Javakurs 2010 – LE3

Methoden, Testen, Debuggen

Sebastian Dyroff, Mario Bodemann

23. März 2010

This work is licensed under the *Creative Commons Attribution-ShareAlike 3.0 License*.

created with LaTeX-beamer

Agenda 2010

1. Methoden
2. Testen
3. Debuggen
4. Java-API

Feedback of the Day

Feedba

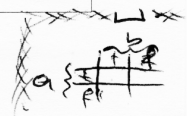
Feedback: Vorlesung

☒ vormittags ☐ nachmittags

☒ Montag ☐ Dienstag
☐ Mittwoch ☐ Donnerstag
☐ Freitag

Positiv Lautstärke gut

Negativ hellgrüne Schriftfarbe auf Folie = schlecht



0. Wiederholung

Wiederholung

Wiederholung

- Variablen und Zuweisungen

Wiederholung

- Variablen und Zuweisungen

```
1 int foo = 42;
2 String text = "Hallo Welt!";
3
4 int bar;
5 bar = 23;
```

Wiederholung

- Variablen und Zuweisungen
- Verzweigungen

Wiederholung

- Variablen und Zuweisungen
- Verzweigungen

```
1 if ( heuteIstRasenmaehertag == true ) {
2         System.out.println("Geh Rasen maehen!");
3 } else {
4         System.out.println("Faulenzen!");
5 }
```

Wiederholung

- Variablen und Zuweisungen
- Verzweigungen
- Schleifen

Wiederholung

- Variablen und Zuweisungen
- Verzweigungen
- Schleifen

```
1 System.out.println("Ich");
2 for(int count=0; count<10; count++) {
3         System.out.println("maehe");
4 }
```

Wiederholung

- Variablen und Zuweisungen
- Verzweigungen
- Schleifen

```
1 System.out.println("Ich");
2 for(int count=0; count<10; count++) {
3         System.out.println("maehe");
4 }
```

```
1 System.out.println("Ich");
2 int count = 0;
3 while(count<10) {
4         System.out.println("maehe");
5         count++;
6 }
```

Wiederholung

- Variablen und Zuweisungen
- Verzweigungen
- Schleifen
- Arrays

Wiederholung

- Variablen und Zuweisungen
- Verzweigungen
- Schleifen
- Arrays

```
1 int [] grashalme = new int[10];
2 grashalme[0] = 0;
3 grashalme[1] = 0;
4 grashalme[2] = 0;
5 ...
6 grashalme[9] = 0;
```

Wiederholung

- Variablen und Zuweisungen
- Verzweigungen
- Schleifen
- Arrays

```
1 int [] grashalme = new int[10];
2 grashalme[0] = 0;
3 grashalme[1] = 0;
4 grashalme[2] = 0;
5 ...
6 grashalme[9] = 0;
```

```
1 int [] grashalme = new int[10];
2 for(int halmNr=0; halmNr<grashalme.length; halmNr++) {
3         grashalme[halmNr] = 0;
4 }
```

```
System.out.println(...)
```

`System.out.println(...)`

1. Methoden

Beispiele

- System.out.println(. . .)
- Math.random()

Wie funktioniert so eine Methode?

Mathematische Funktion

Mathematische Funktion

- $4! = 1 \cdot 2 \cdot 3 \cdot 4$

Mathematische Funktion

- $4! = 1 \cdot 2 \cdot 3 \cdot 4$
- $f(n) = \prod_{k=1}^{n} k$

Mathematische Funktion

- $4! = 1 \cdot 2 \cdot 3 \cdot 4$
- $f(n) = \prod_{k=1}^{n} k$
- Name: f

Mathematische Funktion

- $4! = 1 \cdot 2 \cdot 3 \cdot 4$
- $f(n) = \prod_{k=1}^{n} k$
- Name: f
- Eingabe: $n \in \mathbb{N}$

Mathematische Funktion

- $4! = 1 \cdot 2 \cdot 3 \cdot 4$
- $f(n) = \prod_{k=1}^{n} k$
- Name: f
- Eingabe: $n \in \mathbb{N}$
- Ausgabe: $f \rightarrow \mathbb{N}$

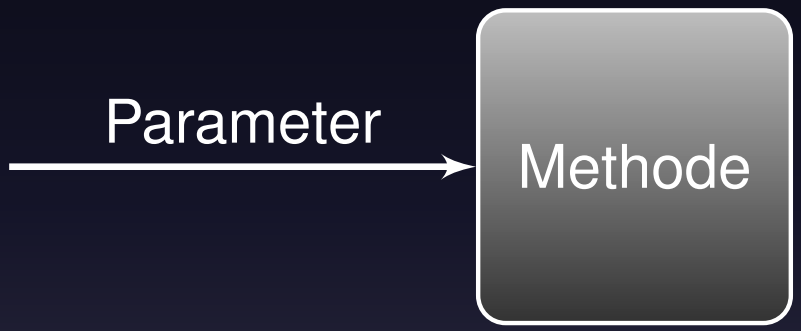
Mathematische Funktion

- $4! = 1 \cdot 2 \cdot 3 \cdot 4$
- $f(n) = \prod_{k=1}^{n} k$
- Name: f
- Eingabe: $n \in \mathbb{N}$
- Ausgabe: $f \rightarrow \mathbb{N}$
- Definition

Black-Box

Black-Box

Black-Box



Black-Box

Beispiel: factorial

- Methodenname: `factorial`
- Parameter: `int n`
- Rückgabetyp: `int`

Wie rufe ich factorial auf?

Möglichkeiten des Methodenaufrufs

Möglichkeiten des Methodenaufrufs

- Einfach so:

Möglichkeiten des Methodenaufrufs

- Einfach so:

```
1 factorial(4);
```

Möglichkeiten des Methodenaufrufs

- Einfach so:

```
1 factorial(4);
```

- Speichern des Rückgabewerts in einer Variablen:

Möglichkeiten des Methodenaufrufs

- Einfach so:

```
1 factorial(4);
```

- Speichern des Rückgabewerts in einer Variablen:

```
1 int facFour;
2 facFour = factorial(4);
```

Möglichkeiten des Methodenaufrufs

- Einfach so:

```
1 factorial(4);
```

- Speichern des Rückgabewerts in einer Variablen:

```
1 int facFour;
2 facFour = factorial(4);
```

- Auswertung des Rückgabewerts in einem Ausdruck:

```
1 if ( factorial(4) == 24 ) {
2         ...
3 }
```

Syntax für den Aufruf

```
bezeichner(parameter, ...)
```

Wie schreibe ich eine neue Methode?

Syntax: Umgebung

Methoden gehören zu einer Klasse (`class`):

Syntax: Umgebung

Methoden gehören zu einer Klasse (`class`):

MathFunctions.java

```
1  public class MathFunctions {
2
3
4
5
6
7
8
9
10
11
12
13 }
```

Syntax: Umgebung

Methoden gehören zu einer Klasse (`class`):

MathFunctions.java

```
1  public class MathFunctions {
2          public static int factorial(int n) {
3                  ...
4          }
5
6
7
8
9
10
11
12
13 }
```

Syntax: Umgebung

Methoden gehören zu einer Klasse (`class`):

MathFunctions.java

```
1  public class MathFunctions {
2          public static int factorial(int n) {
3                  ...
4          }
5
6          public static int power(int base, int exp) {
7                  ...
8          }
9
10
11
12
13 }
```

Syntax: Umgebung

Methoden gehören zu einer Klasse (`class`):

MathFunctions.java

```
1  public class MathFunctions {
2          public static int factorial(int n) {
3                  ...
4          }
5
6          public static int power(int base, int exp) {
7                  ...
8          }
9
10         public static void main(String args[]) {
11                 ...
12         }
13 }
```

Syntax: Aufbau

Syntax: Aufbau

Syntax: Aufbau

- Methoden-Kopf
  - enthält den Namen der Methode
  - enthält die Parameter
  - enthält den Rückgabetyp

Syntax: Aufbau

- Methoden-Kopf
  - enthält den Namen der Methode
  - enthält die Parameter
  - enthält den Rückgabetyp

- Methoden-Rumpf
  - ein Block (`{ ... }`)
  - enthält die Funktion
  - gibt den Rückgabewert zurück

factorial, der Kopf

```
public static int factorial (int n) {

}
```

factorial, der Kopf

```
public static int factorial (int n) {

}
```

Rückgabetyp:
`int`

factorial, der Kopf

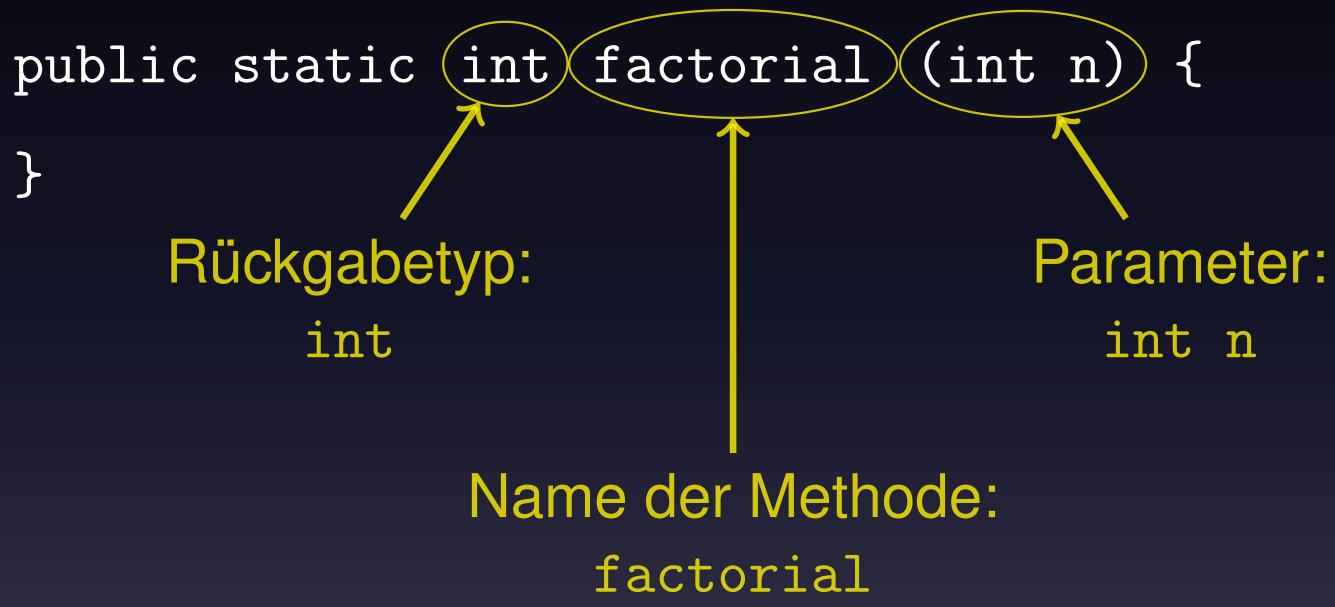
```
public static int factorial (int n) {

}
```

Rückgabetyp:
`int`

Name der Methode:
`factorial`

factorial, der Kopf



Syntax: Kopf

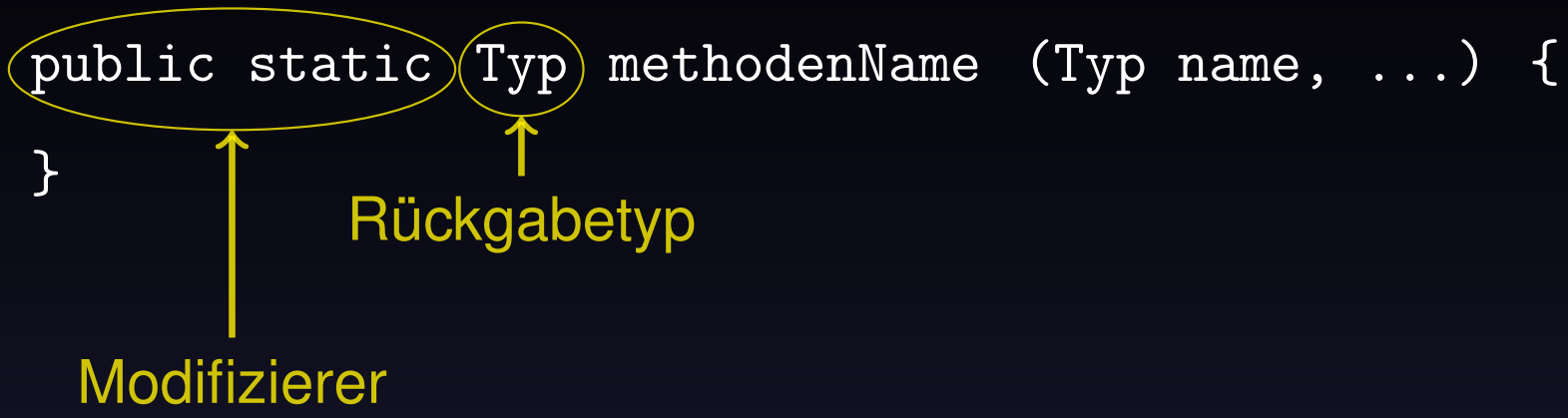
```
public static Typ methodenName (Typ name, ...) {
}
```

Syntax: Kopf

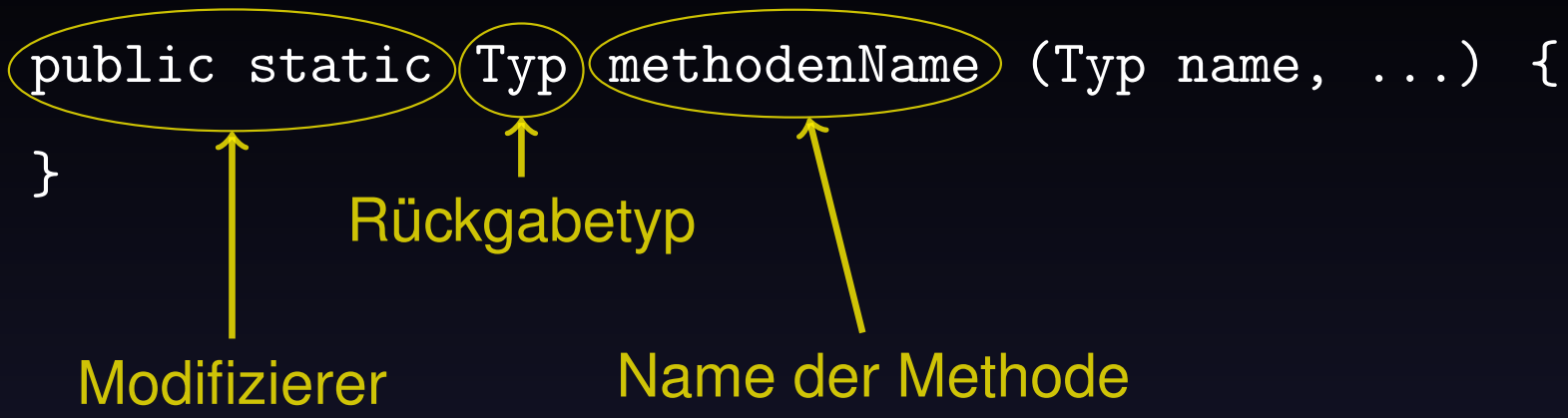
```
public static Typ methodenName (Typ name, ...) {
}
```

Modifizierer

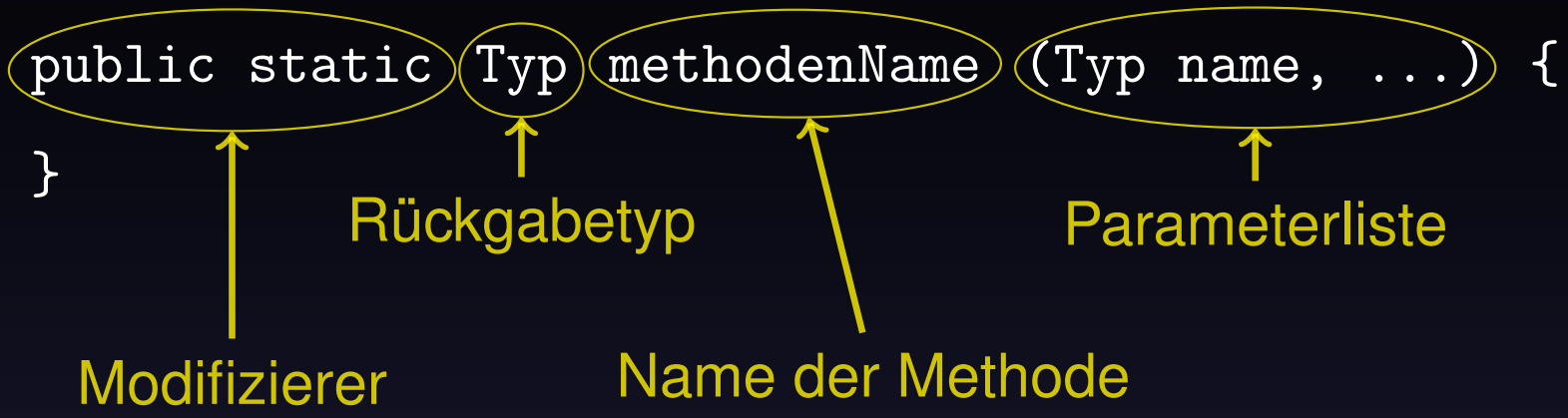
Syntax: Kopf


public static Typ methodenName (Typ name, ...) {
}
Rückgabetyp
Modifizierer

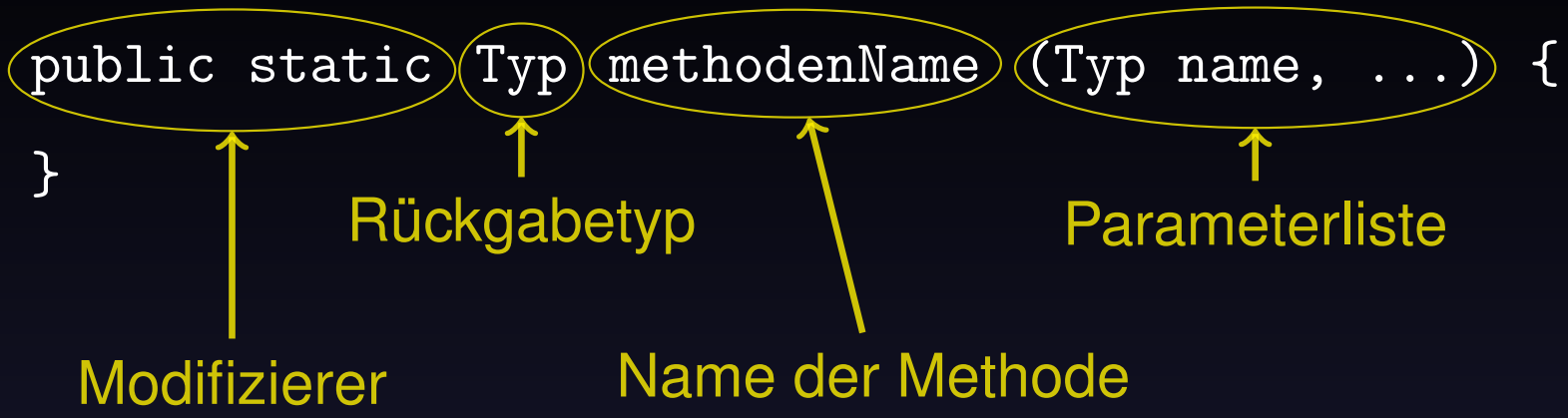
Syntax: Kopf


public static Typ methodenName (Typ name, ...) {
}
Modifizierer
Rückgabetyp
Name der Methode

Syntax: Kopf

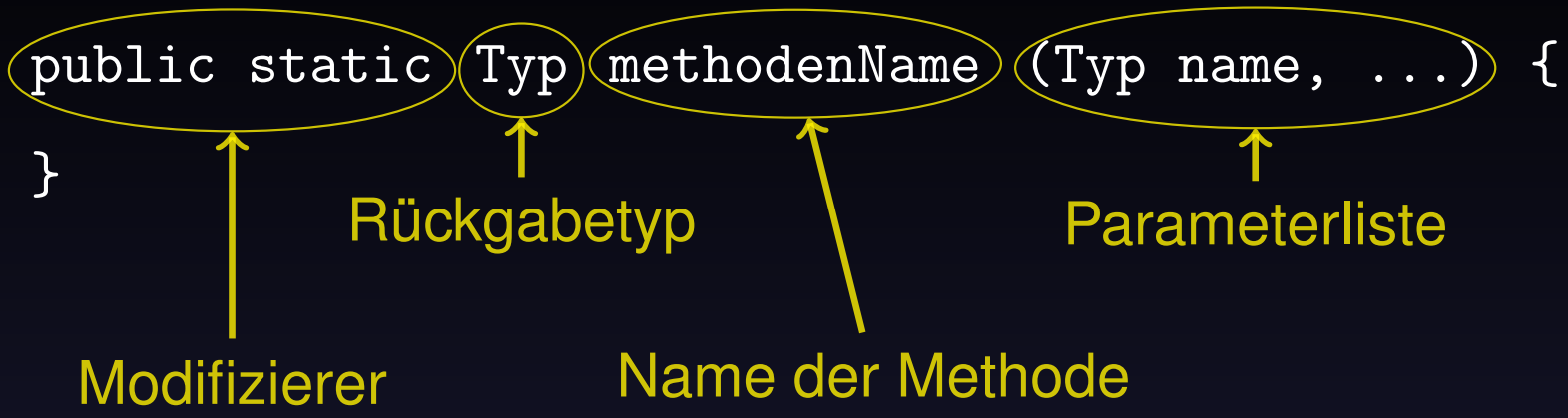

public static Typ methodenName (Typ name, ...) {
}
Modifizierer
Rückgabetyp
Name der Methode
Parameterliste

Syntax: Kopf



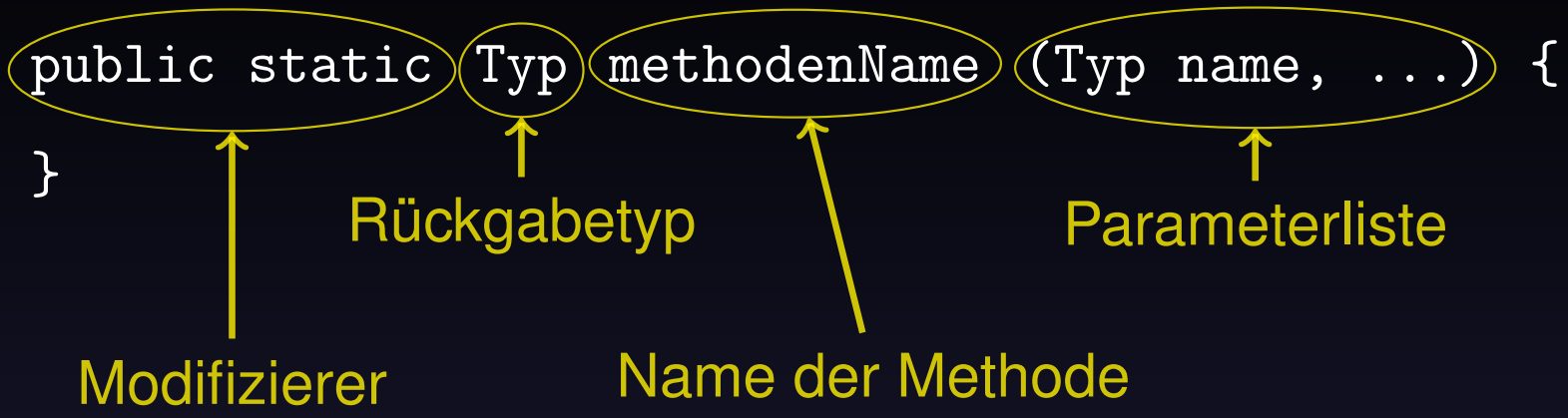
- mögliche Rückgabetypen:
  - einfache Datentypen (z.B. `int`, `double`, ...)
  - komplexe Datentypen (z.B. `String`, `int []` (Arrays), ...)
  - `void` – keine Rückgabe

Syntax: Kopf



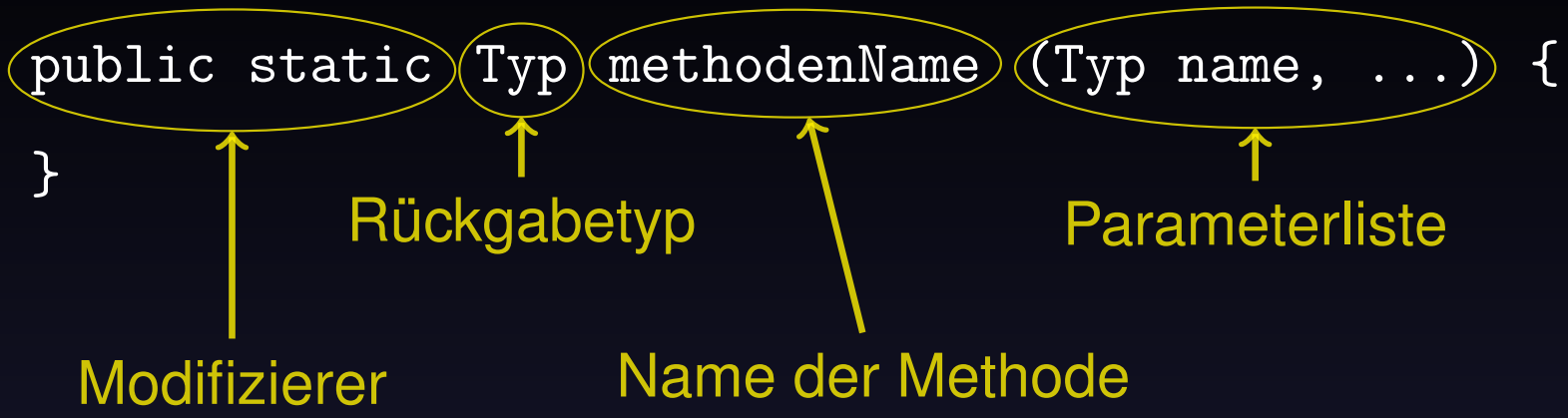
- mögliche Rückgabetypen:
  - einfache Datentypen (z.B. `int`, `double`, ...)
  - komplexe Datentypen (z.B. `String`, `int []` (Arrays), ...)
  - `void` – keine Rückgabe
- Parameterliste kann $0 - \infty$ Parameter enthalten

Syntax: Kopf



- mögliche Rückgabetypen:
  - einfache Datentypen (z.B. `int`, `double`, ...)
  - komplexe Datentypen (z.B. `String`, `int []` (Arrays), ...)
  - `void` – keine Rückgabe
- Parameterliste kann $0 - \infty$ Parameter enthalten
- mögliche Parametertypen:

Syntax: Kopf



- mögliche Rückgabetypen:
  - einfache Datentypen (z.B. `int`, `double`, ...)
  - komplexe Datentypen (z.B. `String`, `int []` (Arrays), ...)
  - `void` – keine Rückgabe
- Parameterliste kann $0 - \infty$ Parameter enthalten
- mögliche Parametertypen:
  - einfache Datentypen
  - komplexe Datentypen

Syntax: Kopf – Beispiele

Syntax: Kopf – Beispiele

```
1 public static void   doSomething()
```

- keine Parameter
- keine Rückgabe (`void`)

Syntax: Kopf – Beispiele

```
1 public static void   doSomething()
2 public static void   doSomething(int n)
```

- ein Parameter: `int n`
- keine Rückgabe (`void`)

Syntax: Kopf – Beispiele

```
1 public static void   doSomething()
2 public static void   doSomething(int n)
3 public static void   doSomething(int n, String s)
```

- zwei Paramter:
  1. `int n`
  2. `String s`
- keine Rückgabe (`void`)

Syntax: Kopf – Beispiele

```
1 public static void   doSomething()
2 public static void   doSomething(int n)
3 public static void   doSomething(int n, String s)
4 public static int    doSomething()
```

- keine Parameter
- Rückgabe: `int`

Syntax: Kopf – Beispiele

```
1 public static void   doSomething()
2 public static void   doSomething(int n)
3 public static void   doSomething(int n, String s)
4 public static int    doSomething()
5 public static String doSomething()
```

- keine Parameter
- Rückgabe: `String`

Syntax: Kopf – Beispiele

```
1 public static void   doSomething()
2 public static void   doSomething(int n)
3 public static void   doSomething(int n, String s)
4 public static int    doSomething()
5 public static String doSomething()
6 public static int[]  doSomething()
```

- keine Parameter
- Rückgabe: `int []` (Array von int)

Syntax: Kopf – Beispiele

```
1 public static void   doSomething()
2 public static void   doSomething(int n)
3 public static void   doSomething(int n, String s)
4 public static int    doSomething()
5 public static String doSomething()
6 public static int[]  doSomething()
```

Syntax: Rumpf

Syntax: Rumpf

```
1 public static int factorial(int n) {
2         int result = 1;
3         ... //result (Fakultaet von n) wird berechnet
4         return result;
5 }
```

Syntax: Rumpf

```
1 public static int factorial(int n) {
2         int result = 1;
3         ... //result (Fakultaet von n) wird berechnet
4         return result;
5 }
```

- `return «Rückgabewert»;`
  - bricht Ausführung ab und gibt `«Rückgabewert»` zurück
  - bei Rückgabetyp void: `return;`

?

Wie kommen die Parameter vom Kopf in den Rumpf?

einfache Antwort:

einfache Antwort:

Sie werden hinein kopiert.

einfache Antwort:

Sie werden hinein kopiert.

Parameterübergabe

Parameterübergabe

```
1 public static int factorial(int n) {
2
3
4
5
6
7
8 }
```

Parameterübergabe

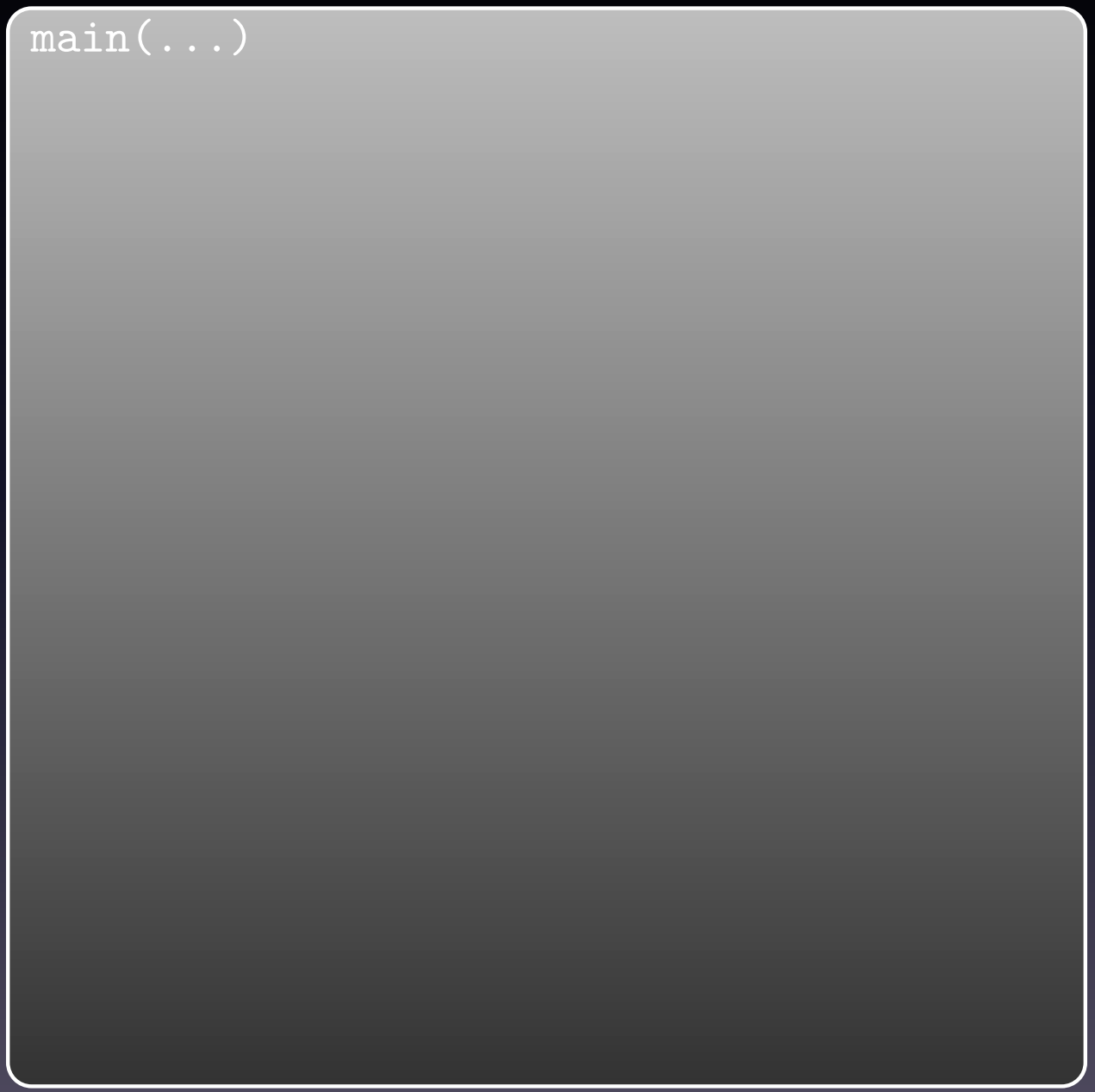
```
1 public static int factorial(int n) {
2     int result = 1;
3     while(n != 0) {
4
5
6     }
7     return result;
8 }
```

Parameterübergabe

```
1 public static int factorial(int n) {
2     int result = 1;
3     while(n != 0) {
4         result = result * n;
5         n = n - 1;
6     }
7     return result;
8 }
```

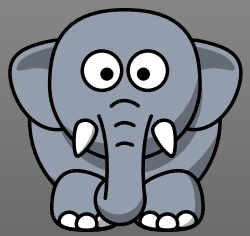
Call by Value

Call by Value



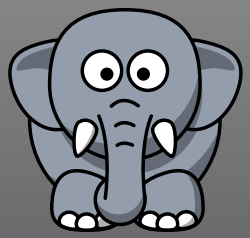
Call by Value

`main(...)`



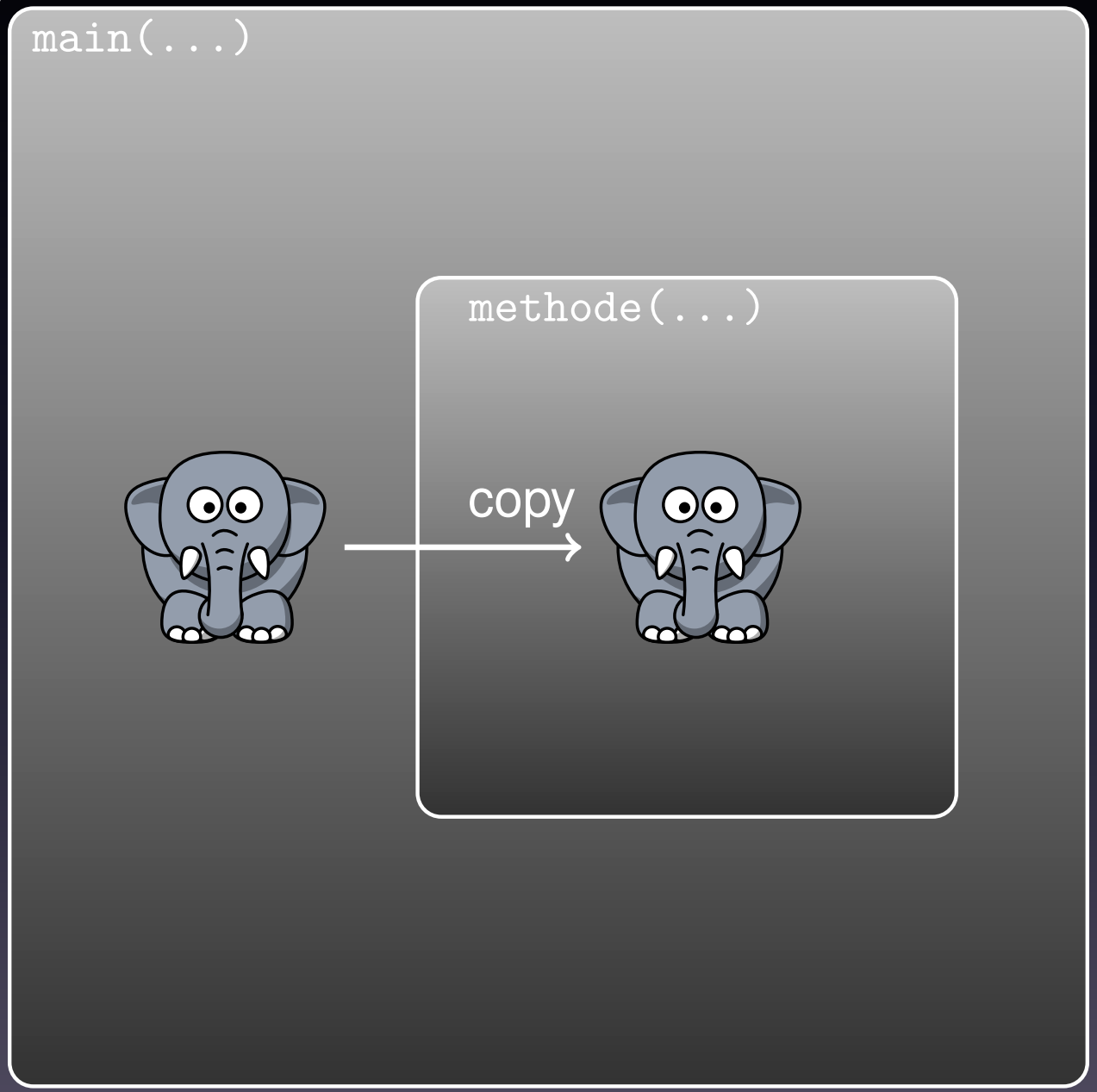
Call by Value

main(...)

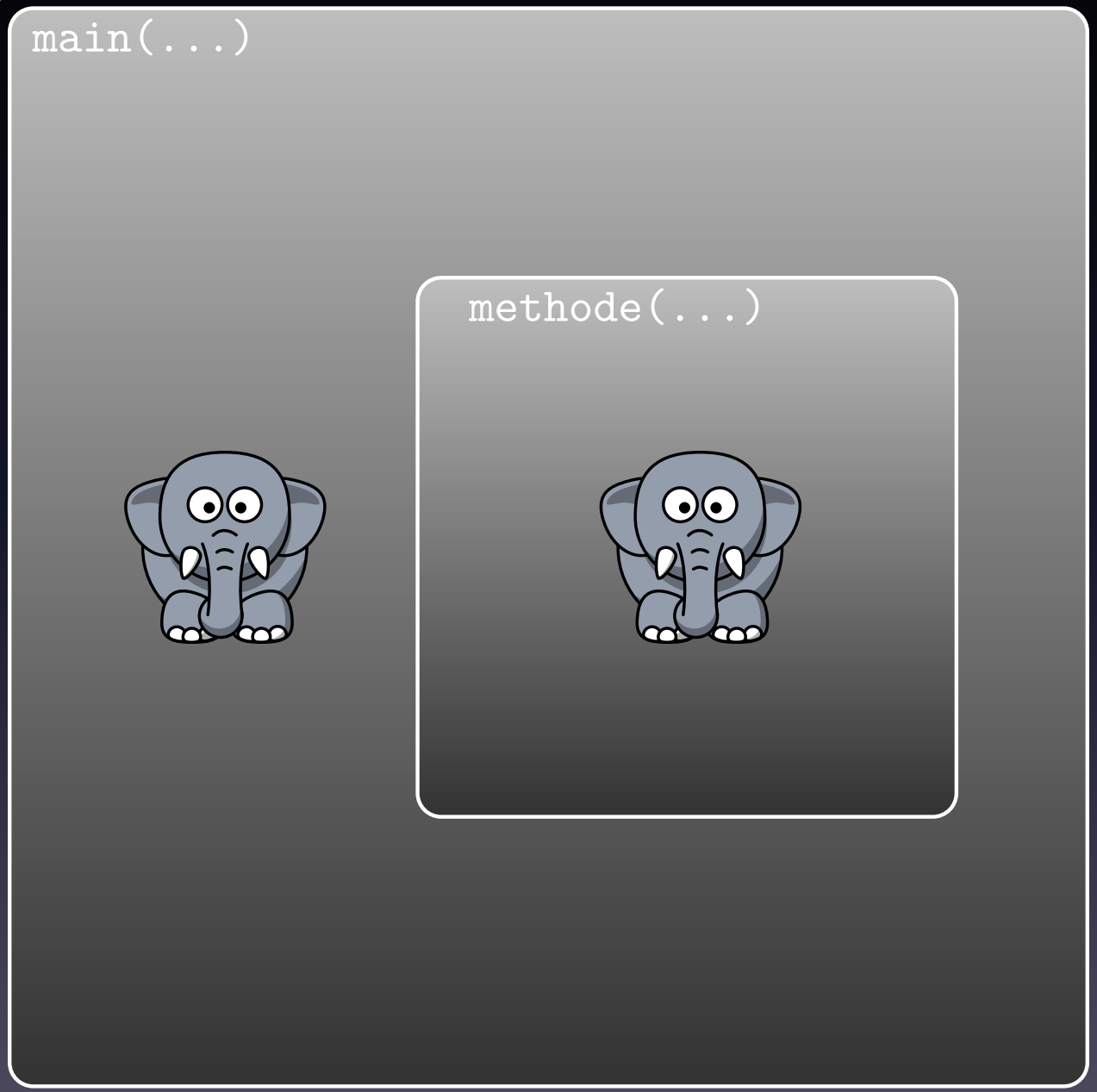


methode(...)

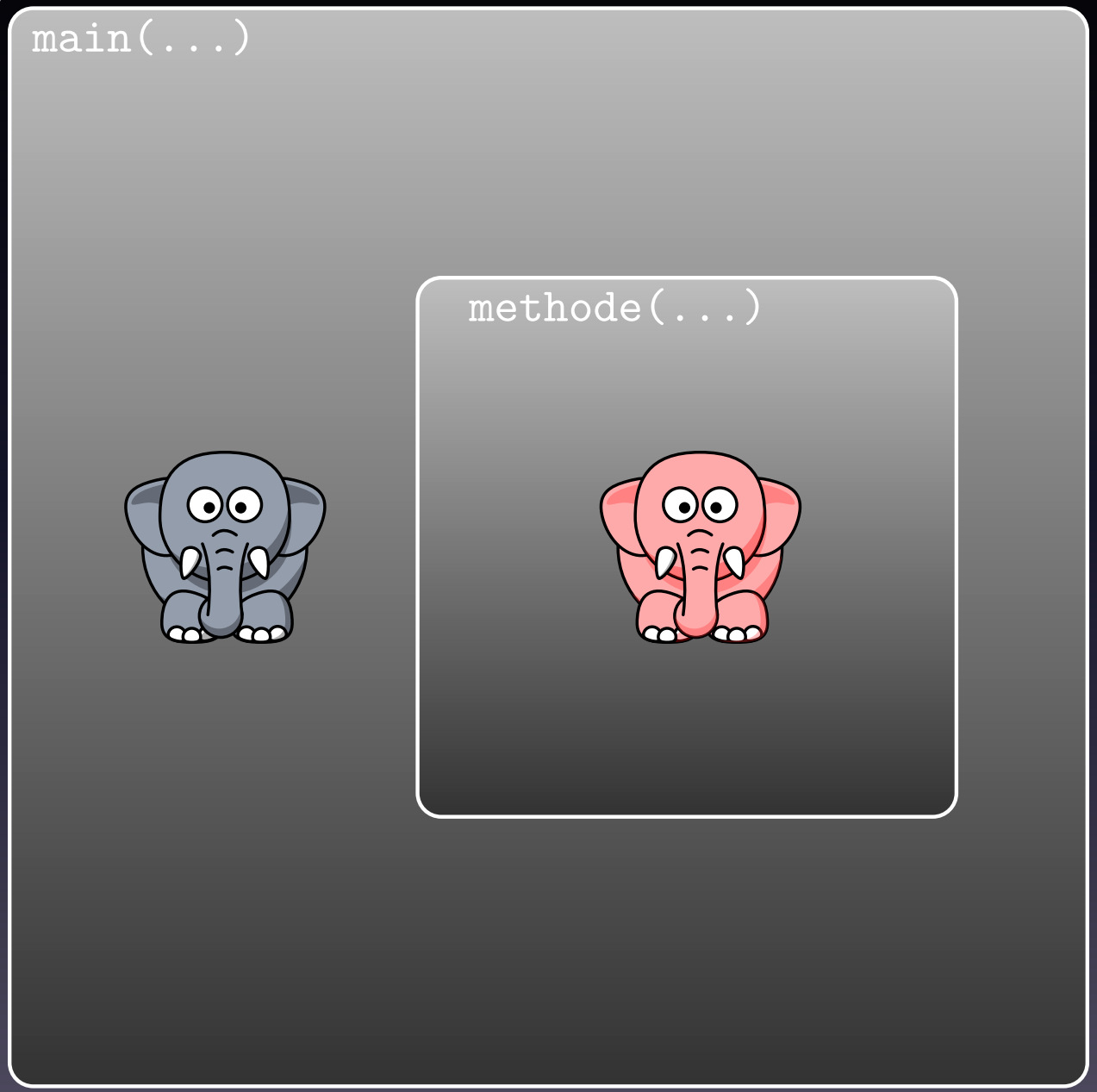
Call by Value



Call by Value



Call by Value



Call by Value: Beispiel

Call by Value: Beispiel

```
1  public class Modify {
2      public static void main(String args[]) {
3          int value = 42;
4
5          modify(value);
6
7      }
8      public static void modify(int value) {
9          value = 23;
10
11     }
12 }
```

Call by Value: Beispiel

```
1  public class Modify {
2      public static void main(String args[]) {
3          int value = 42;
4          System.out.println("before: " + value);
5          modify(value);
6          System.out.println("after: " + value);
7      }
8      public static void modify(int value) {
9          value = 23;
10         System.out.println("in modify: " + value);
11     }
12 }
```

Call by Value: Beispiel

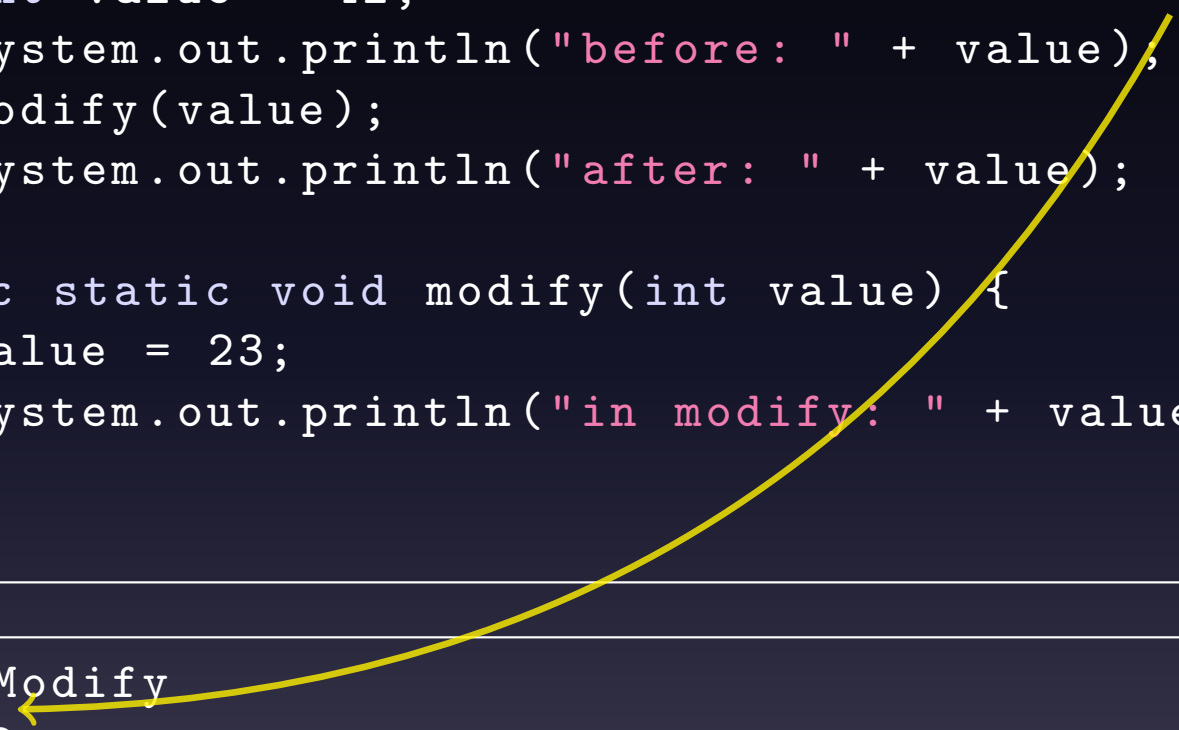
```
1  public class Modify {
2      public static void main(String args[]) {
3          int value = 42;
4          System.out.println("before: " + value);
5          modify(value);
6          System.out.println("after: " + value);
7      }
8      public static void modify(int value) {
9          value = 23;
10         System.out.println("in modify: " + value);
11     }
12 }
```

```
1  ~ $ java Modify
2  before: 42
3  in modify: 23
4  after: 42
```

Call by Value: Beispiel

```
1  public class Modify {
2      public static void main(String args[]) {
3          int value = 42;
4          System.out.println("before: " + value);
5          modify(value);
6          System.out.println("after: " + value);
7      }
8      public static void modify(int value) {
9          value = 23;
10         System.out.println("in modify: " + value);
11     }
12 }
```

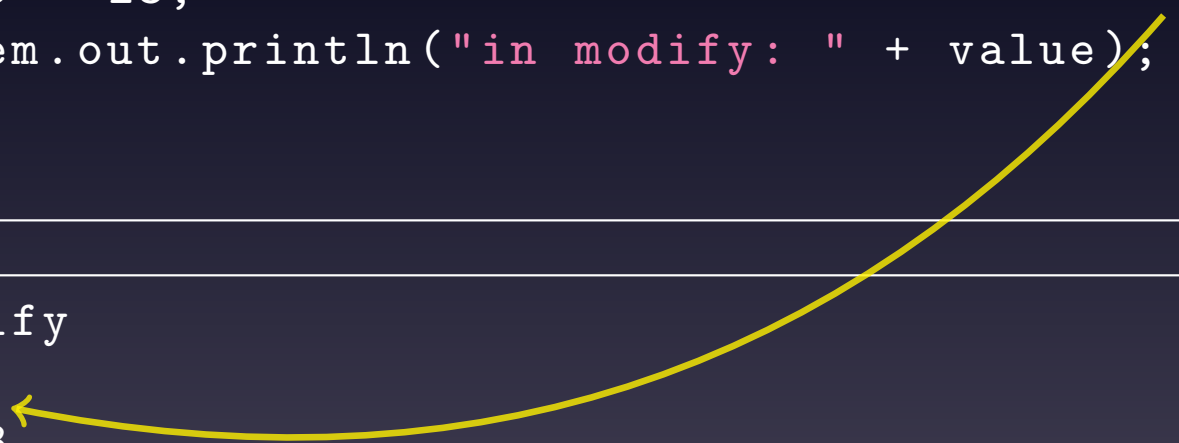
```
1  ~ $ java Modify
2  before: 42
3  in modify: 23
4  after: 42
```



Call by Value: Beispiel

```
1  public class Modify {
2      public static void main(String args[]) {
3          int value = 42;
4          System.out.println("before: " + value);
5          modify(value);
6          System.out.println("after: " + value);
7      }
8      public static void modify(int value) {
9          value = 23;
10         System.out.println("in modify: " + value);
11     }
12 }
```

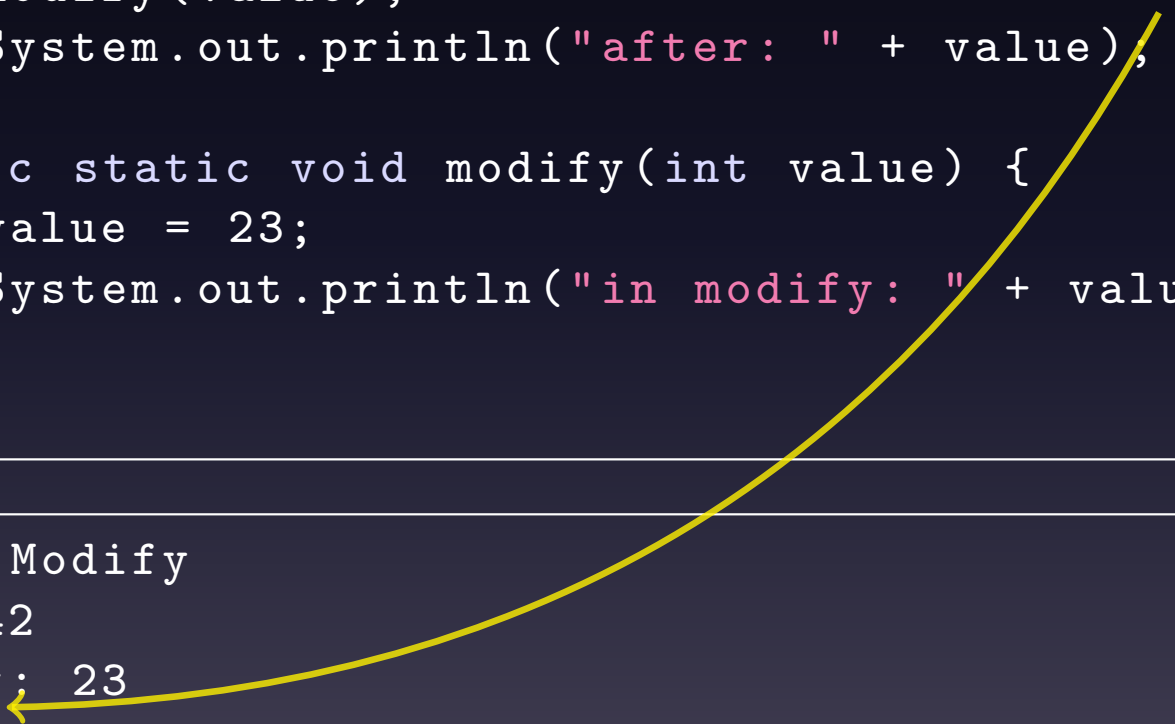
```
1  ~ $ java Modify
2  before: 42
3  in modify: 23
4  after: 42
```



Call by Value: Beispiel

```
1  public class Modify {
2      public static void main(String args[]) {
3          int value = 42;
4          System.out.println("before: " + value);
5          modify(value);
6          System.out.println("after: " + value);
7      }
8      public static void modify(int value) {
9          value = 23;
10         System.out.println("in modify: " + value);
11     }
12 }
```

```
1  ~ $ java Modify
2  before: 42
3  in modify: 23
4  after: 42
```



Wäre da nicht ein Problem. . .

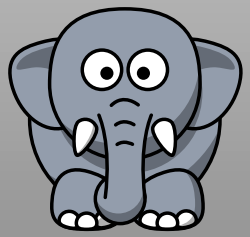
Wäre da nicht ein Problem. . .

Bei großen Datenmengen in den Parametern
muss alles komplett **kopiert** werden!

Call by Reference

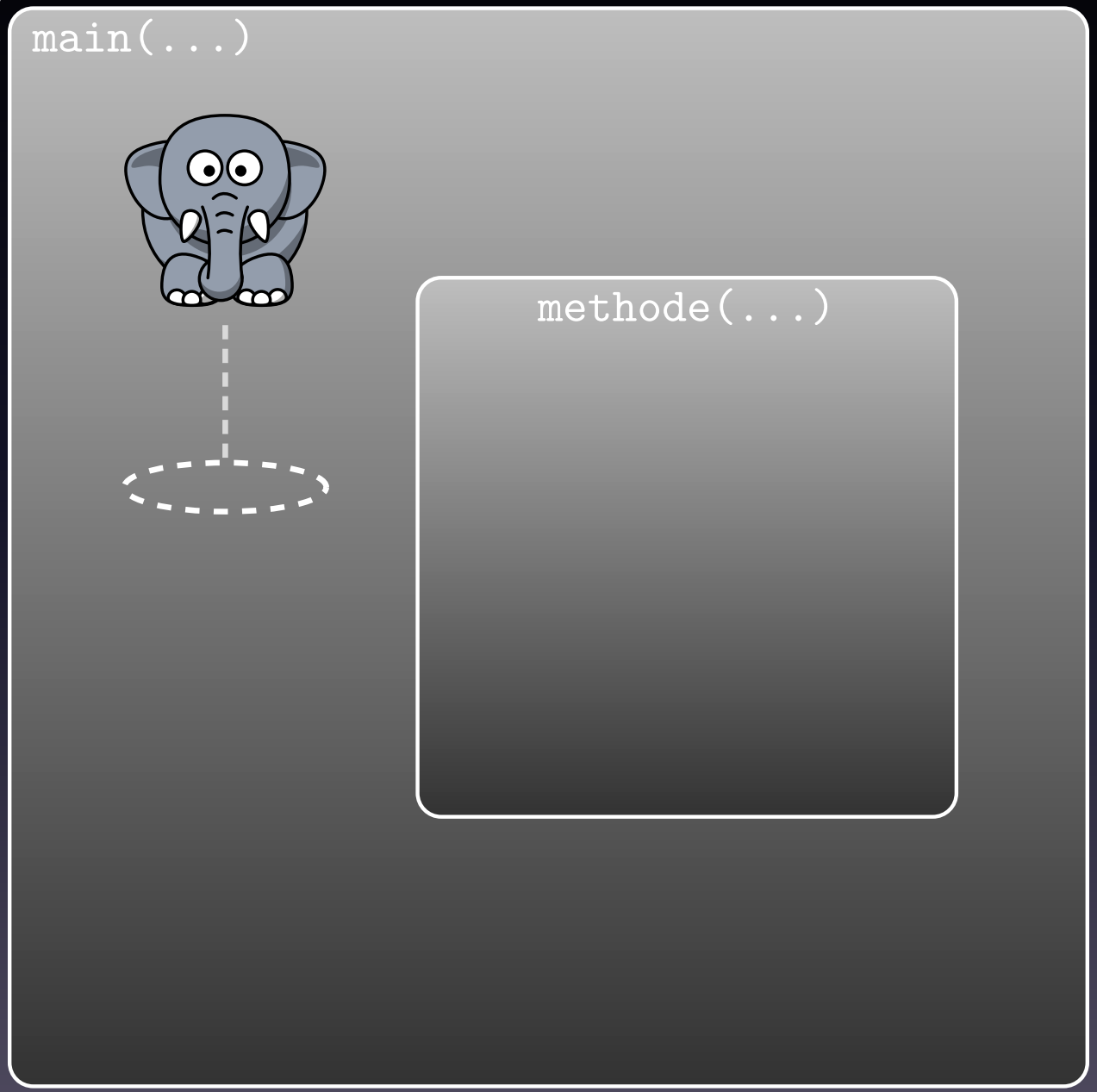
Call by Reference

main(...)

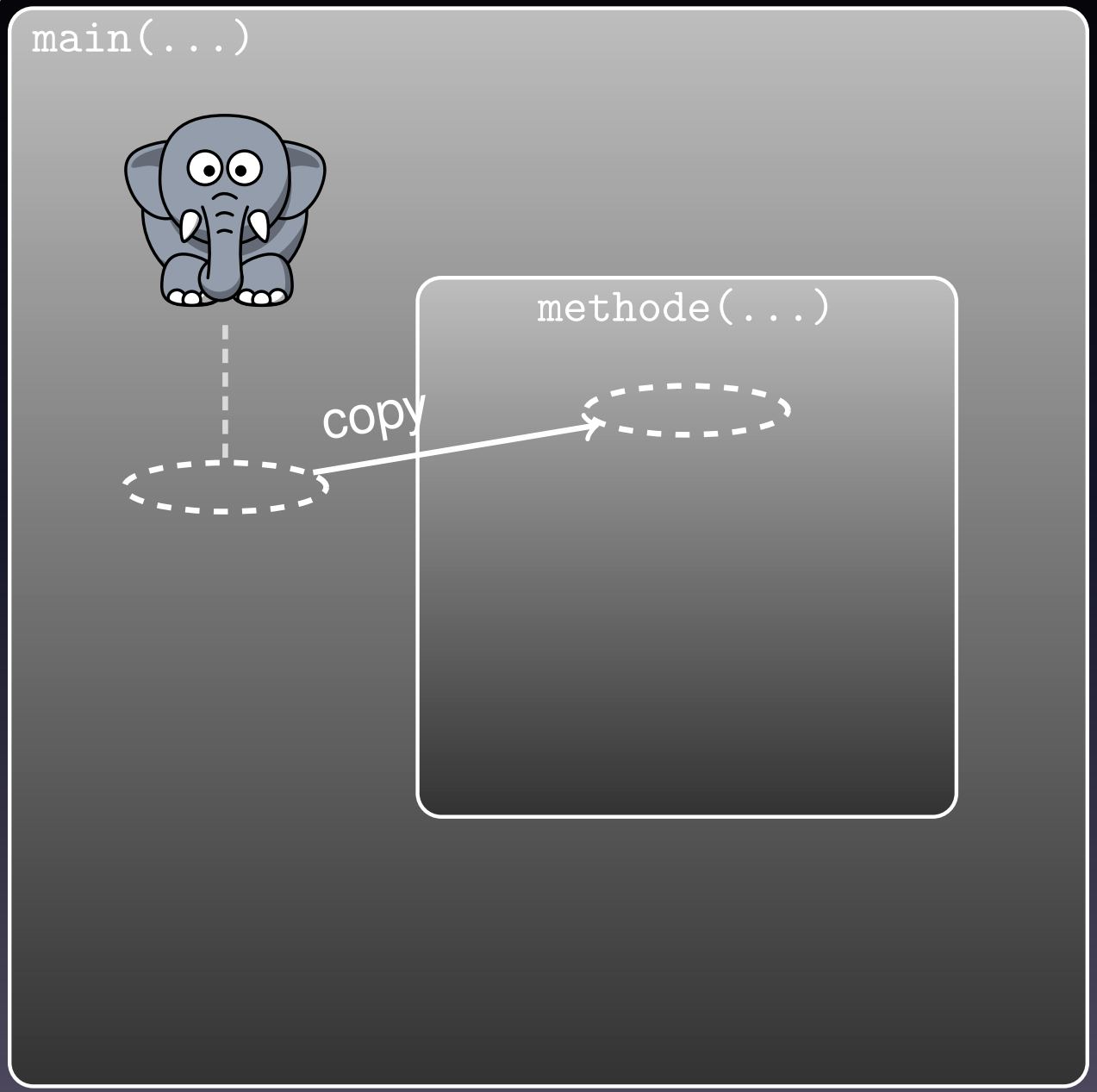


methode(...)

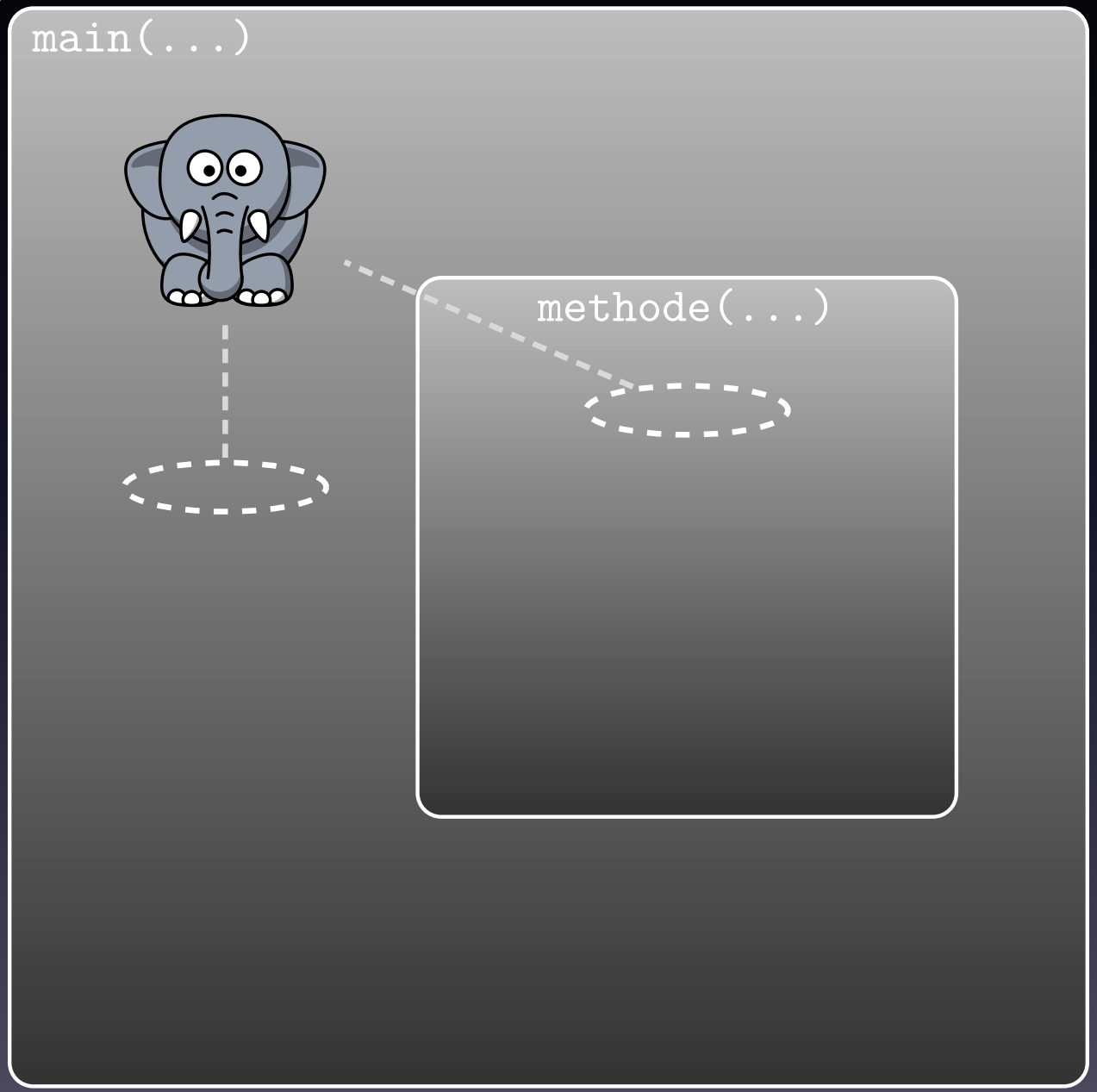
Call by Reference



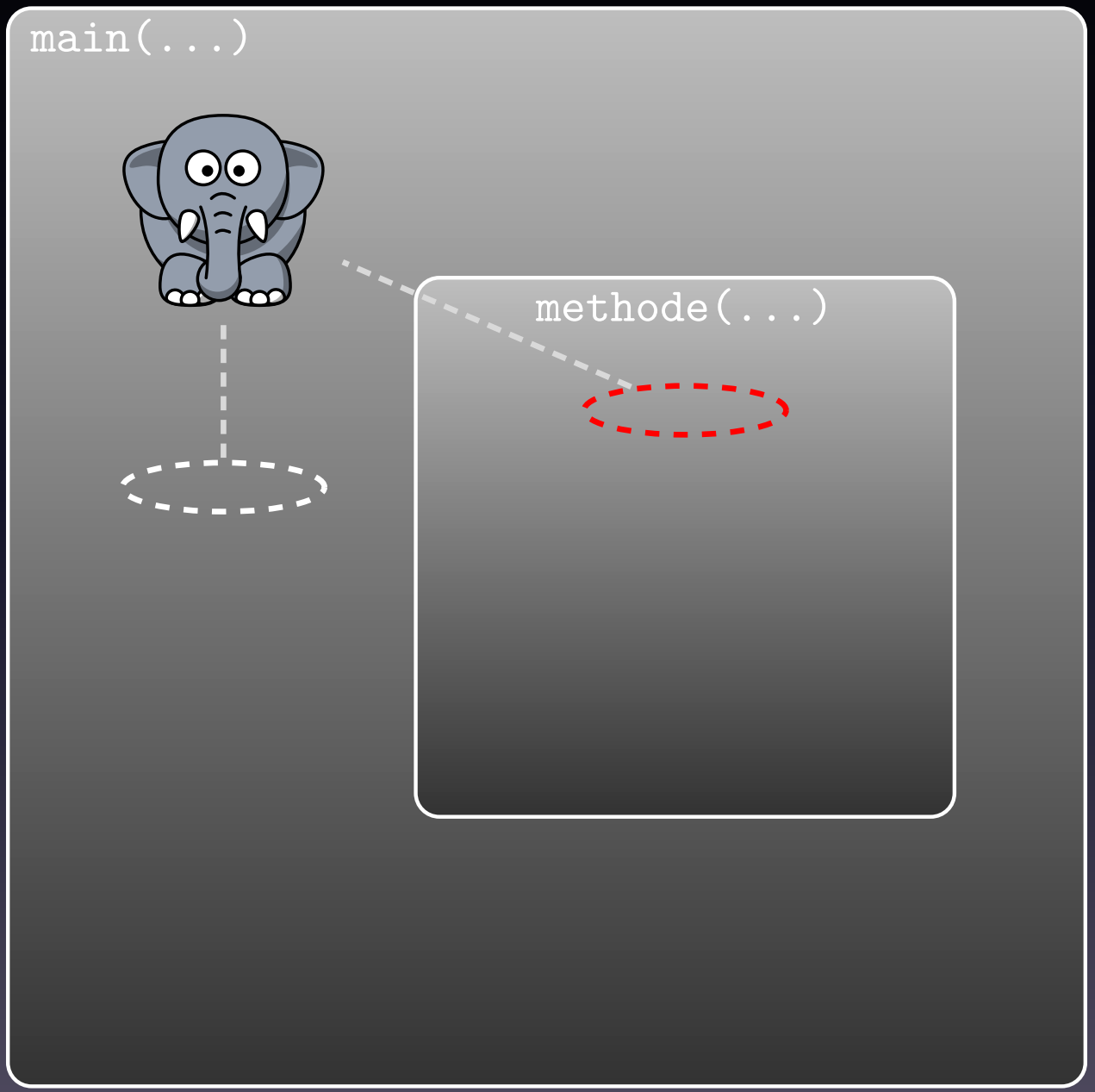
Call by Reference



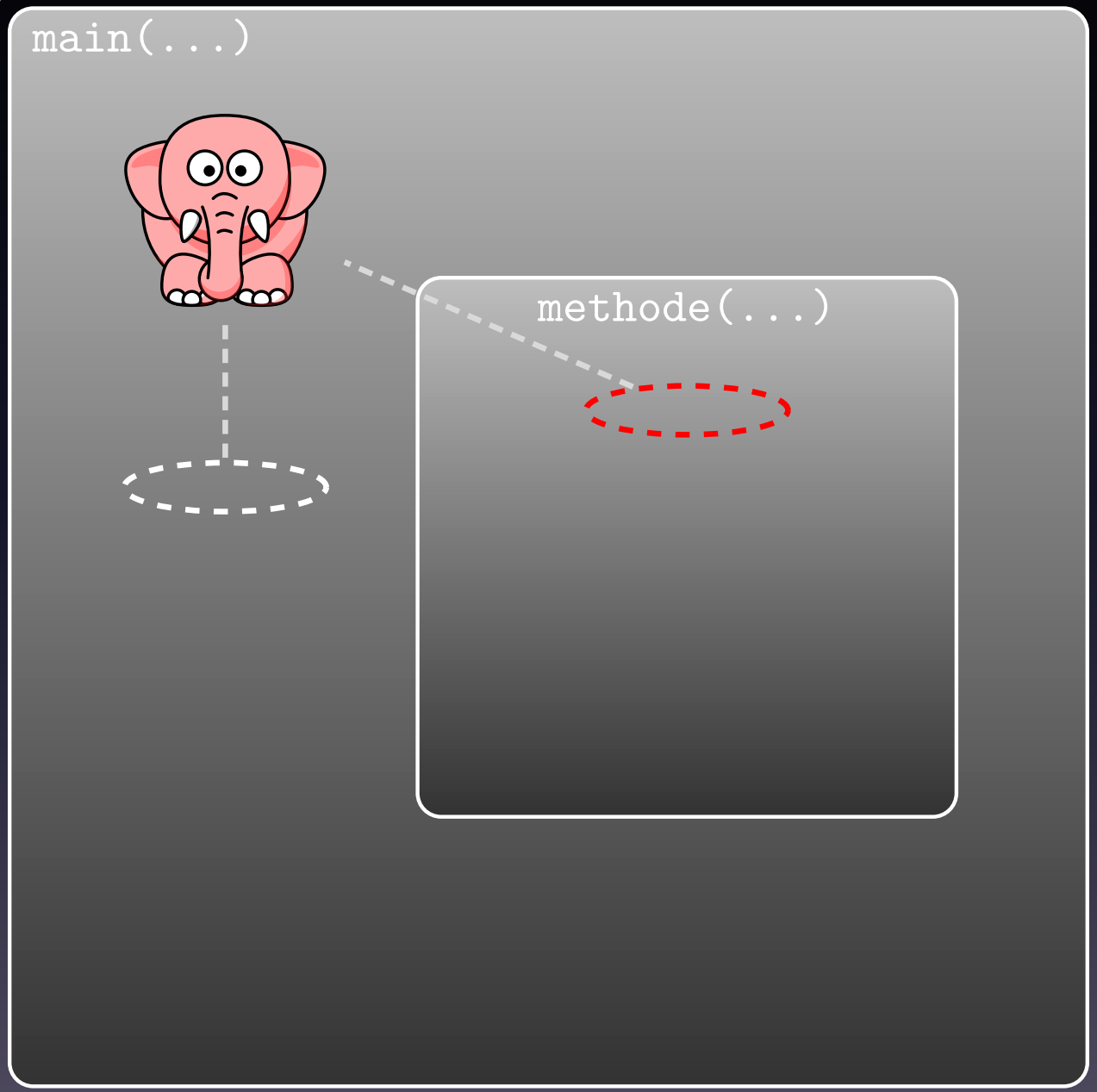
Call by Reference



Call by Reference



Call by Reference



Call by Reference: Beispiel

Call by Reference: Beispiel

```
1  public class HugeCopy {
2      public static void main(String args[]) {
3          int [] arr = new int[10000];
4
5          setOne(arr);
6
7      }
8      public static void setOne(int q[]) {
9          for(int i=0; i<q.length; i++) {
10             q[i] = 1;
11         }
12
13     }
14 }
```

Call by Reference: Beispiel

```
1  public class HugeCopy {
2      public static void main(String args[]) {
3          int [] arr = new int[10000];
4          System.out.println("before: " + arr[9999]);
5          setOne(arr);
6          System.out.println("after: " + arr[9999]);
7      }
8      public static void setOne(int q[]) {
9          for(int i=0; i<q.length; i++) {
10             q[i] = 1;
11         }
12         System.out.println("in setOne: " + arr[9999]);
13     }
14 }
```

Call by Reference: Beispiel

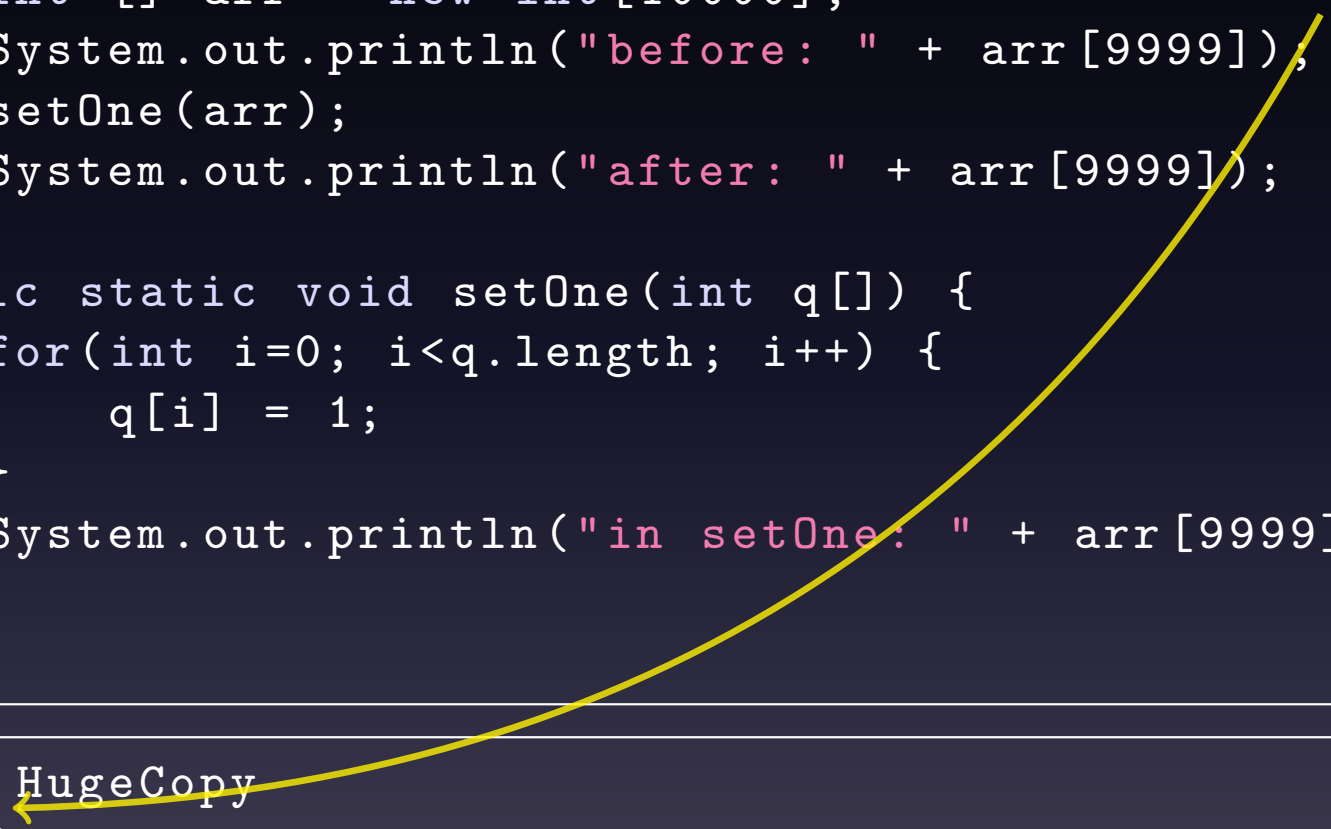
```
1  public class HugeCopy {
2      public static void main(String args[]) {
3          int [] arr = new int[10000];
4          System.out.println("before: " + arr[9999]);
5          setOne(arr);
6          System.out.println("after: " + arr[9999]);
7      }
8      public static void setOne(int q[]) {
9          for(int i=0; i<q.length; i++) {
10             q[i] = 1;
11         }
12         System.out.println("in setOne: " + arr[9999]);
13     }
14 }
```

```
1  ~ $ java HugeCopy
2  before: 0
3  in setOne: 1
4  after: 1
```

Call by Reference: Beispiel

```
1  public class HugeCopy {
2      public static void main(String args[]) {
3          int [] arr = new int[10000];
4          System.out.println("before: " + arr[9999]);
5          setOne(arr);
6          System.out.println("after: " + arr[9999]);
7      }
8      public static void setOne(int q[]) {
9          for(int i=0; i<q.length; i++) {
10             q[i] = 1;
11         }
12         System.out.println("in setOne: " + arr[9999]);
13     }
14 }
```

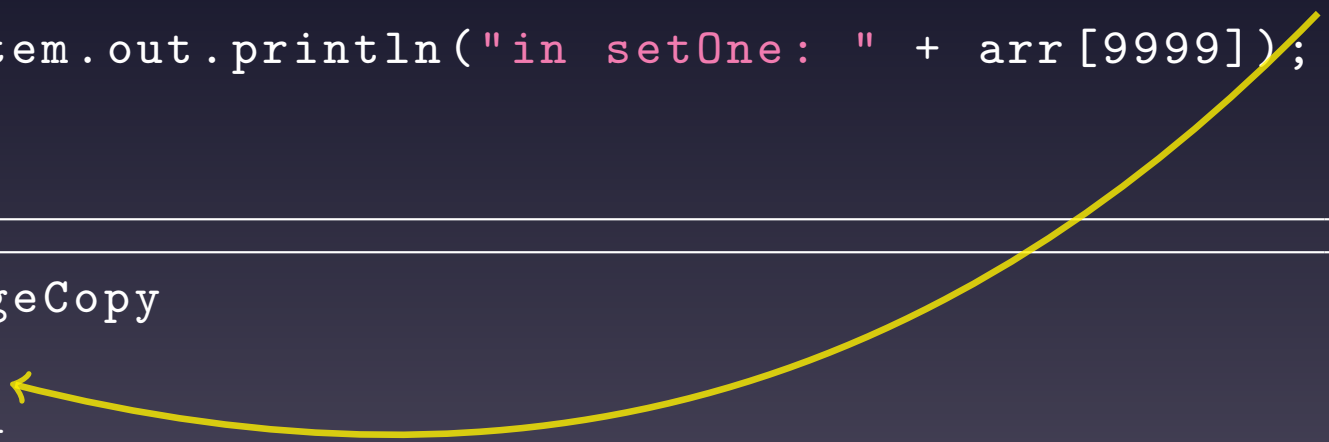
```
1  ~ $ java HugeCopy
2  before: 0
3  in setOne: 1
4  after: 1
```



Call by Reference: Beispiel

```
1  public class HugeCopy {
2      public static void main(String args[]) {
3          int [] arr = new int[10000];
4          System.out.println("before: " + arr[9999]);
5          setOne(arr);
6          System.out.println("after: " + arr[9999]);
7      }
8      public static void setOne(int q[]) {
9          for(int i=0; i<q.length; i++) {
10             q[i] = 1;
11         }
12         System.out.println("in setOne: " + arr[9999]);
13     }
14 }
```

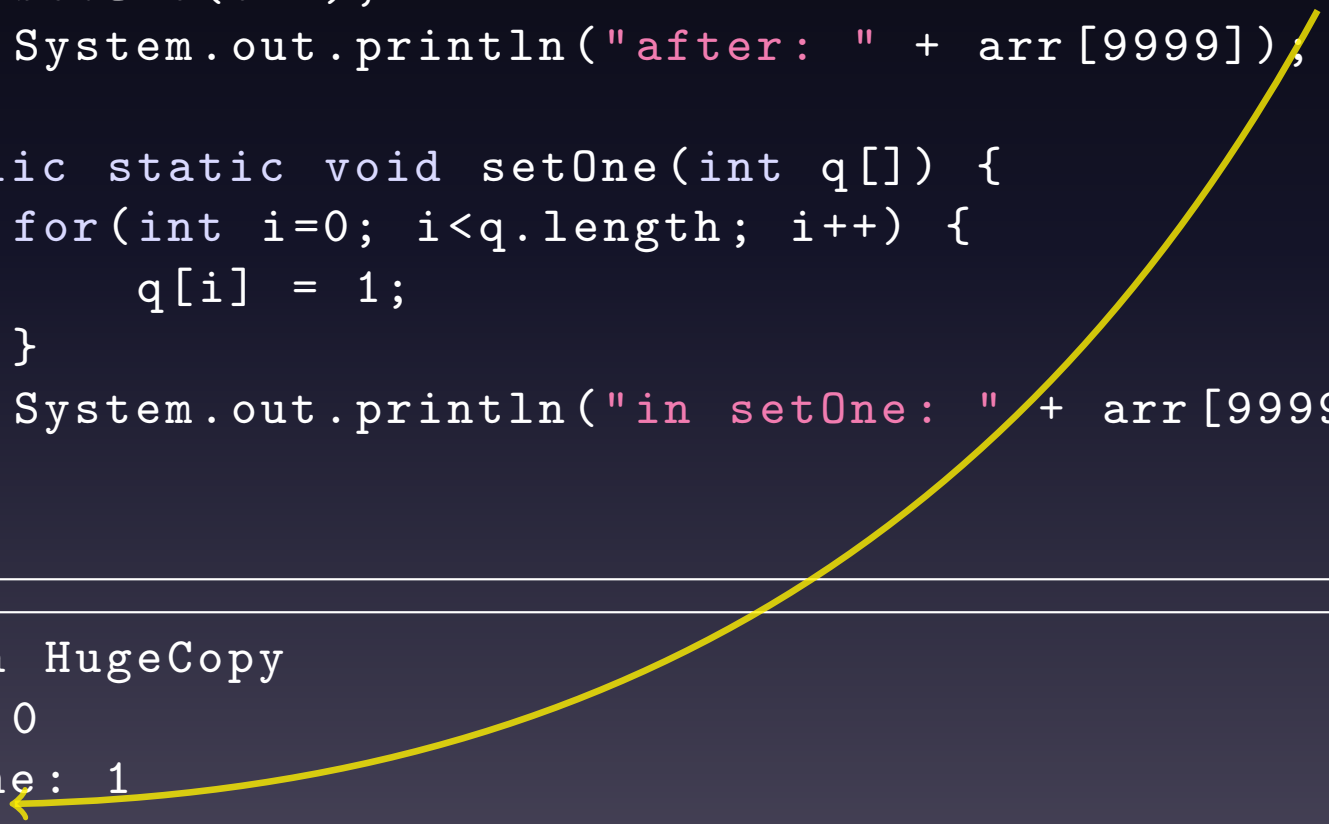
```
1  ~ $ java HugeCopy
2  before: 0
3  in setOne: 1
4  after: 1
```



Call by Reference: Beispiel

```
1  public class HugeCopy {
2      public static void main(String args[]) {
3          int [] arr = new int[10000];
4          System.out.println("before: " + arr[9999]);
5          setOne(arr);
6          System.out.println("after: " + arr[9999]);
7      }
8      public static void setOne(int q[]) {
9          for(int i=0; i<q.length; i++) {
10             q[i] = 1;
11         }
12         System.out.println("in setOne: " + arr[9999]);
13     }
14 }
```

```
1  ~ $ java HugeCopy
2  before: 0
3  in setOne: 1
4  after: 1
```



Call by Reference vs. Call by Value

- richtet sich nach Datentyp (automatisch)
- Call by Value
  - Kopieren der Parameter
  - für einfache Datentypen (`int`, `double`, `float`, `char`, `...`)
- Call by Reference
  - Referenzieren der Parameter
  - für komplexe Datentypen
  - z.B. Arrays

2. Testen

Was heißt Testen?

Was kann man Testen?

Was kann man Testen?

Methoden

Wie Testen?

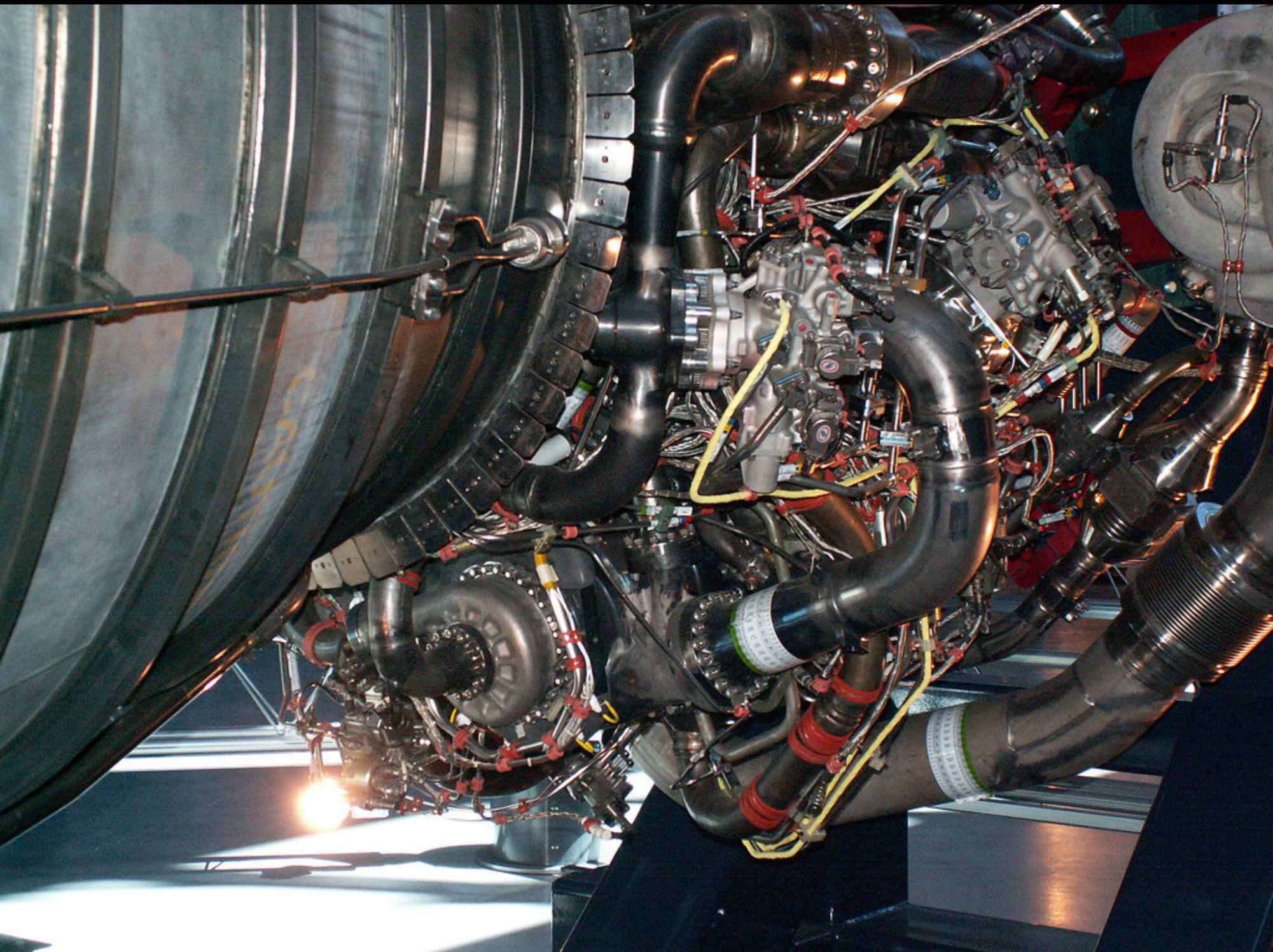
Der Idealfall:

1. Vorstellung davon was eine Method tun soll
2. Methoden-Kopf erstellen
3. Testfälle schreiben
4. Methode implementieren
5. Testfälle aufrufen

Warum Testen?


NASA
Discovery


TLE LAUNCH
N FACILITY



Warum Testen?

Vorher Testen ist schneller
als hinterher Fehler zu suchen

denn:
Fehler sind meist schwer zu finden

Wie sollte ein Test aussehen?

Wie sollte ein Test aussehen?

Factorial.java

```
1  public static int factorial(int n) {return 0;}
2
3
4
5
6
7
8
9
10
11
```

Wie sollte ein Test aussehen?

Factorial.java

```
1  public static int factorial(int n) {return 0;}
2
3  public static void testFactorial() {
4
5
6
7  }
8
9  public static void main(String args[]) {
10     testFactorial();
11 }
```

Wie sollte ein Test aussehen?

Factorial.java

```
1  public static int factorial(int n) {return 0;}
2
3  public static void testFactorial() {
4
5
6
7  }
8
9  public static void main(String args[]) {
10     testFactorial();
11 }
```

```
1  ~ $ java Factorial
2  factorial(4) expected: 24 result: 0
3  factorial(1) expected: 1 result: 0
4  factorial(0) expected: 1 result: 0
```

Wie sollte ein Test aussehen?

Factorial.java

```java
public static int factorial(int n) {return 0;}

public static void testFactorial() {
    printTest("factorial", 4, factorial(4), 24);
    printTest("factorial", 1, factorial(1), 1);
    printTest("factorial", 0, factorial(0), 1);
}

public static void main(String args[]) {
    testFactorial();
}
```

```
~ $ java Factorial
factorial(4) expected: 24 result: 0
factorial(1) expected: 1 result: 0
factorial(0) expected: 1 result: 0
```

printTest

```
1  public static void printTest(
2      String methodName,
3      int param,
4      int result,
5      int expected) {
6
7      System.out.println(
8          methodName +
9          "(" + param + ")" +
10         " expected: " + expected +
11         " result: " + result
12     );
13 }
```

```
1  ~ $ java Factorial
2  factorial(4) expected: 24 result: 0
3  factorial(1) expected: 1 result: 0
4  factorial(0) expected: 1 result: 0
```

Factorial implementiert, 1. Versuch

```
1 public static int factorial(int n) {
2         int fac = 1;
3         while(n != 0) {
4                 fac = fac * n;
5                 n = n - 1;
6         }
7         return fac;
8 }
```

Factorial, 1. Versuch, Test

```
~ $ java Factorial
factorial(4) expected: 24 result: 24
factorial(1) expected: 1 result: 1
factorial(0) expected: 1 result: 1
```

Factorial: mehr Tests

```
1 public static void testFactorial() {
2     printTest("factorial", 4, factorial(4), 24);
3     printTest("factorial", 1, factorial(1), 1);
4     printTest("factorial", 0, factorial(0), 1);
5     printTest("factorial", -1, factorial(-1), 0);
6 }
```

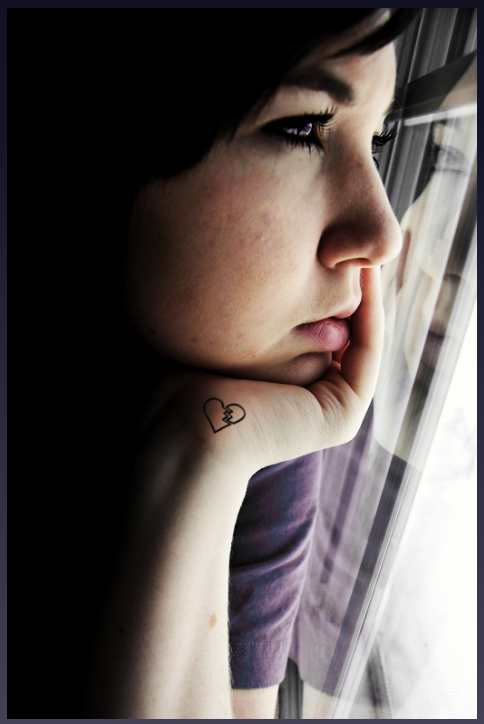
Was passiert?

Factorial, Test

```
~ $ java Factorial
factorial(4) expected: 24 result: 24
factorial(1) expected: 1 result: 1
factorial(0) expected: 1 result: 1
_
```

Factorial, Test

```
1 ~ $ java Factorial
2 factorial(4) expected: 24 result: 24
3 factorial(1) expected: 1 result: 1
4 factorial(0) expected: 1 result: 1
5 _
```



. . . Stunden später . . .

$-1!$

Factorial implementiert, 2. Versuch

```
1 public static int factorial(int n) {
2         if(n<0){return 0;}
3         int fac = 1;
4         while(n != 0) {
5                 fac = fac * n;
6                 n = n - 1;
7         }
8         return fac;
9 }
```

Factorial implementiert, 2. Versuch

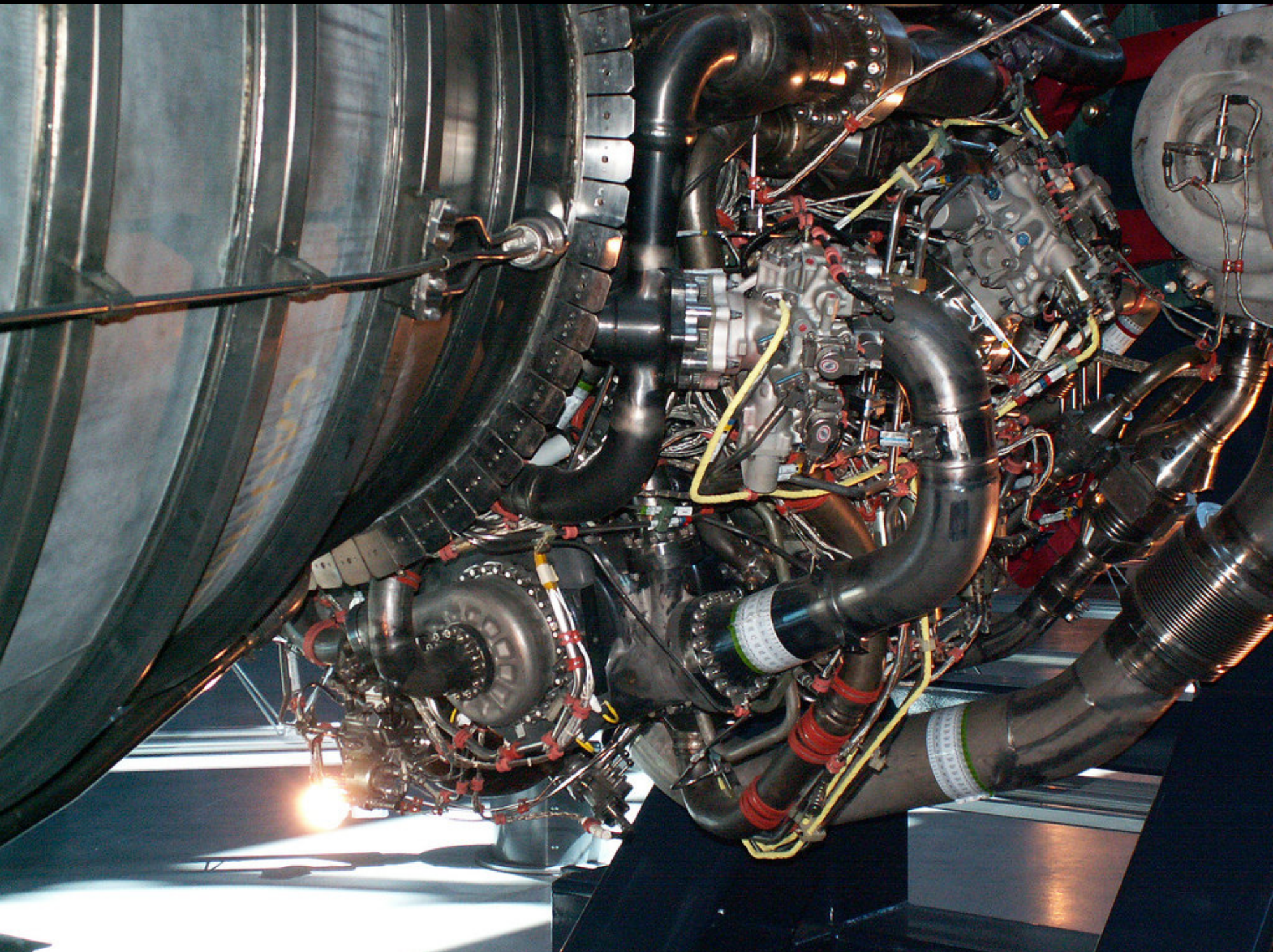
```
1 public static int factorial(int n) {
2         if(n<0){return 0;}
3         int fac = 1;
4         while(n != 0) {
5                 fac = fac * n;
6                 n = n - 1;
7         }
8         return fac;
9 }
```

```
1 ~ $ java Factorial
2 factorial(4) expected: 24 result: 24
3 factorial(1) expected: 1 result: 1
4 factorial(0) expected: 1 result: 1
5 factorial(-1) expected: 0 result: 0
```

Grundsätze zum Testen

- Erst den Test, dann die Implementierung
- typische Fälle testen
- Randbereiche testen
- Sonderfälle testen
- Viel hilft Viel!

5. Debugging



(Debugging == Wie finde ich die lose Schraube?)

Systematik

- Fehlerstelle eingrenzen
- Programmablauf überprüfen

Systematik

- Fehlerstelle eingrenzen
- Programmablauf überprüfen

- durch: Kontrollausgaben

Beispiel - Modulo

```
1  public static int modulo(int zahl, int divisor) {
2    int modulo = zahl;
3
4    while(modulo > divisor) {
5
6
7      modulo = modulo - divisor;
8    }
9
10   return modulo;
11 }
```

Beispiel - Modulo

Code wurde nicht getestet

Beispiel - Modulo

Code wurde nicht getestet

Falsches Ergebnis

ohne Kontrollausgaben

```
1  public static int modulo(int zahl, int divisor) {
2    int modulo = zahl;
3
4    while(modulo > divisor) {
5
6
7      modulo = modulo - divisor;
8    }
9
10   return modulo;
11 }
```

mit Kontrollausgaben

```
1  public static int modulo(int zahl, int divisor) {
2    int modulo = zahl;
3    System.out.println(zahl + " % " + divisor);
4    while(modulo > divisor) {
5      System.out.print("modulo - divisor: " + modulo +
6          " - " + divisor + " = " + (modulo -divisor));
7      modulo = modulo - divisor;
8    }
9    System.out.println(zahl+" % "+divisor+" = " + modulo);
10   return modulo;
11 }
```

Ausgaben

Ausgaben

```
6 % 2
modulo - divisor: 6 - 2 = 4
modulo - divisor: 4 - 2 = 2
6 % 2 = 2
```

Ausgaben

```
1 6 % 2
2 modulo - divisor: 6 - 2 = 4
3 modulo - divisor: 4 - 2 = 2
4 6 % 2 = 2
```

- modulo(6, 2) sollte 0 sein
- Wo ist der Fehler?
  - Es wurde 1x zu wenig modulo abgezogen
  - Vergleich ist falsch
  - 4. Zeile: > Sollte >=

Debugging - Lösung

```
1  public static int modulo(int zahl, int divisor) {
2    int modulo = zahl;
3    //System.out.println(zahl + "%" + divisor);
4    while(modulo >= divisor) {
5      //System.out.print("modulo - divisor: " + modulo +
6      //  "- " divisor + " = " + (modulo -divisor));
7      modulo = modulo - divisor;
8    }
9    //System.out.println(zahl+"%"+divisor+"=" + modulo);
10   return modulo;
11 }
```

3. Java-API

Java-API

Java-API

- Standard-Funktionen:
  - Konsolenausgaben
  - Mathematische Berechnungen
  - Datenstrukturen (Listen, Bäume)
  - ...

Java-API

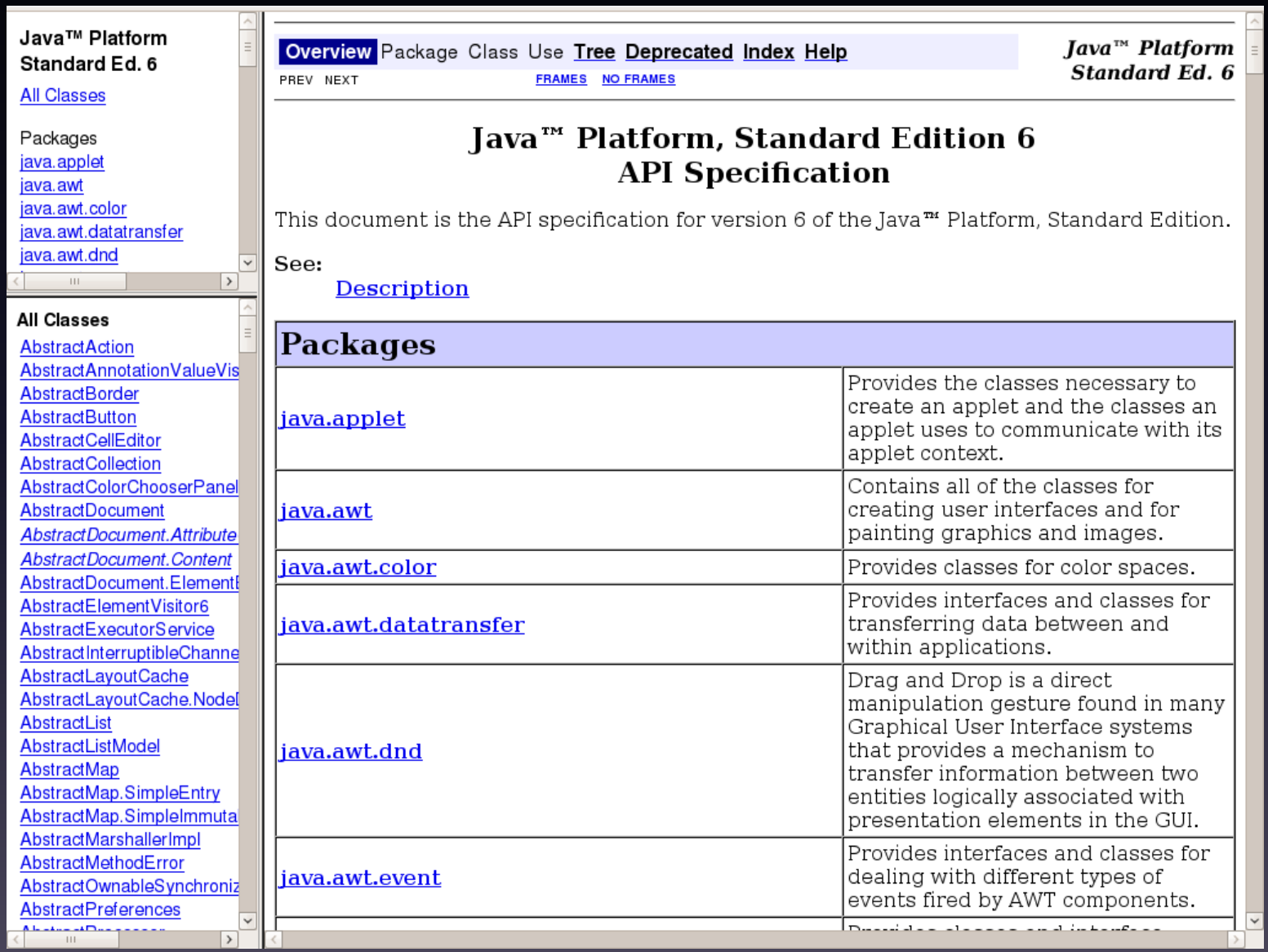
Wie finde ich diese Standard-Funktionen?

Java-API

Java-API

Java Platform SE **6** - [Diese Seite übersetzen]
Frame Alert. This document is designed to be viewed using the frames feature. If you see this message, you are using a non-frame-capable web client. ...
java.sun.com/**java**se/**6**/docs/**api**/ - 2k - Im Cache - Ähnliche Seiten

Java-API - Übersicht



Exkurs: Package

Exkurs: Package

Exkurs: Package

Exkurs: Package

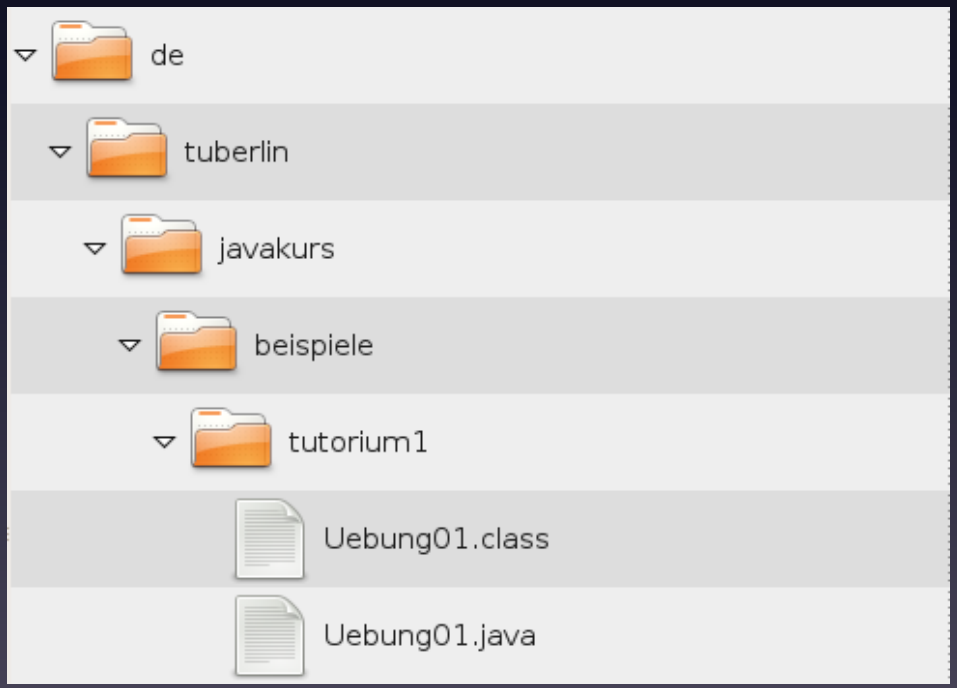
- Ähnlich einer Verzeichnisstruktur

Exkurs: Package

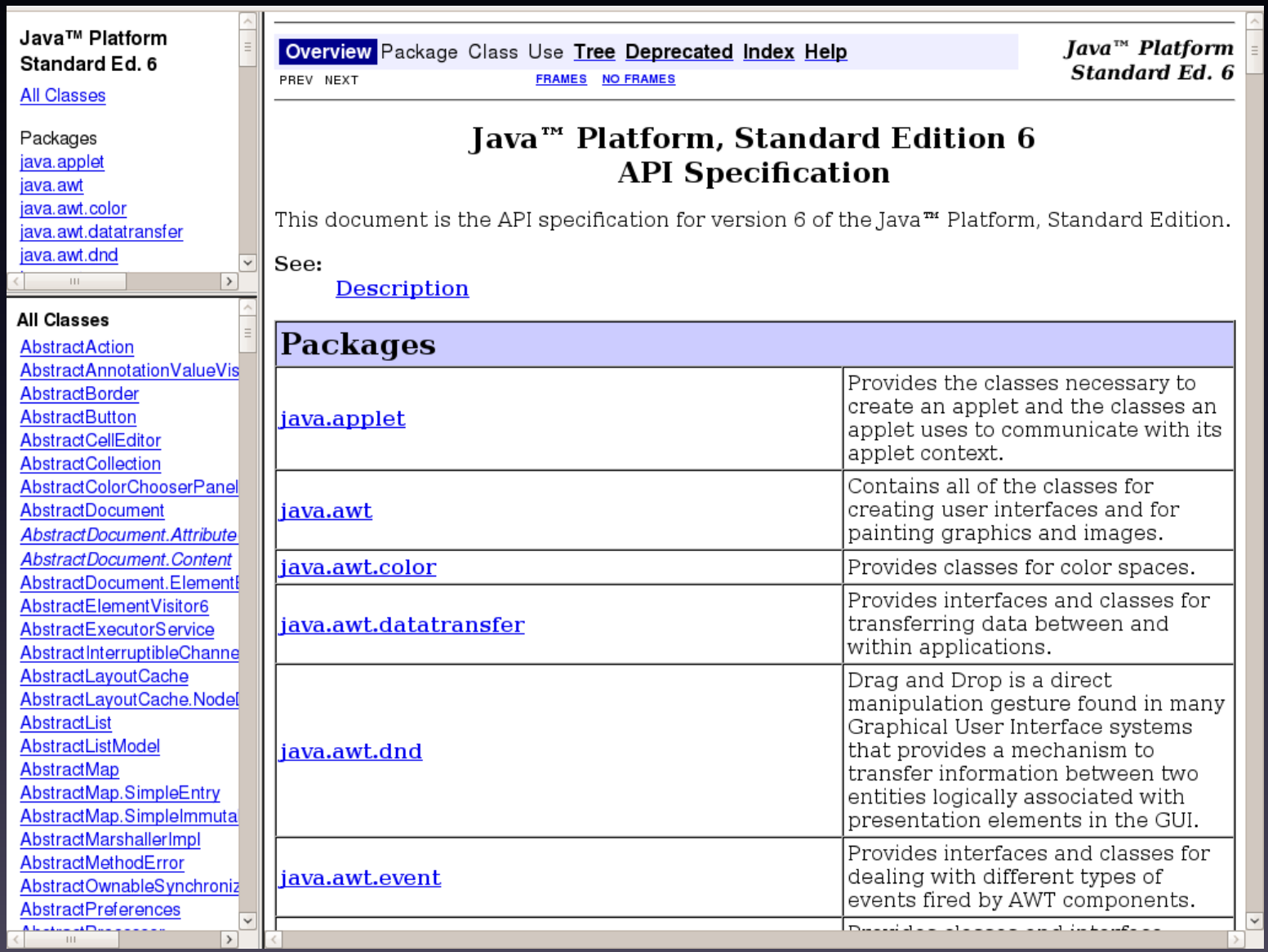
- Ähnlich einer Verzeichnisstruktur
- Strukturierung nach unterschiedlichen Gesichtspunkten,

Exkurs: Package

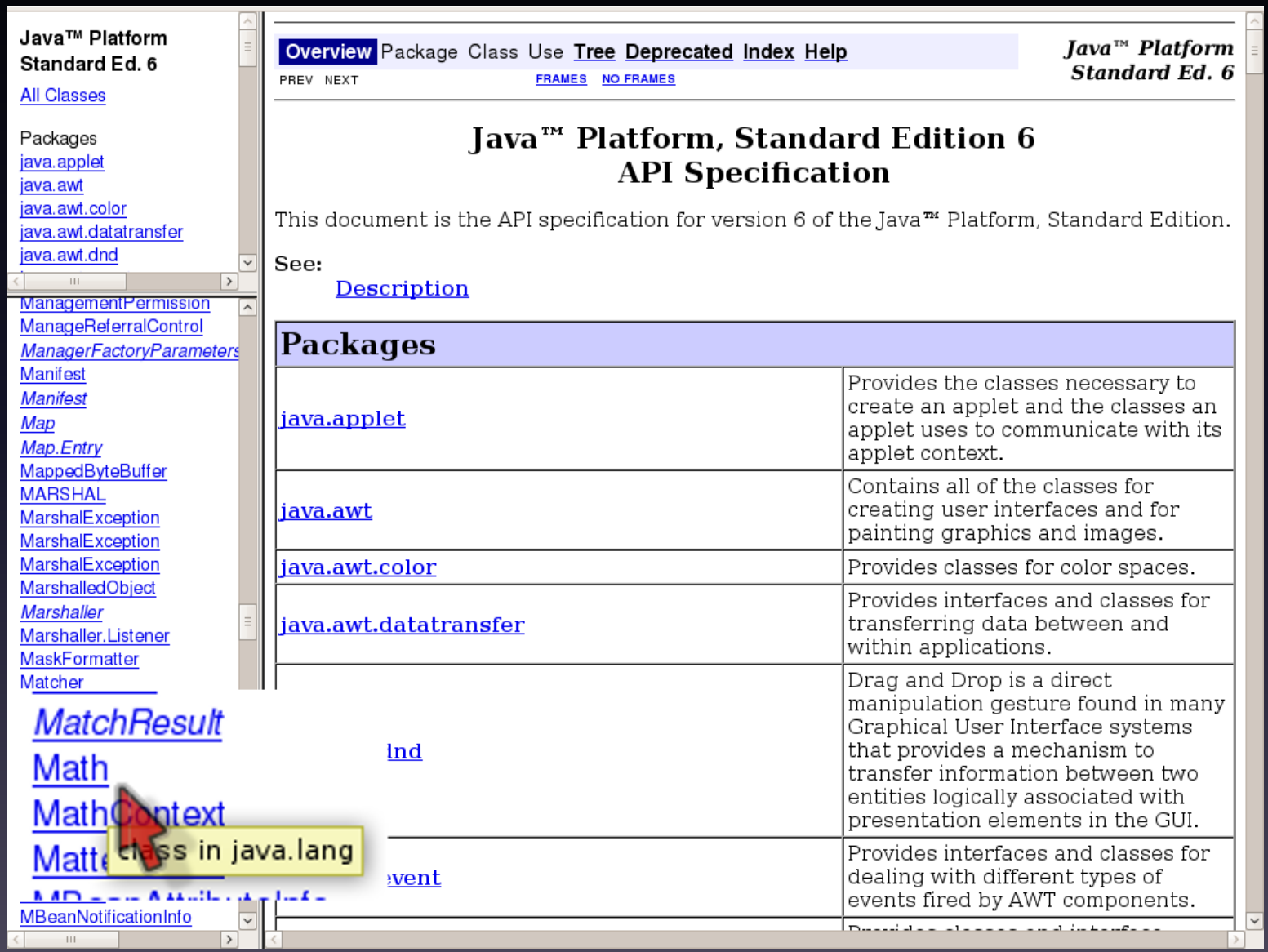
```
1 package de.tuberlin.javakurs.beispiele.tutorium1;
2
3 public class Uebung01 {
4 ...
5 }
```



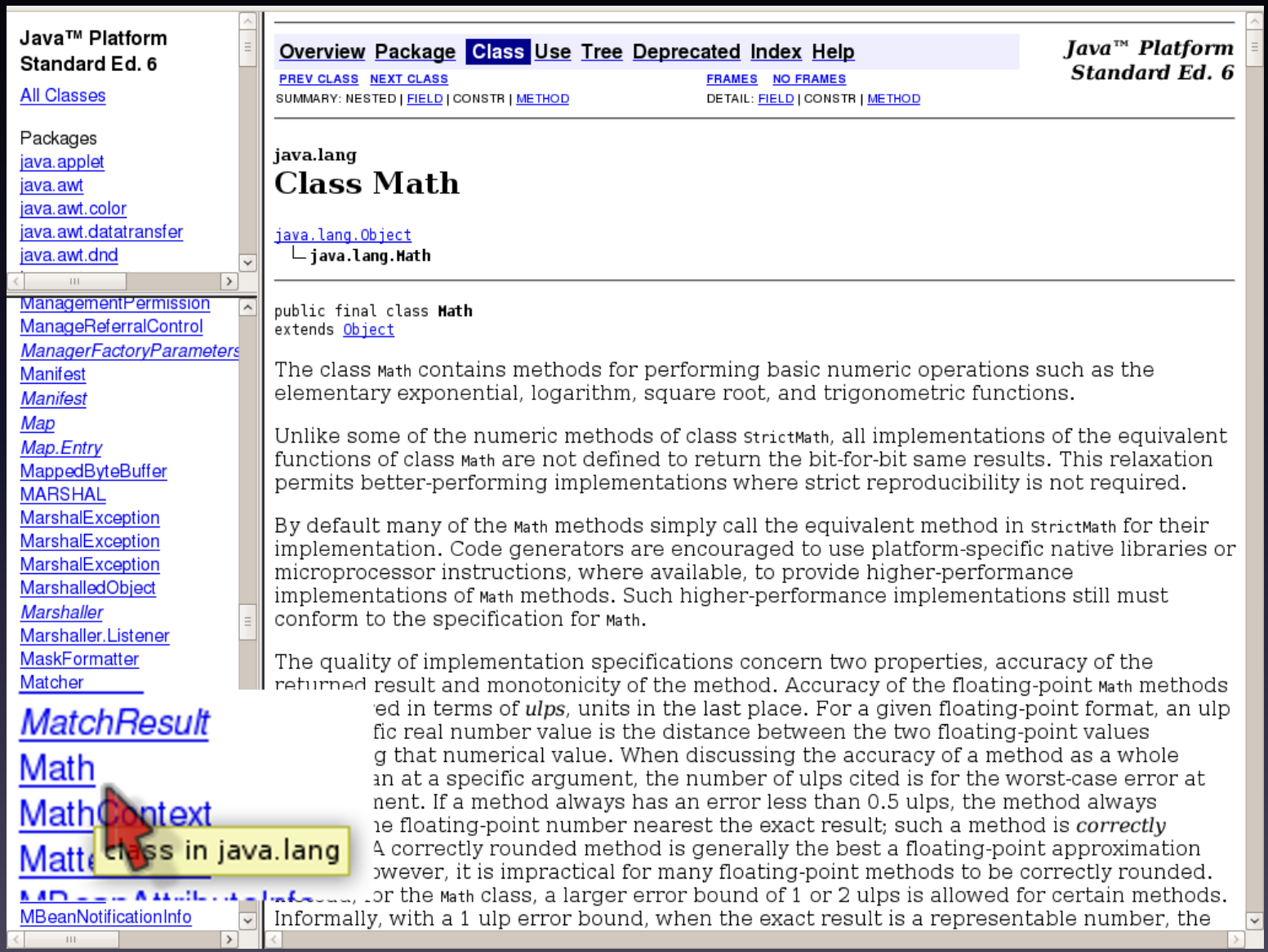
Java-API - Übersicht



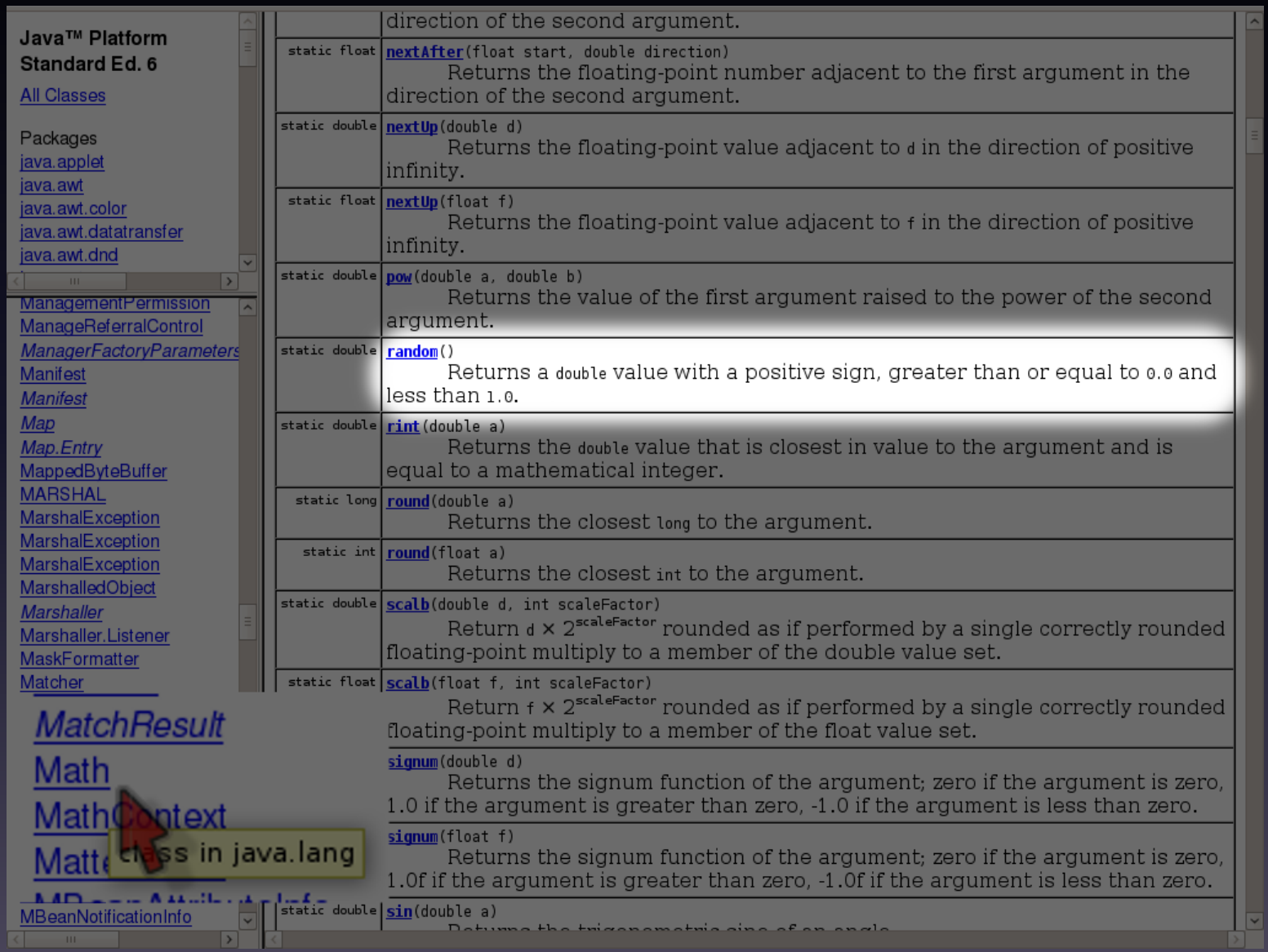
Java-API - Math.random()



Java-API - Math.random()



Java-API - Math.random()



Java-API - Math.random()

static double	**random**() Returns a `double` value with a positive sign, greater than or equal to `0.0` and less than `1.0`.

Java-API - Math.random()

static double	**random**() Returns a `double` value with a positive sign, greater than or equal to `0.0` and less than `1.0`.

- Bezeichnung

Java-API - Math.random()

static double	**random**() Returns a `double` value with a positive sign, greater than or equal to `0.0` and less than `1.0`.

- Bezeichnung
- Beschreibung

Java-API - Math.random()

static double	**random**() Returns a `double` value with a positive sign, greater than or equal to `0.0` and less than `1.0`.

- Bezeichnung
- Beschreibung
- Rückgabewert und Typ

Java-API - Math.pow()

static double	**pow**(double a, double b) Returns the value of the first argument raised to the power of the second argument.

Java-API - Math.pow()

static double	pow(double a, double b) Returns the value of the first argument raised to the power of the second argument.

- Parameter (Anzahl und Typen)
  - double a, double b

Fragen?

Viel Spaß bei den Übungen!

Bildquellen

Dank an / Thanks to:

Name: Steve Berry URL: www.flickr.com/photos/unloveable/2387650243/
Name: Marc Worrel URL: www.flickr.com/photos/mworrell/266913194/
Name: jonrawlinson URL: www.flickr.com/photos/london/45795719/
Name: Meredith Farmer: URL: www.flickr.com/photos/meredithfarmer/448440646/
Name: Jennifer Woodard Maderazo URL: www.flickr.com/photos/jenniferwoodardmaderazo/492252645/
Name: Thierry URL: www.flickr.com/photos/http2007/2376457040/
Name: Tim Ellis URL: www.flickr.com/photos/tim_ellis/541467303/
Name: mocr URL: www.flickr.com/photos/alpha262/149949262/
Name: Chris Christner URL: www.flickr.com/photos/toptechwriter/44176435/
Name: Meg Wills URL: www.flickr.com/photos/whatmegsaid/3209662385/
Name: striatic URL: www.flickr.com/photos/striatic/729822/