.java

```
/**
 * Klasse, welche eine rekursive Gauss-Methode enthaelt.
 */
public class Gauss {

    public static int gaussRecursive(int n) {
        if (n < 1) {
            return 0;
        }
        return n + gaussRecursive(n - 1);
    }

}
```

Aufgabe 4 (Rekursion): (4 Punkte)

Betrachten Sie folgende Methode:

```
public static int arraySum(int[] a) {
    int res = 0;
    for (int i = 0; i < a.length; i++) {
        res += a[i];
    }
    return res;
}
```

Schreiben Sie eine statische Methode `arraySumRecursive`, welche ein `int`-Array erhält und eine `int`-Zahl zurückliefert, sodass für jedes `int`-Array `a` die Aufrufe `arraySum(a)` und `arraySumRecursive(a)` das gleiche Ergebnis liefern. Sie dürfen in dieser Aufgabe keine Schleifen verwenden. Die Verwendung von Rekursion ist hingegen erlaubt (inklusive der Definition von Hilfsmethoden).

Lösung:

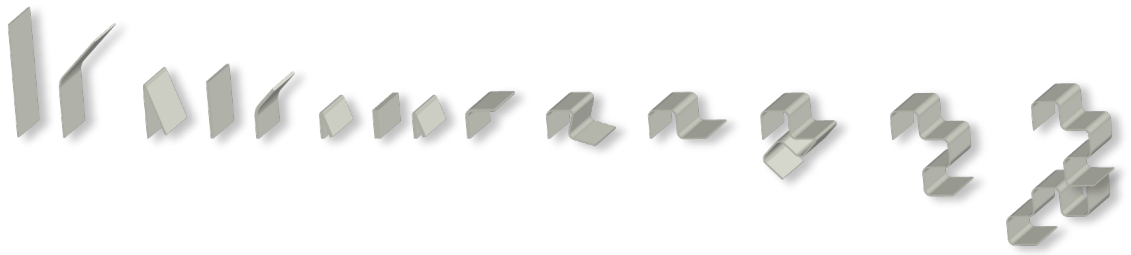
Listing 2: ArraySum.java

```
/**
```

```
 * Klasse, welche eine rekursive Summen-Methode fuer Arrays enthaelt.
 */
public class ArraySum {

    public static int arraySumRecursive(int[] a) {
        return arraySumHelp(a, 0);
    }

    private static int arraySumHelp(int[] a, int i) {
      if (i >= a.length) {
          return 0;
      }
      return a[i] + arraySumHelp(a, i + 1);
    }

}
```

Tutoraufgabe 5 (Drachenkurve):

Ziel dieser Aufgabe ist es, ein Programm zur Visualisierung der Drachenkurve zu schreiben. Die Drachenkurve erhält man, indem man einen Papierstreifen wie folgt faltet: Man falte die beiden Enden des Papierstreifens so aufeinander, dass sich die Länge des Streifens halbiert. Den so verkürzten Streifen faltet man wieder auf die selbe Art (und—wichtig—in die selbe Richtung). Nach ein paar Wiederholungen faltet man den Streifen wieder auseinander und richtet ihn dann so aus, dass jeder Knick genau rechtwinklig verläuft. Hat man den Streifen anfänglich n-mal halbiert, erhält man durch diese Anleitung eine Drachenkurve der n-ten Ordnung.



[1]

Diese Drachenkurve n-ter Ordnung lässt sich auch durch ihre Folge von **R**echts- bzw. **L**inksknicken beschreiben:

Ordnung	Folge
1	R
2	R **R** *L*
3	R R L **R** R *L* L
4	R R L R R L L **R** R R L *L* R L L
...	...

Hierbei ergibt sich folgende Konstruktionsvorschrift: Eine Drachenkurve der 1-ten Ordnung hat nur einen **R**echtsknick. Um eine Drachenkurve der Ordnung $(n+1)$ zu erhalten, führt man erst die Folge von Knicken einer Kurve der Ordnung n durch, dann einen **R**echtsknick und dann wieder die Knicke einer Folge der Ordnung n, wobei man in deren Mitte anstelle eines **R**echtsknicks einen **L**inksknick macht.
Für Ihre Implementierung benötigen Sie die Datei `Staffelei.java` von der Homepage. Verwenden Sie das Programm Javadoc, um die Schnittstellendokumentation dieser Klasse zu erzeugen.
Ergänzen Sie die Datei `Drachenkurve.java` um zwei statische Methoden `kurveL` und `kurveR`, die jeweils eine Drachenkurve beliebiger Ordnung mit einem Links- bzw. Rechtsknick in der Mitte darstellen. Diese Methoden bekommen als Argumente jeweils ein Objekt der Klasse `Staffelei` sowie eine Ordnung als `int`-Wert. Mit Hilfe der Methoden des `Staffelei`-Objektes kann die Zeichnung gefertigt werden.

Hinweise:

[1] Bild lizenziert unter CC BY-SA 3.0, Quelle:
`http://de.wikipedia.org/w/index.php?title=Datei:Dragon_curve_paper_strip.png`

- Verwenden Sie die Methode `drawForward` der Klasse `Staffelei` um einen Strich zu malen. Als Länge eignen sich 10 Pixel.
- Rotationen können Sie mit der Methode `rotate` der Klasse `Staffelei` erreichen, die eine Gradzahl als Parameter bekommt.
- Implementieren Sie die Methoden `kurveL` und `kurveR` rekursiv.

Lösung:

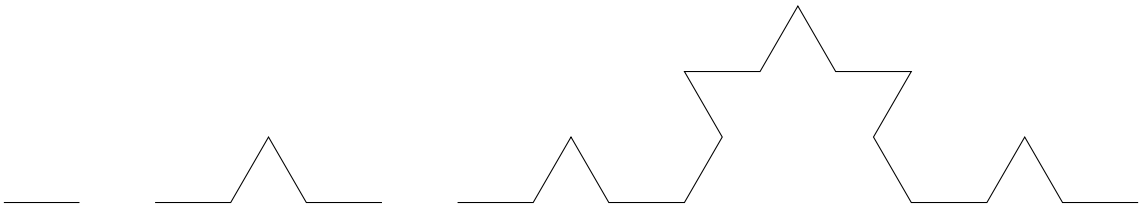
Listing 3: Drachenkurve.java

```
public class Drachenkurve {

    public static void kurveR(Staffelei s, int ordnung) {
        if (ordnung <= 0) {
            s.drawForward(10);
        } else {
            kurveR(s, ordnung - 1);
            s.rotate(90);
            kurveL(s, ordnung - 1);
        }
    }

    public static void kurveL(Staffelei s, int ordnung) {
        if (ordnung <= 0) {
            s.drawForward(10);
        } else {
            kurveR(s, ordnung - 1);
            s.rotate(-90);
            kurveL(s, ordnung - 1);
        }
    }

    public static void main(String[] args) {
        Staffelei s = new Staffelei();
        s.rotate(180); // Rotiert die aktuelle Ausrichtung nach oben
        kurveR(s, 10);
    }
}
```

Aufgabe 6 (Kochkurve): (5 Punkte)

Ziel dieser Aufgabe ist es, ein Programm zur Visualisierung der Kochkurve zu programmieren, die sich ähnlich beschreiben lässt wie die Drachenkurve der vorhergehenden Aufgabe:

- Eine Kochkurve der Ordnung 0 ist eine gerade Linie einer bestimmten Länge.
- Eine Kochkurve der Ordnung $n+1$ sind vier Kochkurven der Ordnung n, die nacheinander gezeichnet werden. Nach der ersten und dritten Kurve wird ein Knick um $60°$ nach links gemacht und nach der zweiten Kurve ein Knick um $120°$ nach rechts.



Kochkurven der Ordnung 0, 1 und 2.

Für Ihre Implementierung benötigen Sie die Datei `Staffelei.java` von der Homepage. Verwenden Sie das Programm Javadoc, um die Schnittstellendokumentation dieser Klasse zu erzeugen.
Ergänzen Sie die Datei `Kochkurve.java` um eine statische Methode `kochkurve`. Diese Methode soll eine Kochkurve beliebiger Ordnung darstellen können. Als Eingabeparameter bekommt die Methode ein Objekt der Klasse `Staffelei` sowie die Ordnung der darzustellenden Kurve als `int`-Wert.
Die (fertige) `main`-Methode in der Klasse `Kochkurve` erstellt erst ein Objekt der Klasse `Staffelei` und verwendet dann die Funktion `kochkurve`, um drei Kochkurven der Ordnung 3 zu malen, die jeweils durch eine Rechtsrotation von 120° verbunden sind.

Hinweise:

- Verwenden Sie die Methode `drawForward` der Klasse `Staffelei` um einen Strich zu malen. Als Länge eignen sich 10 Pixel.
- Rotationen können Sie mit der Methode `rotate` der Klasse `Staffelei` erreichen, die eine Gradzahl als Parameter bekommt.
- Unterscheiden Sie in Ihrer Methode `kochkurve` zwei Fälle: Entweder ist die Ordnung 0 (oder kleiner) oder die Ordnung ist mindestens 1. Im zweiten Fall soll die Methode `kochkurve` rekursiv verwendet werden.

Lösung:

Listing 4: Kochkurve.java

```
public class Kochkurve {
    static void kochKurve(Staffelei s, int ordnung) {
        if (ordnung <= 0) {
            s.drawForward(10);
        } else {
            kochKurve(s, ordnung - 1);
            s.rotate(-60);
            kochKurve(s, ordnung - 1);
            s.rotate(120);
            kochKurve(s, ordnung - 1);
            s.rotate(-60);
            kochKurve(s, ordnung - 1);
        }
    }

    public static void main(String[] args) {
        Staffelei s = new Staffelei();
        kochKurve(s, 3);
        s.rotate(120);
        kochKurve(s, 3);
        s.rotate(120);
        kochKurve(s, 3);
    }
}
```