

# FOP Reference Sheet

Jonas Milkovits

Last Edited: 21. April 2020

## Inhaltsverzeichnis

|    |                                       |    |
|----|---------------------------------------|----|
| 1  | Stuff that I skipped cuz of chapter 4 | 1  |
| 2  | Collections                           | 1  |
| 3  | Computerspeicher                      | 4  |
| 4  | Datenstrukturen                       | 4  |
| 5  | Datentypen                            | 5  |
| 6  | Exceptions (java.lang.Exception;)     | 6  |
| 7  | Fehler                                | 7  |
| 8  | Files                                 | 7  |
| 9  | Graphical User Interface              | 10 |
| 10 | Generics                              | 21 |
| 11 | Graphics (java.awt.Graphics;)         | 23 |
| 12 | Interfaces                            | 24 |
| 13 | JUnit-Tests                           | 24 |
| 14 | Klassen                               | 24 |
| 15 | Konversionen                          | 26 |
| 16 | Methoden                              | 26 |
| 17 | Optional (java.lang.Optional;)        | 27 |
| 18 | Packages und Zugriffsrechte           | 27 |
| 19 | Programme und Prozesse                | 28 |
| 20 | Random (java.util.Random;)            | 28 |
| 21 | Schleifen, if, switch                 | 28 |
| 22 | Streams (java.util.stream.Stream;)    | 29 |
| 23 | String (java.lang.String)             | 30 |
| 24 | Syntax                                | 30 |

|                                             |           |
|---------------------------------------------|-----------|
| <b>25 Threads</b>                           | <b>30</b> |
| <b>26 Vererbung</b>                         | <b>32</b> |
| <b>27 Anhang: Interne Zahlendarstellung</b> | <b>33</b> |
| <b>28 Anhang: Korrekte Software</b>         | <b>35</b> |

## 1 Stuff that I skipped cuz of chapter 4

|                                    |                        |
|------------------------------------|------------------------|
| Exceptions aus Lambda-Ausdrücken   | ▷ Kapitel 5: 47 - 50   |
| Listen von Lambda-Ausdrücken       | ▷ Kapitel 7: 60 - 65   |
| Methodennamen als Lambda-Ausdrücke | ▷ Kapitel 8: 55 - 84   |
| Streams in Racket                  | ▷ Kapitel 8: 122 - 133 |
| ActionListener Lambda              | ▷ Kapitel 10: 68-69    |

## 2 Collections

|                                   |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      |
|-----------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Informationen                     | <ul style="list-style-type: none"><li>▷ Sammlungen von Elementen (Objekte eines generischen Typs)</li><li>▷ Struktur:<ul style="list-style-type: none"><li>◊ Alle Klassen und Interfaces in <code>java.util</code></li><li>◊ Interface <code>Collection</code>: Alle Klassen implementieren dieses Interface</li><li>◊ Klasse <code>Collections</code>: Basisalgorithmen, Sortieren</li><li>◊ Interface <code>List</code>: Erweitert <code>Collection</code>, mehr Funktionalitäten</li><li>◊ Klasse <code>Iterator</code>: Iteration über die Elemente einer <code>Collection</code></li></ul></li><li>▷ Beispiele für Klasse, die das Interface <code>Collection</code> implementieren:<ul style="list-style-type: none"><li>◊ <code>Vector</code>, <code>LinkedList</code>, <code>ArrayList</code>, <code>TreeSet</code>, <code>HashSet</code></li></ul></li></ul>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                |
| Interface <code>Collection</code> | <ul style="list-style-type: none"><li>▷ z.B.: <code>Collection&lt;Number&gt; c1 = new ArrayList&lt;Number&gt;();</code><ul style="list-style-type: none"><li>◊ Speichert leere <code>ArrayList</code> in einer Referenz des Interface <code>Collection</code></li><li>◊ Dies ist möglich, da <code>ArrayList</code> das Interface <code>Collection</code> implementiert</li></ul></li><li>▷ Methoden:<ul style="list-style-type: none"><li>◊ <code>add</code><ul style="list-style-type: none"><li>- Fügt zur <code>ArrayList</code> ein neues Element hinzu</li><li>- Gibt <code>true</code> zurück, falls Hinzufügen erfolgreich</li></ul></li><li>◊ <code>addAll</code><ul style="list-style-type: none"><li>- Hat eine <code>Collection</code> als Parameter und fügt diese hinzu</li></ul></li><li>◊ <code>size</code><ul style="list-style-type: none"><li>- Anzahl der Elemente als <code>int</code></li></ul></li><li>◊ <code>isEmpty</code><ul style="list-style-type: none"><li>- <code>true</code>, falls <code>Collection</code> keine Elemente enthält (<code>size == 0</code>)</li></ul></li><li>◊ <code>contains</code><ul style="list-style-type: none"><li>- Parameter vom Typ <code>Object</code></li><li>- Überprüft, ob aktueller Parameter in <code>Collection</code> vorhanden ist</li><li>- Nutzt <code>equals</code> von <code>Object</code> → Wertgleichheit</li></ul></li><li>◊ <code>containsAll</code><ul style="list-style-type: none"><li>- <code>true</code>, falls ganze übergebene <code>Collection</code> enthalten ist</li></ul></li><li>◊ <code>clear</code><ul style="list-style-type: none"><li>- Entfernt alle Elemente aus der <code>Collection</code></li></ul></li><li>◊ <code>remove</code><ul style="list-style-type: none"><li>- Entfernt übergebenes <code>Object</code></li><li>- <code>true</code>, falls <code>Object</code> mindestens einmal vorhanden</li><li>- Bei mehreren, entscheidet die <code>Collection</code>-Klasse welches entfernt wird</li></ul></li></ul></li></ul> |

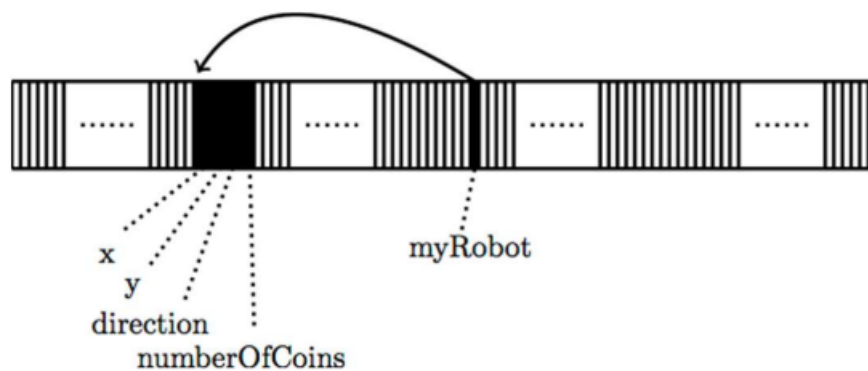
|                                       |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         |
|---------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Interface <code>List</code>           | <ul style="list-style-type: none"> <li>▷ Erweitert das Interface <code>Collection</code></li> <li>▷ Unterschied: Definition einer Reihenfolge auf den Elementen</li> <li>▷ Methoden: <ul style="list-style-type: none"> <li>◊ <code>indexOf</code> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Liefert ersten Index zurück, an dem <code>Object</code> zu finden ist</li> <li>- Liefert -1 zurück, falls Parameter nicht in Liste gefunden wird</li> </ul> </li> <li>◊ <code>set</code> <ul style="list-style-type: none"> <li>- <code>T set(int index, T element) ...</code></li> <li>- Ersetzt Element an Stelle <code>index</code> durch <code>element</code></li> <li>- Gibt ersetztes Element zurück</li> </ul> </li> <li>◊ <code>add</code> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Identisch zu Methode <code>set</code>, jedoch ein Unterschied:</li> <li>- Überschreibt das Element <b>nicht</b>, sondern fügt es vor dem Element ein</li> </ul> </li> </ul> </li> </ul>                                                                                                                                                                                                                                                                                         |
| Sortieren mit <code>Comparator</code> | <ul style="list-style-type: none"> <li>▷ Klasse <code>Collections</code> hat Klassenmethode <code>sort</code></li> <li>▷ <code>Collections.sort(list, new MyComparator());</code></li> <li>◊ Erster Parameter: Zu sortierende Liste (z.B.: <code>List&lt;Student&gt; list = ...</code>)</li> <li>◊ Zweiter Parameter: Selbst erstellte Sortierlogik</li> <li>◊ Typparameter von <code>Comparator</code> und <code>List</code> müssen gleich sein</li> </ul>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             |
| Interface <code>Iterator</code>       | <ul style="list-style-type: none"> <li>▷ <code>Collection</code> und <code>List</code> erben von Interface <code>Iterable</code></li> <li>▷ Jede Klasse, die <code>Collection</code> implementiert hat eine eigene <code>Iterator</code>-Klasse</li> <li>▷ Diese eigene <code>Iterator</code>-Klasse implementiert das Interface <code>Iterator</code></li> <li>▷ <code>Collection&lt;Number&gt; c1 = new ArrayList&lt;Number&gt;();</code></li> <li>▷ <code>Iterator&lt;Number&gt; it1 = c1.iterator();</code> <ul style="list-style-type: none"> <li>◊ <code>Collection</code> besitzt die Methode <code>iterator()</code></li> <li>◊ Liefert ein Objekt ihrer eigenen <code>Iterator</code>-Klasse zurück</li> </ul> </li> <li>▷ Methoden: <ul style="list-style-type: none"> <li>◊ <code>next()</code> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Liefert ein noch nicht geliefertes Element der <code>Collection</code></li> <li>- Reihenfolge von Interface abhängig (<code>Collection</code> oder <code>List</code>)</li> </ul> </li> <li>◊ <code>hasNext()</code> <ul style="list-style-type: none"> <li>- <code>true</code>, falls mindestens ein Element noch nicht durch diesen <code>Iterator</code> zurückgeliefert wurde</li> </ul> </li> </ul> </li> </ul> |
| Interface <code>Map</code>            | <ul style="list-style-type: none"> <li>▷ z.B.: <code>Map&lt;String,Integer&gt; map = new HashMap&lt;String,Integer&gt;();</code> <ul style="list-style-type: none"> <li>◊ Erster Typparameter: Key (hier: <code>String</code>)</li> <li>◊ Typparameter: Value (hier: <code>Integer</code>)</li> </ul> </li> <li>▷ Eine <code>Map</code> realisiert eine Abbildung von den Keys in die Values <ul style="list-style-type: none"> <li>◊ Keys müssen alle unterschiedlich sein</li> </ul> </li> <li>▷ Methoden: <ul style="list-style-type: none"> <li>◊ <code>put(key, value) // Fügt Paar in Map ein</code></li> <li>◊ <code>get(key) // Gibt value zu bestimmtem key zurück</code></li> </ul> </li> </ul>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               |

## LinkedList

- ▷ Aufbau:
  - ◊ Elemente der Liste enthalten:
    - Key vom Typ T
    - Attribut vom selben Elementtyp mit Namen **next**
  - ◊ Abspeichern des sogenannten **head**, dieser speichert die Liste
  - ◊ Die Liste wird durch die Verkettung untereinander mit **next** erstellt
- ▷ Die folgenden Beispiele sollen nur die Logik hinter der Klasse erläutern ▷ Durchlauf durch die Liste:
  - ◊ (Die eigentliche Implementation in Java sieht anders aus)
  - ◊ `for (ListItem<T> p = head; p != null; p = p.next) {...}`
  - ◊ Setzen von p zu p.next bis p == null
- ▷ Einfügen Element am Anfang: (**LOGIK**)
  - ◊ Erstellen eines neuen Listitems und Kopieren der Werte
  - ◊ Achtung: Erst **head** als **next** abspeichern
  - ◊ Danach neues Listitem als **head** setzen
  - ◊ (sonst geht die komplette Liste verloren)
- ▷ Einfügen Element an Stelle n: (**LOGIK**)
  - ◊ Fortschreiten des Durchlaufs bis zu n-1
  - ◊ `ListItem<T> tmp = new ListItem<T>();`
  - ◊ `tmp.key = key; // Setzen des Keys`
  - ◊ `tmp.next = p.next; // Knüpfen des neuen Elements an n+1.Element`
  - ◊ `p.next = tmp; // Knüpfen des n-1.Elements an neues Element`
- ▷ Entfernen Element: (**LOGIK**)
  - ◊ Überspringen des zu löschenden Elements
  - ◊ **head:** `head = head.next;`
  - ◊ Sonst: `p.next = p.next.next;`
    - Laufpointer muss in diesem Fall eine Stelle davor stehenbleiben
- ▷ Allgemein:
  - ◊ Auf korrektes Zwischenspeichern achten!
- ▷ Doppelte Verkettung:
  - ◊ Ermöglicht rückwärts und vorwärts Durchlaufen
  - ◊ Kostet Laufzeit und Speicher
  - ◊ Verweisnamen meist **next** und **backward**
  - ◊ Erhöhter Aufwand, da doppelte Verweiskopien
- ▷ Zyklische Listen:
  - ◊ Letzter Verweis nicht **null** sondern auf **head**

### 3 Computerspeicher

|                                   |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  |
|-----------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Unsere Vorstellung                | ▷ großes Feld aus Maschinenwörtern mit eindeutiger Adresse                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       |
| Erzeugung eines neuen Objekts     | ▷ Reservierung von ungenutztem Speicher in ausreichender Größe                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   |
| Referenz                          | ▷ Name der Variable, die die Anfangsadresse des Objekts speichert<br>▷ Kann auch an komplett anderer Stelle als das Objekt gespeichert sein                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      |
| Speicherort primitiver Datentypen | ▷ Name verweist tatsächlich auf Speicherstelle, an der Wert abgespeichert wird                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   |
| Prozessablauf                     | ▷ Program Counter enthält Adresse der nächsten Anweisung<br>◊ Zählt nach jeder Anwendung hoch und verweist auf nächsten Speicher<br>▷ CPU verarbeitet parallel die momentane Anweisung aus Program Counter                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       |
| Methodenausführung                | ▷ Einrichtung einer Variable <b>StackPointer</b> bei Programmstart<br>▷ StackPointer enthält die Adresse des <b>Call-Stacks</b><br>▷ Bei Methodenaufruf wird im Speicher Platz reserviert, genannt <b>Frame</b><br>▷ <b>Frame</b> wird dann auf dem Call-Stack abgelegt<br>▷ Der <b>StackPointer</b> wird dann mit der Adresse des neuen <b>Frames</b> überschrieben<br>▷ Methodenaufruf vorbei: Frame wird wieder vom <b>Call-Stack</b> genommen<br>▷ <b>StackPointer</b> wird auf Adresse des vorherigen <b>Frames</b> gesetzt |
| Methodentabelle                   | ▷ Enthält bei Objekt die Anfangsadressen der verfügbaren Methoden                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                |



### 4 Datenstrukturen

|       |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          |
|-------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Array | ▷ Verwendet zum Speichern von mehreren Variablen des selben Typs<br>▷ Erzeugung: <code>int[] test = new int[n];</code><br>▷ <code>n</code> gibt in diesem Fall die feste Anzahl der speicherbaren Variablen an<br>▷ Natürlich auch Arrays von Objekten möglich<br>▷ Zugriff auf Variablen: <code>test[0]</code> für ersten Wert (Index)<br>▷ Zugriff auf Länge: <code>test.length</code> |
|-------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|

## 5 Datentypen

|                              |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           |
|------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Konstanten                   | <ul style="list-style-type: none"> <li>▷ Variable/Referenz wird dadurch unveränderbar</li> <li>▷ z.B.: <code>final myClass ABC = new myClass();</code> <ul style="list-style-type: none"> <li>◊ Referenz zwar nicht veränderbar, Objekt aber schon</li> </ul> </li> <li>▷ <code>Integer.MAX_VALUE</code> / <code>Integer.MIN_VALUE</code></li> <li>▷ Unendlich: <code>Double.POSITIVE_INFINITY</code> / <code>Double.NEGATIVE_INFINITY</code></li> <li>▷ Müssen initialisiert werden</li> </ul>                                                                                                                                                           |
| Primitive Datentypen         | <ul style="list-style-type: none"> <li>▷ Ganze Zahlen: <code>byte</code> → <code>short</code> → <code>int</code> → <code>long</code></li> <li>▷ Gebrochene Zahlen: <code>float</code> → <code>double</code></li> <li>▷ Logik: <code>boolean</code></li> <li>▷ Zeichen: <code>char</code></li> <li>▷ Mehrere Definitionen: <code>int m = 1, n, k = 2;</code></li> <li>▷ Ohne Initialisierung: undefinierter Wert</li> </ul>                                                                                                                                                                                                                                |
| Literale                     | <ul style="list-style-type: none"> <li>▷ wörtlich hingeschriebene Werte eines Datentyps</li> <li>▷ Zahlen standardmäßig <code>int</code>, falls <code>long</code> gewünscht: <code>123L</code> oder <code>123l</code></li> <li>▷ Bei gebrochenen <code>double</code>, falls <code>float</code> gewünscht: <code>12.3F</code> oder <code>12.3f</code></li> <li>▷ <code>null</code>: Nutzung für Referenzen → verweist auf nichts</li> </ul>                                                                                                                                                                                                                |
| Boolean                      | <ul style="list-style-type: none"> <li>▷ nur <code>true</code> und <code>false</code></li> <li>▷ Negation <code>!a</code></li> <li>▷ Logisches Und: <code>a &amp;&amp; b</code></li> <li>▷ Logisches Oder: <code>a    b</code> (inklusive)</li> <li>▷ Gleichheit: <code>a == b</code></li> </ul>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          |
| Zeichentyp <code>char</code> | <ul style="list-style-type: none"> <li>▷ z.B.: <code>char c = 'a';</code></li> <li>▷ Interne Kodierung als Unicode</li> <li>▷ <code>\t</code> Horizontaler Tab</li> <li>▷ <code>\b</code> Backspace</li> <li>▷ <code>\n</code> Neue Zeile</li> <li>▷ Auch Darstellung im Hexacode (<code>\u0041</code>)</li> </ul>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        |
| Enumeration                  | <ul style="list-style-type: none"> <li>▷ Zusammenfassung mehrerer Konstanten (feste Anzahl)</li> <li>▷ Erzeugung meist in eigener <code>.java</code> Datei</li> <li>▷ <code>enum MyDirection {DOWN, RIGHT}</code></li> <li>▷ Keine Objekterzeugung von Enumeration möglich</li> <li>▷ Abspeichern in Variable des Enum-Typs ist jedoch möglich</li> <li>▷ <code>MyDirection dir = MyDirection.DOWN;</code></li> <li>▷ Klassenmethoden: <ul style="list-style-type: none"> <li>◊ <code>values()</code> // Returns array with all enum components</li> <li>◊ <code>name()</code> // Returns the name of the calling object as string</li> </ul> </li> </ul> |
| Referenztypen                | <ul style="list-style-type: none"> <li>▷ Alle Typen, die keine primitiven Datentypen sind</li> <li>▷ Unterscheidung zwischen Referenz und eigentlichem Objekt</li> <li>▷ Gleichheitsoperator <code>==</code> vergleicht nur die Referenz (Objektidentität) <ul style="list-style-type: none"> <li>◊ Verweis auf dasselbe Objekt</li> </ul> </li> <li>▷ Wertgleichheit bezieht sich auf das Objekt an sich <ul style="list-style-type: none"> <li>◊ Deep Copy ⇒ An allen parallelen Stellen Wertgleichheit</li> <li>◊ Shallow Copy ⇒ Nur Kopie der Adressen</li> </ul> </li> <li>▷ Ohne Initialisierung: <code>Null</code></li> </ul>                      |

## 6 Exceptions (java.lang.Exception;)

|                                  |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          |
|----------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Exception-Klassen                | <ul style="list-style-type: none"> <li>▷ Alle Klassen, die direkt oder indirekt von java.lang.Exception abgeleitet sind</li> </ul>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       |
| Exception werfen                 | <ul style="list-style-type: none"> <li>▷ <code>throws Exception {...}</code> nach Parameterliste im Methodenkopf</li> <li>▷ Dies signalisiert, dass die Methode mindestens einen Fehler wirft</li> <li>▷ Die geworfene Exception muss vom <code>throws</code>-Typ oder Subtyp sein</li> <li>▷ Auch mehrere Exceptions möglich, mit einem Komma getrennt</li> <li>▷ Werfen der Exception: <ul style="list-style-type: none"> <li>◊ z.B.: <code>throw new Exception (No lower case letter!);</code></li> <li>◊ Hier wird als Parameter für die Objekterstellung ein String übergeben</li> </ul> </li> <li>▷ <code>throws</code>: <ul style="list-style-type: none"> <li>◊ Führt zur Beendigung der Methode</li> <li>◊ Liefert das geworfene Exception-Objekt zurück</li> </ul> </li> </ul>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |
| Exception fangen                 | <ul style="list-style-type: none"> <li>▷ Bei Methoden, die Exceptions werfen, wird ein <code>try-catch</code>-Block benötigt</li> <li>▷ Aufbau: <ul style="list-style-type: none"> <li>◊ Methoden, die Exceptions werfen in <code>try {...}</code> aufrufen</li> <li>◊ Falls Exception auftritt wird <code>catch (Exception exc) {...}</code> aufgerufen</li> <li>◊ <code>catch</code> muss direkt im Anschluss nach <code>try</code> stehen</li> <li>◊ Falls kein Fehler auftritt, wird <code>catch</code> übersprungen</li> <li>◊ Das Programm wird dann normal weiter ausgeführt</li> </ul> </li> <li>▷ Es sind auch mehrere <code>catch</code>-Blöcke mit versch. Parametern möglich</li> <li>▷ Methoden: <ul style="list-style-type: none"> <li>◊ <code>getMessage(); // Returns the error message as a string</code></li> <li>◊ <code>printStackTrace(); // Ausgabe des Call-Stacks</code></li> </ul> </li> <li>▷ Alle möglichen Exceptions müssen durch den <code>catch</code>-Block abgedeckt sein</li> <li>▷ Falls Exception zu mehreren <code>catch</code>-Blöcken 'passt', wird der Erste ausgeführt <ul style="list-style-type: none"> <li>◊ Deswegen Reihung der <code>catch</code>-Blöcke von Subtyp nach Supertyp</li> </ul> </li> <li>▷ Auch mehrere Exceptions in einem <code>catch</code>-Block möglich mit <code>  </code></li> </ul> |
| Weiterreichen                    | <ul style="list-style-type: none"> <li>▷ Weiterreichen der Fehlermeldung durch <code>throws</code> im Methodenkopf möglich</li> <li>▷ Kein <code>try-catch</code>-Block notwendig</li> <li>▷ Main-Methode kann z.B. keine Exceptions weiterreichen</li> </ul>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            |
| <code>try-with-ressources</code> | <ul style="list-style-type: none"> <li>▷ Für Ressourcen, die unbedingt wieder geschlossen werden müssen</li> <li>▷ Öffnung der Ressource in runden Klammern: <code>try (Printer p =... ) {...}</code></li> <li>▷ Mehrere Ressourcen möglich, getrennt durch Semikolon</li> </ul>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         |
| Runtime Exceptions               | <ul style="list-style-type: none"> <li>▷ Ausnahme zu <code>try</code>-Blöcken</li> <li>▷ Exceptions von java.lang.RuntimeException und Subtypen</li> <li>▷ z.B.: <code>IndexOutOfBoundsException</code>, <code>NullPointerException</code></li> <li>▷ Grund: Vermeidung von dauerenden <code>try</code>-Blöcken</li> </ul>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               |
| Throwable und Error              | <ul style="list-style-type: none"> <li>▷ Exception und Error sind beide von Throwable abgeleitet</li> <li>▷ Alle drei befinden sich im Paket java.lang</li> <li>▷ Error: <ul style="list-style-type: none"> <li>◊ Werden geworfen, falls Fehlerbehandlung keinen Sinn macht</li> <li>◊ Programmabbruch als Ausweg</li> </ul> </li> <li>▷ <code>AssertionError</code>: <ul style="list-style-type: none"> <li>◊ <code>throw new AssertionError("Bad!");</code></li> <li>◊ Kurzform: <code>assert x == 2: "Bad!";</code></li> <li>◊ <b>Wichtig:</b> Bedingung muss negiert werden!</li> <li>◊ Assertanweisungen sinnvoll, da kurz und übersichtlich</li> <li>◊ Können zusätzlich vom Compiler an- und abgeschaltet werden</li> <li>◊ z.B.: Verwendung für Tests für Methoden und späteres Abschalten</li> </ul> </li> <li>▷ Solche Tests werden White-Box-Tests genannt</li> </ul>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         |



## 7 Fehler

|                                              |                                                                                                                                                                                                                                                                      |
|----------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Kompilierzeitfehler<br>(compile-time errors) | <ul style="list-style-type: none"> <li>▷ Falsche Kammersetzung, falsche Schlüsselwörter,...</li> <li>▷ Programm wird nicht übersetzt ⇒ Fehlermeldung vom Compiler</li> </ul>                                                                                         |
| Laufzeitfehler<br>(run-time errors)          | <ul style="list-style-type: none"> <li>▷ Tritt während der Ausführung auf</li> <li>▷ Führt zum Abbruch des Programms ⇒ Ausgabe der Fehlermeldung</li> <li>▷ Kann nicht vom Compiler entdeckt werden</li> <li>▷ IndexOutOfBounds, NullPointerException,...</li> </ul> |

## 8 Files

|                                         |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        |
|-----------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| System Properties<br>(java.lang.System) | <ul style="list-style-type: none"> <li>▷ Attribute der Umgebung, in denen das Java Programm abläuft</li> <li>▷ Methoden: <ul style="list-style-type: none"> <li>◊ <code>getProperty</code> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Erhält <code>String</code> und gibt <code>String</code> zurück</li> </ul> </li> <li>◊ z.B.: <code>String homeDir = System.getProperty("user.home");</code></li> <li>◊ Mögliche Strings: <ul style="list-style-type: none"> <li>- <code>"user.home"</code> // Home directory</li> <li>- <code>"user.dir"</code> // Working directory</li> <li>- <code>"user.name"</code> // Account name</li> <li>- <code>"file.separator"</code> // Zeichen zur Dateitrennung</li> <li>- <code>"line.separator"</code> // Zeichen zur Zeilentrennung</li> </ul> </li> </ul> </li> <li>▷ <code>System.out</code>: <ul style="list-style-type: none"> <li>◊ Klassenattribut <code>out</code> von <code>System</code> ist von Klasse <code>PrintStream</code></li> <li>◊ <code>PrintStream</code> hat also auch Methoden wie <code>println</code></li> </ul> </li> <li>▷ <code>System.err</code>: <ul style="list-style-type: none"> <li>◊ Auch <code>err</code> ist von Klasse <code>PrintStream</code></li> <li>◊ Hierhin werden die Fehlerausgaben geschrieben</li> <li>◊ z.B. sinnvoll um Fehler in separate Log-Datei umzuleiten</li> </ul> </li> <li>▷ <code>System.in</code>: <ul style="list-style-type: none"> <li>◊ Auch <code>in</code> ist von Klasse <code>PrintStream</code></li> <li>◊ Liest Tastatureingaben</li> </ul> </li> <li>▷ Diese drei Attribute können auch auf andere Streams gesetzt werden <ul style="list-style-type: none"> <li>◊ z.B.: andere <code>FileInputStreams/FileOutputStreams</code></li> <li>◊ <code>System.setIn(in); System.setOut(out); System.setErr(err);</code></li> </ul> </li> </ul> |
| Klasse Path / Paths                     | <ul style="list-style-type: none"> <li>▷ Beide in <code>java.nio.file</code></li> <li>▷ Objekt der Klasse <code>Path</code> verwaltet einen Pfadnamen <ul style="list-style-type: none"> <li>◊ Dort muss nicht unbedingt etwas existieren</li> </ul> </li> <li>▷ <code>Paths</code> wird nur dazu genutzt um Objekt von <code>Path</code> zu erzeugen <ul style="list-style-type: none"> <li>◊ z.B.: <code>Path path = Paths.get(homeDir, "fop.txt");</code></li> </ul> </li> </ul>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |

|                                                      |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              |
|------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Klasse Files                                         | <ul style="list-style-type: none"> <li>▷ Aus Package <code>java.nio.file</code></li> <li>▷ Nützliche Sammlung von Klassenmethoden rund um Dateien</li> <li>▷ Methoden: <ul style="list-style-type: none"> <li>◊ <code>lines // Files.lines(path);</code> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Öffnet Datei an übergebenem Pfad</li> <li>- Liefert einen Stream von Strings, ein String pro Zeile</li> <li>- Zeilenende durch "<code>file.separator</code>" gekennzeichnet</li> <li>- <code>IOException</code>, falls Problem beim Öffnen der Datei (<code>java.io</code>)</li> </ul> </li> <li>◊ <code>exists // Files.exists(path);</code> <ul style="list-style-type: none"> <li>- <code>true</code>, wenn es dort Datei/Verzeichnis gibt</li> </ul> </li> <li>◊ <code>isReadable(path)</code> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Fragt lesende Zugriffsrechte ab</li> </ul> </li> <li>◊ <code>isWritable(path)</code> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Fragt schreibende Zugriffsrechte ab</li> </ul> </li> <li>◊ <code>isRegularFile(path)</code> <ul style="list-style-type: none"> <li>- <code>true</code>, falls es eine reguläre Datei ist (kein Verzeichnis)</li> </ul> </li> <li>◊ <code>isDirectory(path)</code> <ul style="list-style-type: none"> <li>- <code>true</code>, falls es ein Verzeichnis ist</li> </ul> </li> <li>◊ <code>size(path) // long size = Files.size(path);</code> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Fragt die Größe der Datei ab</li> <li>- <code>long</code>, da die Dateigröße oft nicht in <code>int</code> passt</li> </ul> </li> <li>◊ <code>createFile(path)</code> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Richtet Datei an der übergebenen Stelle ein</li> </ul> </li> <li>◊ <code>copy(path1, path2)</code> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Kopieren von Pfad 1 nach Pfad 2</li> </ul> </li> <li>◊ <code>move(path1, path2)</code> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Umbenennen einer Datei, oft auch Bewegen genannt</li> </ul> </li> <li>◊ <code>delete(path)</code> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Entfernen einer Datei</li> <li>- <code>NoSuchElementException</code>, falls nicht vorhanden</li> </ul> </li> <li>◊ <code>deleteIfExists(path)</code> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Falls das Objekt nicht existiert, passiert gar nichts</li> </ul> </li> </ul> </li> </ul> |
| Beispiel:<br>Einlesen einer Datei<br>in einen String | <pre> 1 String homeDir = System.getProperty("user.home"); 2 Path path = Paths.get(homeDir, "fop", "streams.txt"); 3 try (Stream&lt;String&gt; stream = Files.lines(path)) { 4     String fileContentAsString = stream.reduce(String::concat); 5 } catch (IOException exc) { 6     System.out.print("Could not open file") 7 } </pre> <p>▷ <code>try-with-resources</code> wird für Interface <code>AutoCloseable</code> verwendet</p>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        |
| Bytedaten                                            | <ul style="list-style-type: none"> <li>▷ Direkt, ohne Bezug zu Streams</li> <li>▷ Klassen und Interfaces finden sich in <code>java.io</code></li> <li>▷ Byteweise Verarbeitung sinnvoll für Audio oder Bilddateien, nicht für Text</li> <li>▷ Wird aber meist durch Bibliotheken oder Ähnliches gehandhabt</li> </ul>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        |
| Bytedaten lesen                                      | <ul style="list-style-type: none"> <li>▷ Verwendung eines <code>InputStream</code>-Objekts</li> <li>▷ <code>InputStream</code> abstrakt, deswegen nur Subtypen z.B.: <code>FileInputStream</code> <ul style="list-style-type: none"> <li>◊ <code>FileInputStream</code> nutzt den Namen der Datei als String im Konstruktor</li> </ul> </li> <li>▷ Methoden: <ul style="list-style-type: none"> <li>◊ <code>read()</code> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Liest nächstes Byte in ein <code>int</code></li> <li>- Überprüfung, ob -1 um zu prüfen, ob Dateiende erreicht ist</li> </ul> </li> </ul> </li> <li>▷ Beispiel: <pre> 1 FileInputStream in = new FileInputStream (fileName); 2 int n = in.read(); 3 if (n == 1) return; </pre> </li> </ul>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |

|                                            |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             |
|--------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Bytedaten schreiben                        | <ul style="list-style-type: none"> <li>▷ Verwendung eines <code>OutputStream</code>-Objekts</li> <li>▷ <code>OutputStream</code> abstrakt, deswegen nur Subtypen z.B.: <code>FileOutputStream</code> <ul style="list-style-type: none"> <li>◊ <code>FileOutputStream</code> nutzt den Namen der Datei als String im Konstruktor</li> <li>◊ Existiert die Datei schon, geht der Inhalt verloren</li> <li>◊ Existiert die Datei nicht, wird sie erstellt</li> <li>◊ Zweiter Konstruktor mit <code>boolean</code> als zweiten Parameter: <ul style="list-style-type: none"> <li>- Falls <code>false</code>: Verhält sich wie normaler Konstruktor</li> <li>- Falls <code>true</code>: Inhalt geht nicht verloren, wird hinten angehängt</li> </ul> </li> </ul> </li> <li>▷ Methoden: <ul style="list-style-type: none"> <li>◊ <code>write()</code></li> <li>◊ Hat <code>int</code> als formalen Parametertyp</li> <li>◊ Schreibt nur unterstes Byte dieses <code>int</code></li> </ul> </li> <li>▷ Beispiel: <pre>1  FileOutputStream out = new FileOutputStream(fileName); 2  int i = 5; 3  out.write(i);</pre> </li> </ul>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   |
| Relevante Subtypen von Input-/OutputStream | <ul style="list-style-type: none"> <li>▷ Geschwindigkeit beim Lesen/Schreiben ist relevant</li> <li>▷ <code>BufferedInputStream</code>: <ul style="list-style-type: none"> <li>◊ liest mehrere Bytes auf einmal ein</li> <li>◊ Konstruktor: <code>BufferedInputStream(InputStream in)</code></li> <li>◊ Verwendet im Konstruktor z.B. einen <code>FileInputStream</code></li> </ul> </li> <li>▷ <code>BufferedOutputStream</code>: <ul style="list-style-type: none"> <li>◊ Schreibt zuerst in internen Puffer</li> <li>◊ Falls dieser voll ist, wird in die Datei geschrieben</li> <li>◊ Konstruktor: <code>BufferedOutputStream(OutputStream out)</code></li> <li>◊ Schreibt die Daten auf den <code>OutputStream</code> im Parameter</li> </ul> </li> <li>▷ <code>PrintStream</code>: <ul style="list-style-type: none"> <li>◊ Ersatz für <code>OutputStream</code> im Package <code>java.io</code></li> <li>◊ Konstruktor: <code>PrintStream(OutputStream out)</code></li> <li>◊ Dient als Konvertierer von primitiven Datentypen und String in die byteweise Darstellung</li> <li>◊ Das eigentliche Schreiben übernimmt der übergebene <code>OutputStream</code></li> <li>◊ Methode <code>print</code> <ul style="list-style-type: none"> <li>- z.B.: <code>out1.print(pi = "); out1.print(3.14);</code></li> <li>- Byteweise Ausgabe von übergebenen Werten</li> </ul> </li> <li>◊ <code>System.out.print()</code>: <code>out</code> ist von Klasse <code>PrintStream</code></li> <li>◊ Methode <code>println</code> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Ausgabe von Werten mit Zeilenumbruch</li> </ul> </li> </ul> </li> </ul> |
| Mehr Subtypen von Input-/OutputStream      | <ul style="list-style-type: none"> <li>▷ <code>java.util.zip.ZipInputStream</code> <ul style="list-style-type: none"> <li>◊ Zum Einlesen von komprimierten Zip-Dateien</li> </ul> </li> <li>▷ <code>java.util.jar.JarInputStream</code> <ul style="list-style-type: none"> <li>◊ Zum Einlesen von Jar-Dateien</li> <li>◊ Jar-Dateien enthalten kompilierte Java-Dateien, mit zip komprimiert</li> </ul> </li> <li>▷ <code>javax.sound.sampled.AudioInputStream</code> <ul style="list-style-type: none"> <li>◊ für Audio-Dateien</li> </ul> </li> <li>▷ <code>java.io.PipedInputStream</code> / <code>java.io.PipedOutputStream</code> <ul style="list-style-type: none"> <li>◊ Zwei aneinander gekoppelte Lese/Schreib-Klassen</li> </ul> </li> </ul>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      |
| Textdaten direkt                           | <ul style="list-style-type: none"> <li>▷ Bequemere Zugriffsmöglichkeiten für Textdaten vorhanden</li> <li>▷ <code>Reader</code> und <code>Writer</code> aus Package <code>java.io</code></li> <li>▷ Textdatei besteht aus einzelnen Zeichen aka <code>char</code> <ul style="list-style-type: none"> <li>◊ Jedes <code>char</code> ist zwei Byte groß</li> </ul> </li> </ul>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                |

|                     |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |
|---------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Textdaten lesen     | <ul style="list-style-type: none"> <li>▷ Komplette analog zu <code>InputStream</code> und <code>FileInputStream</code></li> <li>▷ <code>Reader</code> abstrakt, deswegen nur Subtypen z.B. <code>FileReader</code> <ul style="list-style-type: none"> <li>◊ <code>FileReader</code> nutzt den Namen der Datei als <code>String</code> im Konstruktor</li> </ul> </li> <li>▷ Methoden: <ul style="list-style-type: none"> <li>◊ <code>read</code> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Liest <code>char</code>-Werte ein</li> <li>- Verschiedene Implementationen z.B.: kein Parameter → einzelner <code>char</code></li> <li>- Mit <code>char</code>-Array: Liest so viele ein, bis Array voll ist</li> </ul> </li> </ul> </li> <li>▷ Beispiel: <pre> 1  FileReader reader1 = new FileReader(fileName); 2  char[] buffer = new char[256]; 3  int n = reader1.read(buffer); 4  // n ist in diesem Fall die Anzahl der gelesenen chars </pre> </li> <li>▷ <code>BufferedReader</code> <ul style="list-style-type: none"> <li>◊ Konstruktor: <code>BufferedReader(Reader in)</code></li> <li>◊ Methode <code>readLine()</code>; <ul style="list-style-type: none"> <li>- Liest alles vom letzten gelesenen Zeichen bis zum Zeilenende</li> <li>- Also meist eine ganze Zeile</li> </ul> </li> </ul> </li> <li>▷ Verknüpfung mit byteweisem Einlesen: <ul style="list-style-type: none"> <li>◊ evtl. sinnvoll, falls offener <code>InputStream</code> auf Text-Datenquelle</li> <li>◊ Die Brücke bildet hier der Subtyp <code>InputStreamReader</code> <pre> 1  InputStream in = ...; 2  Reader reader = new InputStreamReader(in); </pre> </li> </ul> </li> </ul> |
| Textdaten schreiben | <ul style="list-style-type: none"> <li>▷ <code>Writer</code> abstrakt, deswegen nur Subtypen z.B. <code>FileWriter</code> <ul style="list-style-type: none"> <li>◊ <code>FileWriter</code> benutzt den Namen der Datei als <code>String</code> im Konstruktor</li> </ul> </li> <li>▷ Methoden: <ul style="list-style-type: none"> <li>◊ <code>write</code> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Schreibt einzelnen <code>char</code> oder ganzen <code>String</code></li> </ul> </li> </ul> </li> <li>▷ Beispiel: <pre> 1  FileWriter writer1 = new FileWriter(fileName); 2  writer1.write('H'); 3  writer1.write("ello World"); </pre> </li> <li>▷ Verknüpfung mit byteweisem Schreiben: <ul style="list-style-type: none"> <li>◊ Die Brücke bildet hier der Subtyp <code>OutputStreamWriter</code> <pre> 1  OutputStream out = ...; 2  Writer writer = new OutputStreamWriter(out); </pre> </li> </ul> </li> </ul>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           |

## 9 Graphical User Interface

|                |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            |
|----------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Window Manager | <ul style="list-style-type: none"> <li>▷ Systemprozess, der permanent im Hintergrund als <code>Service</code> läuft</li> <li>▷ Stellt generelle, anwendungsunspezifische Funktionalitäten zur Verfügung <ul style="list-style-type: none"> <li>◊ Öffnen, Schließen, Ikonifizieren, Größe ändern</li> <li>◊ Rahmen um Fenster, Bildschirmhintergrund</li> </ul> </li> </ul> |
|----------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|

|                          |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |
|--------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Klasse Frame             | <ul style="list-style-type: none"> <li>▷ Abgeleitet von <code>java.awt.Window</code>; (awt = abstract window toolkit)</li> <li>▷ Im Gegensatz zu <code>Window</code> aber mit Rahmen (vom <code>Window Manager</code> verwaltet)</li> <li>▷ Beispielkonstruktor: <code>Frame frame = new Frame(string); // Fenstertitel</code></li> <li>▷ Vorhergehensweise: <ul style="list-style-type: none"> <li>◊ Erstellung einer Klasse, die <code>Frame</code> erweitert</li> <li>◊ Hinzufügen von Funktionalitäten</li> </ul> </li> <li>▷ Methoden: <ul style="list-style-type: none"> <li>◊ <code>setVisible(boolean b)</code> <ul style="list-style-type: none"> <li>- <code>Frame</code> ist entweder sichtbar oder unsichtbar</li> <li>- Standardmäßig unsichtbar</li> <li>- Erst Fenster aufbauen, dann sichtbar machen</li> </ul> </li> <li>◊ <code>setBackground(Color bgColor)</code> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Setzt die Hintergrundfarbe des Fensters</li> </ul> </li> <li>◊ <code>dispose()</code> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Alle Ressourcen des Fensters und der Bestandteile werden freigegeben</li> </ul> </li> <li>◊ <code>setExtendedState(int state)</code> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Setzt den Status des Fensters</li> <li>- <code>ICONIFIED</code>: Ikonifiziert das Fenster</li> <li>- <code>NORMAL</code>: Deikonifiziert das Fenster</li> <li>- <code>MAXIMIZED_HORIZ</code>: Ausbreitung auf gesamte Horizontale</li> </ul> </li> <li>◊ <code>add(Component comp)</code> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Fügt den übergebenen Komponenten zum <code>Frame</code> hinzu</li> </ul> </li> </ul> </li> </ul> |
| Komponenten              | <ul style="list-style-type: none"> <li>▷ Eigene Klasse für jede Komponente</li> <li>▷ Alle Klassen oder Interfaces aus <code>java.awt</code>, falls nicht anders gesagt</li> <li>▷ Werden mithilfe von <code>add(Component comp)</code> zum Fenster hinzugefügt</li> </ul>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      |
| Button                   | <ul style="list-style-type: none"> <li>▷ Konstruktor: <code>Button(String label) // Text auf dem Button</code></li> <li>▷ Methoden: <ul style="list-style-type: none"> <li>◊ <code>setFont(Font f)</code> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Zum Setzen der Schriftart</li> <li>- Konstruktor <code>Font: Font(String name, int style, int size)</code></li> </ul> </li> <li>◊ <code>addActionListener(ActionListener l)</code> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Fügt den übergebenen <code>ActionListener</code> hinzu</li> <li>- Bei jedem Klick wird <code>actionPerformed</code> des <code>Listeners</code> aufgerufen</li> <li>- Auch mehrere möglich</li> <li>- Automatische Einrichtung des <code>Event Dispatch Thread</code></li> </ul> </li> <li>◊ <code>setLabel(String label)</code> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Setzt den Titel des <code>Button</code></li> </ul> </li> </ul> </li> </ul>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              |
| Interface ActionListener | <ul style="list-style-type: none"> <li>▷ Zugehörig zu <code>Button</code></li> <li>▷ Aus Package <code>java.awt.event</code></li> <li>▷ Funktionales Interface</li> <li>▷ Funktionale Methode <code>actionPerformed (ActionEvent event)</code></li> <li>▷ Vorhergehensweise: <ul style="list-style-type: none"> <li>◊ Erstellen einer eigenen Klasse, die <code>ActionListener</code> implementiert</li> <li>◊ Erstellen relevanter Attribute und Konstruktor für gegebenen Fall</li> <li>◊ Implementieren der Methode <code>actionPerformed (ActionEvent event)</code></li> <li>◊ Erstellen eines Objekts unserer Klasse <ul style="list-style-type: none"> <li>- <code>ActionListener listener = new MyListener(frame);</code></li> </ul> </li> <li>◊ Hinzufügen des <code>Listener</code> zum <code>Button</code> <ul style="list-style-type: none"> <li>- <code>button.addActionListener(listener);</code></li> </ul> </li> </ul> </li> <li>▷ Alternativ: <ul style="list-style-type: none"> <li>◊ Erstellung des <code>Listener</code> in der Subklasse des <code>Frame</code> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Keine <code>Frame</code>-Übergabe notwendig</li> <li>- z.B.: als <code>private</code>-Klasse (Stichwort: <code>nested classes</code>)</li> </ul> </li> </ul> </li> </ul>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           |

|                                    |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                |
|------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Klasse <code>ActionEvent</code>    | <ul style="list-style-type: none"> <li>▷ Übergebener Parameter bei <code>actionPerformed</code></li> <li>▷ Methoden: <ul style="list-style-type: none"> <li>◊ <code>getWhen()</code> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Gibt die Uhrzeit des Geschehnisses als <code>long</code> zurück</li> <li>- Nützlich: <code>java.sql.Timestamp</code></li> <li>- <code>Timestamp stamp = new Timestamp (event.getWhen());</code></li> <li>- Methoden: <code>stamp.getHour(); stamp.getMinute();</code></li> </ul> </li> </ul> </li> </ul>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         |
| Übersicht Listener und Events      | <ul style="list-style-type: none"> <li>▷ <code>Listener</code>-Interface ↔ <code>Event</code>-Klasse</li> <li>▷ <code>KeyListener</code> ↔ <code>KeyEvent</code></li> <li>▷ <code>MouseListener</code> ↔ <code>MouseEvent</code></li> <li>▷ <code>MouseMotionListener</code> ↔ <code>MouseEvent</code></li> <li>▷ <code>MouseWheelListener</code> ↔ <code>MouseWheelEvent</code></li> <li>▷ <code>WindowFocusListener</code> ↔ <code>WindowEvent</code></li> <li>▷ <code>WindowListener</code> ↔ <code>WindowEvent</code></li> <li>▷ <code>WindowStateListener</code> ↔ <code>WindowEvent</code></li> <li>▷ Hinzufügen: <ul style="list-style-type: none"> <li>◊ <code>addKeyListener(...)</code></li> <li>◊ <code>addMouseListener(...)</code></li> <li>◊ <code>addWindowListener(...)</code></li> </ul> </li> </ul>                                                                                                                                                                                                                                                                                          |
| Adapter                            | <ul style="list-style-type: none"> <li>▷ Verwendung von Adaptern, wenn passendes Interface nicht <b>functional</b> ist <ul style="list-style-type: none"> <li>◊ z.B. Interface <code>KeyListener</code>, <code>MouseListener</code>,...</li> <li>◊ Diese Interfaces besitzen mehrere Methoden</li> </ul> </li> <li>▷ Adapter sind Klassen und bestehen zu jedem <code>Listener</code>-Interface <ul style="list-style-type: none"> <li>◊ z.B.: <code>KeyAdapter</code>, <code>MouseAdapter</code></li> <li>◊ Diese Adapter implementieren das dazugehörige Interface</li> <li>◊ Die Methoden werden jedoch leer gelassen</li> </ul> </li> <li>▷ Vorteil vom Adapter: <ul style="list-style-type: none"> <li>◊ Nicht alle Methoden müssen implementiert werden</li> <li>◊ Nur die genutzten Methoden (z.B.: <code>keyPressed()</code>) werden implementiert</li> </ul> </li> <li>▷ Verwendung: <ul style="list-style-type: none"> <li>◊ Erweitern der eigenen <code>Listener</code>-Klasse mit Adapter</li> <li>◊ z.B.: <code>public class MyKeyListener extends KeyAdapter {...}</code></li> </ul> </li> </ul> |
| Interface <code>KeyListener</code> | <ul style="list-style-type: none"> <li>▷ Abhören der Tastatur</li> <li>▷ Erstellen eigener Klasse, die die Klasse <code>KeyAdapter</code> (siehe Adapter) erweitert</li> <li>▷ Methoden: <ul style="list-style-type: none"> <li>◊ <code>public void keyPressed (KeyEvent event)</code> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Wird beim Herunterdrücken einer Taste ausgeführt</li> </ul> </li> <li>◊ <code>public void keyReleased (KeyEvent event)</code> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Wird beim Loslassen einer Taste ausgeführt</li> </ul> </li> <li>◊ <code>public void keyTyped (KeyEvent event)</code> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Wird beim Antippen einer Taste ausgeführt</li> </ul> </li> </ul> </li> </ul>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              |

|                               |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           |
|-------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Klasse KeyEvent               | <ul style="list-style-type: none"> <li>▷ Übergebener Parameter bei z.B.: <code>keyPressed</code></li> <li>▷ Methoden: <ul style="list-style-type: none"> <li>◊ <code>getKeyCode()</code> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Liefert die Kodierung der gedrückten Taste zurück</li> </ul> </li> </ul> </li> <li>▷ Klassenkonstanten für jede Taste: <ul style="list-style-type: none"> <li>◊ z.B.: <code>KeyEvent.VK_A</code> // Buchstabe A</li> <li>◊ z.B.: <code>KeyEvent.VK_COLON</code> // Doppelpunkt</li> <li>◊ z.B.: <code>KeyEvent.VK_BACKSPACE</code> // Backspace Taste</li> </ul> </li> <li>▷ Beispiel Verwendung: <pre> 1 public class MyKeyListener extends KeyAdapter { 2     public void keyPressed (KeyEvent event) { 3         switch (event.getKeyCode()) { 4             case KeyEvent.VK_A: ... break; 5             case KeyEvent.VK_COLON: ... break; 6             case KeyEvent.VK_Backspace: ... break; 7         } 8     } 9 }</pre> </li> </ul>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          |
| Interface MouseListener       | <ul style="list-style-type: none"> <li>▷ Abhören der Maus</li> <li>▷ Erstellen eigener Klasse, die die Klasse <code>MouseAdapter</code> erweitert <ul style="list-style-type: none"> <li>◊ <code>MouseAdapter</code> implementiert alle drei <code>Mouse</code>-Interfaces</li> <li>◊ <code>MouseListener</code>, <code>MouseMotionListener</code>, <code>MouseWheelListener</code></li> </ul> </li> <li>▷ Methoden: <ul style="list-style-type: none"> <li>◊ <code>public void mouseClicked (MouseEvent event)</code> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Wird beim kurzen Klicken der Maustaste ausgeführt</li> </ul> </li> <li>◊ <code>public void mousePressed (MouseEvent event)</code> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Wird beim Herunterdrücken der Maustaste ausgeführt</li> </ul> </li> <li>◊ <code>public void mouseReleased (MouseEvent event)</code> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Wird beim Loslassen der Maustaste ausgeführt</li> </ul> </li> <li>◊ <code>public void mouseEntered (MouseEvent event)</code> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Wird ausgeführt, sobald der Mauszeiger den abgehorchten Bereich betritt</li> </ul> </li> <li>◊ <code>public void mouseExited (MouseEvent event)</code> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Wird ausgeführt, sobald der Mauszeiger den abgehorchten Bereich verlässt</li> </ul> </li> </ul> </li> </ul> |
| Interface MouseMotionListener | <ul style="list-style-type: none"> <li>▷ Abhören der Mausbewegung</li> <li>▷ Methoden sind auch in Klasse <code>MouseAdapter</code> enthalten</li> <li>▷ Methoden: <ul style="list-style-type: none"> <li>◊ <code>public void mouseDragged (MouseEvent event)</code></li> <li>◊ <code>public void mouseMoved (MouseEvent event)</code></li> </ul> </li> </ul>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             |
| Interface MouseWheelListener  | <ul style="list-style-type: none"> <li>▷ Abhören der Mauseingabe</li> <li>▷ Methoden sind auch in Klasse <code>MouseAdapter</code> enthalten</li> <li>▷ Methoden: <ul style="list-style-type: none"> <li>◊ <code>public void mouseWheelMoved (MouseWheelEvent event)</code></li> </ul> </li> </ul>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        |
| Klasse MouseEvent             | <ul style="list-style-type: none"> <li>▷ Übergebener Parameter bei z.B.: <code>mouseClicked</code></li> <li>▷ Methoden: <ul style="list-style-type: none"> <li>◊ <code>getButton()</code> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Liefert die gedrückte Taste zurück</li> </ul> </li> <li>◊ <code>getX()</code> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Liefert x-Koordinate abhängig vom Ursprung des Bereichs</li> </ul> </li> <li>◊ <code>getY()</code> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Liefert y-Koordinate abhängig vom Ursprung des Bereichs</li> </ul> </li> </ul> </li> <li>▷ Klassenkonstanten für Maustasten: <ul style="list-style-type: none"> <li>◊ <code>MouseEvent.BUTTON1</code></li> <li>◊ <code>MouseEvent.BUTTON2</code></li> </ul> </li> </ul>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             |

|                                  |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  |
|----------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Klasse<br>MouseEvent             | <ul style="list-style-type: none"> <li>▷ Übergebener Parameter bei z.B.: <code>mouseWheelMoved</code></li> <li>▷ Methoden: <ul style="list-style-type: none"> <li>◊ <code>getWheelRotation()</code></li> <li>- Liefert die Anzahl der gedrehten Ticks"</li> </ul> </li> </ul>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |
| Interface<br>WindowListener      | <ul style="list-style-type: none"> <li>▷ Abhören von Fensteraktionen</li> <li>▷ Erstellen eigener Klasse, die die Klasse <code>WindowAdapter</code> erweitert <ul style="list-style-type: none"> <li>◊ <code>WindowAdapter</code> implementiert alle drei <code>Window</code>-Interfaces</li> <li>◊ <code>WindowListener</code>, <code>WindowStateListener</code>, <code>WindowFocusListener</code></li> </ul> </li> <li>▷ Methoden: <ul style="list-style-type: none"> <li>◊ <code>public void windowOpened (WindowEvent event)</code></li> <li>◊ <code>public void windowClosing (WindowEvent event)</code></li> <li>◊ <code>public void windowClosed (WindowEvent event)</code></li> <li>◊ <code>public void windowClosed (WindowEvent event)</code></li> <li>◊ <code>public void windowDeactivated (WindowEvent event)</code></li> <li>◊ <code>public void windowIconified (WindowEvent event)</code></li> <li>◊ <code>public void windowDeiconified (WindowEvent event)</code></li> </ul> </li> </ul>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       |
| Interface<br>WindowStateListener | <ul style="list-style-type: none"> <li>▷ Abhören des Status des Fensters</li> <li>▷ Methoden sind auch in <code>WindowAdapter</code> vorhanden</li> <li>▷ Methoden: <ul style="list-style-type: none"> <li>◊ <code>public void windowStateChanged ( WindowEvent event )</code></li> </ul> </li> </ul>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            |
| Interface<br>WindowFocusListener | <ul style="list-style-type: none"> <li>▷ Abhören des Fokus im Bezug auf das Fenster</li> <li>▷ Methoden sind auch in <code>WindowAdapter</code> vorhanden</li> <li>▷ Methoden: <ul style="list-style-type: none"> <li>◊ <code>public void windowGainedFocus ( WindowEvent event )</code></li> <li>◊ <code>public void windowLostFocus ( WindowEvent event )</code></li> </ul> </li> </ul>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        |
| Klasse Canvas                    | <ul style="list-style-type: none"> <li>▷ abgegrenzte Zeichenfläche in einem Fenster</li> <li>▷ Vorgehensweise: <ul style="list-style-type: none"> <li>◊ Erstellung eigener Subtyp-Klasse von <code>Canvas</code></li> <li>◊ Implementieren der Methode <code>public void paint (Graphics graphics)</code></li> <li>◊ Füllen der Methode mit eigener Zeichenlogik</li> <li>◊ Verwendung von <code>java.awt.Graphics</code>;</li> <li>◊ Hinzufügen zum <code>Frame</code> mithilfe von <code>add</code></li> </ul> </li> <li>▷ Beleuchtung nützlicher Aspekte von <code>Graphics</code>:</li> <li>▷ <code>FontMetrics</code> <ul style="list-style-type: none"> <li>◊ Informationen über festgelegte Schriftart und Schriftgröße</li> <li>◊ Abfrage: <ul style="list-style-type: none"> <li>- <code>FontMetrics fontM = graphics.getFontMetrics();</code></li> </ul> </li> <li>◊ Abfrage der maximalen Stringhöhe: <ul style="list-style-type: none"> <li>- <code>int maxHeight = fontM.getMaxAscent() + fontM.getMaxDescent();</code></li> <li>- Methoden geben maximalen Abstand von der Basislinie des Textes an</li> </ul> </li> <li>◊ Abfrage der Stringbreite von gegebenem String: <ul style="list-style-type: none"> <li>- <code>int widthStr = fontMetrics.stringWidth(string);</code></li> </ul> </li> </ul> </li> <li>▷ Abfrage des Zeichenfensters als Rechteck: <ul style="list-style-type: none"> <li>- <code>Rectangle area = graphics.getClipBounds();</code></li> <li>- <code>x</code> und <code>y</code> geben den Ursprung an</li> <li>- <code>width</code> und <code>height</code> die Breite und Höhe</li> </ul> </li> <li>▷ Einige Methoden von <code>Graphics</code> <ul style="list-style-type: none"> <li>◊ <code>setColor(Color color)</code></li> <li>◊ <code>fillOval(...)</code></li> <li>◊ <code>drawOval(...)</code></li> <li>◊ <code>drawString(...)</code></li> </ul> </li> </ul> |



|                           |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               |
|---------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Klasse Checkbox           | <ul style="list-style-type: none"> <li>▷ Kleiner Button (Pin) mit etwas Text</li> <li>▷ Zwei Zustände: An oder Aus</li> <li>▷ Konstruktor: <ul style="list-style-type: none"> <li>◊ <code>Checkbox(String label)</code> // Titel der Checkbox</li> <li>◊ <code>Checkbox</code> standardmäßig aus</li> </ul> </li> <li>▷ Benötigt ein Objekt vom Typ <code>ItemListener</code> (siehe unten) <ul style="list-style-type: none"> <li>◊ <code>ItemListener item = new MyItemListener(checkbox,...);</code></li> </ul> </li> <li>▷ Methoden: <ul style="list-style-type: none"> <li>◊ <code>isSelected()</code> <ul style="list-style-type: none"> <li>- <code>true</code>, wenn die <code>Checkbox</code> an ist</li> </ul> </li> <li>◊ <code>setLabel(string);</code> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Setzt den Titel der <code>Checkbox</code></li> </ul> </li> </ul> </li> </ul>                     |
| Interface<br>ItemListener | <ul style="list-style-type: none"> <li>▷ Verwendung bei <code>Checkbox</code> und <code>Choice</code></li> <li>▷ Funktionales Interface</li> <li>▷ Funktionale Methode <code>itemStateChanged (ItemEvent event)</code></li> <li>▷ Vorhergehensweise analog zu <code>ActionListener</code> <ul style="list-style-type: none"> <li>◊ Erstellung neuer Klasse, die <code>ItemListener</code> implementiert</li> </ul> </li> </ul>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                |
| Klasse Choice             | <ul style="list-style-type: none"> <li>▷ Repräsentiert ein Auswahlmenü</li> <li>▷ Verwendet auch das Interface <code>ItemListener</code></li> <li>▷ Konstruktor: <ul style="list-style-type: none"> <li>◊ <code>Choice choice = new Choice();</code></li> </ul> </li> <li>▷ Methoden: <ul style="list-style-type: none"> <li>◊ <code>add(string)</code> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Hinzufügen neuer Auswahlen</li> <li>- Startet bei Index 0</li> </ul> </li> <li>◊ <code>select(int)</code> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Legt eine Auswahl als Standard fest</li> <li>- Übergabe des Index als <code>int</code>    ◊ <code>getSelectedItem()</code></li> <li>- Liefert den ausgewählten String zurück</li> </ul> </li> <li>◊ <code>getSelectedIndex()</code> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Liefert Index der aktiven Auswahl</li> </ul> </li> </ul> </li> </ul>         |
| Klasse Label              | <ul style="list-style-type: none"> <li>▷ Nicht durch User interagierbares Rechteck mit Text</li> <li>▷ Konstruktor: <ul style="list-style-type: none"> <li>◊ <code>Label(String text)</code> // Labeltext</li> </ul> </li> <li>▷ Wartet auf Events bei anderen Entitäten</li> <li>▷ Methoden: <ul style="list-style-type: none"> <li>◊ <code>setAlignment(int alignment)</code> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Auswahl der Zentrierung des Textes</li> <li>- Paramter: <code>Label.CENTER</code>, <code>Label.RIGHT</code>, <code>Label.LEFT</code></li> </ul> </li> <li>◊ <code>setBackground(Color c)</code> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Setzen der Hintergrundfarbe</li> </ul> </li> <li>◊ <code>setText(String text)</code> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Setzt den Text des Label</li> <li>- z.B.: Aufruf beim Drücken eines Button</li> </ul> </li> </ul> </li> </ul> |

|                                 |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     |
|---------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Klasse List                     | <ul style="list-style-type: none"> <li>▷ Auswahlmenü</li> <li>▷ Aus <code>java.awt</code>, <b>nicht</b> <code>java.util</code></li> <li>▷ Konstruktor: <ul style="list-style-type: none"> <li>◊ <code>List(int rows, boolean multipleMode)</code></li> <li>◊ <code>rows</code> gibt die maximale Anzahl der zugleich angezeigten Menüpunkte an</li> <li>◊ Anzahl der Möglichkeiten gröSSer als <code>rows</code> → Scrollbar</li> <li>◊ <code>multipleMode</code>: Auswahl mehrerer Menüpunkte ermöglichen</li> </ul> </li> <li>▷ Methoden: <ul style="list-style-type: none"> <li>◊ <code>add(String item)</code> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Hinzufügen neuer Menüpunkte</li> </ul> </li> <li>◊ <code>getSelectedIndexes()</code> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Liefert die Indizes der ausgewählten Punkte</li> </ul> </li> <li>◊ <code>setMultipleMode(boolean b)</code> <ul style="list-style-type: none"> <li>- De-/Aktivieren der Mehrfachauswahl</li> </ul> </li> </ul> </li> </ul> |
| Klasse Scrollbar                | <ul style="list-style-type: none"> <li>▷ Werden meist automatisch hinzugefügt (<code>List</code>)</li> <li>▷ z.B.: Erstellung eines eigenen Schiebereglers</li> <li>▷ Benötigt ein Objekt vom Typ <code>AdjustmentListener</code> (siehe unten) <ul style="list-style-type: none"> <li>◊ z.B.: <code>AdjustmentListener adjust = new MyAdjustListener(frame);</code></li> </ul> </li> <li>▷ Konstruktor: <ul style="list-style-type: none"> <li>◊ <code>Scrollbar(int orientation, int value, int visible, int minimum, int maximum)</code></li> <li>◊ <code>orientation</code>: <code>Scrollbar.VERTICAL</code>, <code>Scrollbar.HORIZONTAL</code></li> <li>◊ <code>value</code>: Startwert der Scrollbar</li> <li>◊ <code>visible</code>: Größe des scrollbaren Balkens</li> <li>◊ <code>minimum</code>: Minimal einstellbarer Wert</li> <li>◊ <code>maximum</code>: Maximal einstellbarer Wert</li> </ul> </li> </ul>                                                                                            |
| Interface<br>AdjustmentListener | <ul style="list-style-type: none"> <li>▷ Verwendung bei <code>Scrollbar</code></li> <li>▷ Funktionales Interface</li> <li>▷ Funktionale Methode: <code>adjustmentValueChanged (AdjustmentEvent event)</code></li> <li>▷ Vorhergehensweise analog zu <code>ActionListener</code> <ul style="list-style-type: none"> <li>◊ Erstellung neuer Klasse, die <code>AdjustmentListener</code> implementiert</li> </ul> </li> </ul>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          |
| Klasse<br>Adjustmentevent       | <ul style="list-style-type: none"> <li>▷ Übergebener Parameter bei <code>adjustmentValueChanged</code></li> <li>▷ Methoden: <ul style="list-style-type: none"> <li>◊ <code>getValue()</code> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Liefert den neuen Wert der Scrollbar</li> </ul> </li> </ul> </li> </ul>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       |
| Klasse Textfield                | <ul style="list-style-type: none"> <li>▷ Zeile, vom Nutzer schreibbar</li> <li>▷ z.B.: Benutzername, Passwort, etc..</li> <li>▷ Benötigt ein Objekt vom Typ <code>KeyListener</code> (siehe oben)</li> <li>▷ Konstruktor: <ul style="list-style-type: none"> <li>◊ <code>TextField(int columns)</code></li> <li>◊ <code>columns</code> gibt die Zeichenzahl in der Zeile an</li> </ul> </li> <li>▷ Methoden: <ul style="list-style-type: none"> <li>◊ <code>setEchoChar(char c)</code> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Anzeige der eingegebenen Zeichen mit anderem Zeichen z.B.: '*'</li> <li>- Rückgängig machen: <code>field.setEchochar((char) 0);</code></li> </ul> </li> </ul> </li> <li>▷ Methoden: <ul style="list-style-type: none"> <li>◊ <code>getText()</code> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Liefert den eingegebenen Text als String</li> </ul> </li> </ul> </li> </ul>                                                                                                            |

|                                    |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              |
|------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Klasse TextArea                    | <ul style="list-style-type: none"> <li>▷ Eingabebereich über mehrere Zeilen</li> <li>▷ z.B.: Verwendung eines Objekts des Typs <code>FocusListener</code></li> <li>▷ Konstruktor: <ul style="list-style-type: none"> <li>◊ <code>TextArea(String text, int rows, int columns, int scrollbars)</code></li> <li>◊ <code>text</code>: Text, falls Bereich leer und nicht im Mausfokus</li> <li>◊ <code>scrollbars</code>: Legt die Art der Scrollbar fest <ul style="list-style-type: none"> <li>- <code>Scrollbar.BOTH</code>, <code>Scrollbar.HORIZONTAL_ONLY</code></li> <li>- <code>Scrollbar.NONE</code>, <code>Scrollbar.VERTICAL_ONLY</code></li> </ul> </li> <li>◊ <code>rows</code>: Anzahl der Zeilen</li> <li>◊ <code>columns</code>: Breite der Zeilen</li> </ul> </li> <li>▷ Methoden: <ul style="list-style-type: none"> <li>◊ <code>setText(String t)</code> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Setzt den Text des Textfeldes</li> </ul> </li> <li>◊ <code>getText()</code> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Liefert den geschriebenen Text als String</li> </ul> </li> </ul> </li> <li>▷ Leerer Text: <code>""</code> <ul style="list-style-type: none"> <li>◊ z.B.: Vergleich mit momentanem Text mit <code>equals</code></li> </ul> </li> </ul> |
| Interface FocusListener            | <ul style="list-style-type: none"> <li>▷ Verwendung bei <code>TextArea</code></li> <li>▷ Kein funktionales Interface, trotzdem keine Adapter-Klasse</li> <li>▷ Vorhergehensweise analog zu <code>ActionListener</code></li> <li>▷ Im Gegensatz zu <code>WindowFocusListener</code> auch für einzelne Komponenten</li> <li>▷ Methoden: <ul style="list-style-type: none"> <li>◊ <code>focusGained(FocusEvent e)</code> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Wird ausgeführt, wenn eine Komponente den Tastaturfokus erhält</li> </ul> </li> <li>◊ <code>focusLost(FocusEvent e)</code> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Wird ausgeführt, wenn eine Komponente den Tastaturfokus verliert</li> </ul> </li> </ul> </li> </ul>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       |
| Hierarchie graphischer Komponenten | <ul style="list-style-type: none"> <li>▷ Vom <code>java.awt.Component</code> direkt abgeleitet: <ul style="list-style-type: none"> <li>◊ <code>Button</code></li> <li>◊ <code>Canvas</code></li> <li>◊ <code>Checkbox</code></li> <li>◊ <code>Choice</code></li> <li>◊ <code>Label</code></li> <li>◊ <code>List</code></li> <li>◊ <code>Scrollbar</code></li> <li>◊ <code>TextComponent</code> // Supertyp von <code>TextArea</code> und <code>TextField</code></li> <li>◊ <code>Container</code> ▷ Von <code>Container</code> direkt abgeleitet:</li> <li>◊ <code>Window</code></li> </ul> </li> <li>▷ Von <code>Window</code> direkt abgeleitet: <ul style="list-style-type: none"> <li>◊ <code>Frame</code></li> </ul> </li> </ul>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        |
| Klasse Component                   | <ul style="list-style-type: none"> <li>▷ Die meisten Methoden sind hier definiert, aber nicht implementiert <ul style="list-style-type: none"> <li>◊ z.B.: <code>setVisible(boolean b)</code>, <code>setFont(Font f)</code>,...</li> <li>◊ Die Methoden werden in den Komponentenklassen dann implementiert</li> </ul> </li> </ul>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           |

## Klasse Container

- ▷ Fasst mehrere Komponenten zu einer zusammen
- ▷ Hinzufügen von **Buttons**, ..., **Windows**, **Frames**, **Containern** möglich
- ▷ **Wichtig:** Hinzufügen von **Container** möglich
  - ◊ Ähnliche Struktur wie ein Ordnerverzeichnis
  - ◊ z.B.: **Frame** in einem **Frame**
- ▷ Methoden:
  - ◊ **paint** (**Graphics graphics**)
    - In **Component** definiert, hier überschrieben
    - Ruft **paint** für jeden enthaltenen Komponenten auf
  - ◊ **add** (**Component comp**)
    - Hinzufügen einer Komponente zum **Container**
  - ◊ **add** (**Component comp**, **Object constraints**)
    - Steuerung der Position mithilfe des zweiten Parameters
  - Weiteres bei **LayoutManager**
  - ◊ **setLayout** (**LayoutManager manager**)
    - Setzen des **LayoutManager**
    - Dieser steuert die Platzierung der Komponenten
    - Jeder **Container** hat zu jedem Zeitpunkt einen **LayoutManager**
  - ◊ **validate()**
    - Aktualisierung nach z.B.: Größenänderung

## Klasse LayoutManager

- ▷ Wird bei Erstellung eines **Containers** oder Subtyps automatisch eingerichtet
  - ◊ Standardklasse für für **Window** und **Frame** ist **BorderLayout**
- ▷ **BorderLayout**
- ▷ Einteilung des Fensters in fünf Bereiche
  - ◊ **NORTH**, **EAST**, **SOUTH**, **WEST**, **CENTER**
  - ◊ Mögliche Positionen als Klassenkonstanten vordefiniert
    - z.B.: **BorderLayout.NORTH**, **BorderLayout.CENTER**, ...
  - ◊ Verwendung bei **add** (**Component comp**, **Object constraints**)
    - z.B.: **frame.add** (**comp1**, **BorderLayout.NORTH**);
    - Ohne Wahl der Position (normales **add**): **CENTER** als Standard
- ▷ **BorderLayout** an sich für das Fenster an sich meist die richtige Wahl
  - ◊ Aber nicht unbedingt für **Container** innerhalb eines Fensters
- ▷ **BoxLayout**
  - ◊ Anlegen in einer Reihe nacheinander
  - ◊ Wahl ob vertikal oder horizontal im Konstruktor
- ▷ **GridLayout**
  - ◊ Matrixartiges Anlegen (wie Telefonschaltplan)
  - ◊ Anzahl Zeilen und Spalten im Konstruktor festgelegt
- ▷ **BorderLayout**, **BoxLayout** und **GridLayout**:
  - ◊ Passen GrösSe der Komponenten anhand der Gesamtsituation an
  - ◊ Nicht unbedingt passendste GrösSe für Komponente
- ▷ **FlowLayout**
  - ◊ Anlegen in einer Zeile nebeneinander
    - Anfangen einer Zeile, falls die alte voll ist
  - ◊ Wählt automatisch die bestmögliche GrösSe für Komponenten
    - Abfrage über **getPreferredSize()**
- ▷ **CardLayout**
  - ◊ Zeigt Komponenten nicht alle gleichzeitig, sondern nacheinander
  - ◊ Navigation: **first**, **last**, **next**, **previous**
- ▷ **validate()**
  - ◊ Notwendig zur Aktualisierung von sichtbaren Fenstern
  - ◊ Wann:
    - Ändern der Anzahl von Komponenten
    - Ändern der Größe von Komponenten (auch Schrift)

- Java Swing (javax.swing)
- ▷ `java.awt` als Grundlage
  - ▷ Zweite Bibliothek, die die Funktionalitäten erweitert
  - ▷ Verbindung zu `java.awt`:
    - ◊ `JFrame` extends `java.awt.Frame`
    - ◊ `JComponent` extends `java.awt.Container`
      - Funktionalitäten von `Container` hier in `JComponent`
  - ▷ Von `JComponent` abgeleitet:
    - ◊ `JButton`, `JCheckbox`, `JLabel`
    - ◊ `JList<T>`, `JScrollbar`, `JTextComponent`
  - ▷ `JButton`, `JCheckbox` sind aber indirekt abgeleitet:
    - ◊ Zwischenklasse `AbstractButton` bei beiden
      - `public class JButton extends AbstractButton{}`
    - ◊ Bei `JCheckbox` zusätzlich noch `JToggleButton` extends `AbstractButton`
      - `public class JCheckbox extends JToggleButton {}`
    - ◊ **Grund:**
      - Einführung zusätzlicher, eng verwandter, Komponenten
      - Deswegen Auslagerung in Supertyp
  - ▷ `JList<T>`:
    - ◊ in `Swing` generisch, Liste von beliebigem Referenztyp
    - ◊ in `java.awt` wird `String` verwendet

- ▷ Bietet mehr Funktionalitäten als **Component**
- ▷ ToolTips:
  - ◊ Hinzufügen von MouseOver-ToolTips
  - ◊ `setToolTipText(String s)`
    - Setzen des Tooltip-Texts
  - ◊ Deaktivieren mithilfe Übergabe von `null`
- ▷ Randdarstellungen:
  - ◊ Ränder für Komponenten **innerhalb** eines Fensters
  - ◊ `setBorder (Border border)`
  - ◊ Verwendung der Klasse `BorderFactory` zur Erzeugung der `Border`
    - `BorderFactory.createLineBorder(Color color,int thickness)`
      - Simpler rechteckiger Rahmen mit angegebener Dicke und Farbe
    - `BorderFactory.createBevelBorder(BevelBorder.LOWERED)`
    - `BorderFactory.createBevelBorder(BevelBorder.RAISED)`
      - Ganze Komponente mit 3D Effekt (tiefer oder höher erscheinend)
    - `BorderFactory.createEtchedBorder(EtchedBorder.LOWERED)`
    - `BorderFactory.createEtchedBorder(EtchedBorder.RAISED)`
      - Nur Rand mit 3D Effekt (tiefer oder höher erscheinend)
    - `BorderFactory.createEmptyBorder()`
      - Zurücksetzen des Randeffekts
- ▷ Look and Feel:
  - ◊ Anpassung der Gesamterscheinung an Systemstandard
  - ◊ Verwendung von `javax.swing.UIManager`
  - ◊ Setzen des Look and Feel auf Systemstandard:
 

```
1 String s = UIManager.getSystemLookAndFeelClassName();
2 UIManager.setLookAndFeel(s);
```
  - ◊ Setzen des Look and Feel auf z.B. Java-Standard
 

```
Methode: UIManager.setLookAndFeel(LookAndFeel lookAndFeel)
1 UIManager.setLookAndFeel(new MetalLookAndFeel());
```
- ▷ KeyBindings:
  - ◊ Funktionalitäten wie `Listener` automatisch umgesetzt
  - ◊ Erläuterung der Funktion anhand eines Beispiels:
 

```
1 String keyStrokeStr = "alt shift X";
2 KeyStroke keystroke = KeyStroke.getKeyStroke(keyStrokeStr);
3 textArea.getInputMap().put(keystroke, keyStrokeStr);
4 StyledEditorKit.UnderlineAction action
5   = new StyledEditorKit.UnderlineAction();
6 textArea.getActionMap().put(keyStrokeStr, action);
```

    - Zeile 1: Kodierung einer Tastenkombination als String
    - Regeln dafür: Dokumentation `javax.swing.KeyStroke`
    - Zeile 2: Umwandlung des Strings in `KeyStroke`-Objekt
    - Jeder `JComponent` hat `actionMap` und `inputMap` (ähnlich wie `Map`)
    - Zeile 3 und 6: Einfügen von `Key + Value` in jeweilige `Map`
    - Verbindung dieser `Maps` über `Value` von `Input` und `Key` von `Action`
    - Verbindung über `keyStrokeStr` einer Aktion mit Tastenkombination
    - Zeile 4 und 5: Verwendung von `Action extends ActionListener`
    - Verwendung der Methode `actionPerformed`
    - Klassen in Java vorhanden, die `Action` implementieren (`UnderlineAction`)
    - Klasse `UnderlineAction` ist in Klasse `StyledEditorKit` eingebettet
    - Enthält viele Funktionalitäten zum Editieren von Texten
- ▷ Drag & Drop:
  - ◊ Automatisch implementiert, Konfiguration möglich
- ▷ Assistive Technologies:
  - ◊ Unterstützungsmöglichkeiten für Leute mit Handicap
- ▷ Zusätzliche Features von `JFrame`:
  - ◊ Separierung von Hauptmenü und Rest des Fensters

## Weitere GUI-Klassen

- ▷ **JFormattedTextField:**
  - ◊ Erlaubt Formatierungsregeln für den einzugebenden Text
  - ◊ z.B. für Datumsangaben ◊ `JFormattedTextField` extends `JTextField`
- ▷ **JPasswordField:**
  - ◊ Zusätzliche Funktionalitäten für Passwörter
- ▷ **JRadioButton:**
  - ◊ kleiner, anklickbarer Bereich
  - ◊ Verwendung im Rahmen eines Objekts von Klasse `ButtonGroup`
  - ◊ Nur ein `RadioButton` in `ButtonGroup` kann gleichzeitig angeklickt sein
- ▷ **JToolBar:**
  - ◊ Vereinfachte Möglichkeit für Standardmenüs
- ▷ **JSlider:**
  - ◊ Klasse für Schieberegler
  - ◊ Besser als Verwendung einer `Scrollbar` als Schieberegler
- ▷ **Popup:**
  - ◊ Popup-Fenster
- ▷ **JTable:**
  - ◊ Umsetzung einer Tabelle
  - ◊ Häufiges Verwendungsbeispiel:

```
1 Object[] [] entries = ...;
2 Object[] columnNames = ...;
3 JTable table = new JTable(entries, columnNames);
4 JScrollPane scrollPane = new JScrollPane(table);
5 table.setFillsViewportHeight(true);
6 int[] selectedRows = table.getSelectedRows();
7 int[] selectedColumns = table.getSelectedColumns();
```

    - Zeile 1: Erzeugung der Tabellenmatrix
    - Zeile 2: Erzeugung der Spaltennamen
    - Zeile 3: Konstruktor der Tabelle mit den eben erstellten Arrays
    - Zeile 4: `JScrollPane` kapselt Objekt von `Component` ein
    - Zeigt nur einen Ausschnitt der übergebenen Komponente
    - Fügt außerdem `Scrollbar` ein
    - Zeile 5: Vertikale Streckung der Tabelle, um gesamte Höhe auszufüllen
    - Zeile 6: Abfrage der momentan ausgewählten Zeile
    - Zeile 7: Abfrage der momentan ausgewählten Spalte

## 10 Generics

### Wrapper-Klassen

- ▷ primitive Datentypen nicht mit Generizität vereinbar
- ▷ Deswegen benötigen wir eine stellvertretende Klasse → Wrapper-Klassen
- ▷ selber Name, nur mit großem Anfangsbuchstaben (`Integer`, `Long`, `Character`,...)
- ▷ Konstruktor mit Parameter des zugehörigen Datentyps
- ▷ Methoden:
  - ◊ `intValue()`; // Returns specific value of class
  - ◊ `MAX_VALUE`; // Returns max value
- ▷ Boxing/Unboxing:
  - ◊ Primitiver Datentyp und Wrapper-Klasse sind austauschbar
  - ◊ Automatische Umwandlung ineinander
  - ◊ Boxing: `Integer i = 123;`
  - ◊ Unboxing: `System.out.print(i); // 123`

|                             |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       |
|-----------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Generische Klassen          | <ul style="list-style-type: none"> <li>▷ <code>public class Pair &lt;T1, T2&gt; {...}</code></li> <li>▷ Klasse <b>Pair</b> ist <b>generisch</b> / Klasse <b>Pair</b> ist mit <b>T1</b> und <b>T2</b> <b>parametrisiert</b></li> <li>▷ <b>T1</b> und <b>T2</b> sind die <b>Typparameter</b> von Klasse <b>Pair</b></li> <li>▷ <b>T1</b> und <b>T2</b> können als Datentypen/Rückgabewerte verwendet werden</li> <li>▷ Können <b>nicht</b> in Klassenmethoden verwendet werden</li> <li>▷ Bei Einrichtung von Objekten von <b>Pair</b> werden die Typparamter festgelegt <ul style="list-style-type: none"> <li>◊ <code>Pair&lt;Integer,Double&gt; pair = new Pair&lt;Integer,Double&gt;(2,3.5);</code></li> <li>◊ <b>Pair</b> ist mit <b>Integer</b> und <b>Double</b> <b>instanziiert</b></li> <li>◊ Typparameter können natürlich auch vom selben Typ sein</li> </ul> </li> </ul>                                                                                                                                                                                                                                                                    |
| Generische Methoden         | <ul style="list-style-type: none"> <li>▷ Auch in <b>nicht-generischen Klassen</b> generische Methoden möglich</li> <li>▷ <code>public class X {...}</code></li> <li>▷ Einzelne Methode parametrisiert: <ul style="list-style-type: none"> <li>◊ <code>public &lt;T1,T2&gt; Pair&lt;T1,T2&gt; makePair(T1 t1, T2 t2) {...}</code></li> <li>◊ <b>Parametrisierung</b> der Methode (<code>&lt;T1,T2&gt;</code>) steht vor dem Rückgabebetyp</li> </ul> </li> <li>▷ Aufruf: <ul style="list-style-type: none"> <li>◊ <code>Pair&lt;A,B&gt; pair1 = x.makePair(new A(), new B());</code></li> <li>◊ Compiler erkennt selbst die Typen für die Methode</li> </ul> </li> <li>▷ Falls <b>T1</b> z.B. schon die Klasse <b>X</b> parametrisiert: <pre>public class X &lt;T1&gt; {     public &lt;T2&gt; Pair&lt;T1,T2&gt; makePair(T1 t1, T2 t2) {...} }</pre> </li> </ul>                                                                                                                                                                                                                                                                                      |
| Typparameter                | <ul style="list-style-type: none"> <li>▷ Alle Arten von Klassen und Arrays möglich</li> <li>▷ Auch parametrisierte Klassen sind als Typparamter möglich</li> <li>▷ Typparameter dürfen jedoch nicht vom primitiven Datentyp sein</li> <li>▷ Vererbung von Typparametern ist jedoch nicht übertragbar <ul style="list-style-type: none"> <li>◊ Bei bereits instanziierten Parametern sind keine Subklassen möglich</li> </ul> </li> <li>▷ Kurzform: <ul style="list-style-type: none"> <li>◊ <code>Pair&lt;String,Integer&gt; pair;</code></li> <li>◊ <code>pair = new Pair&lt;&gt; ("Hello", 123);</code></li> <li>◊ <b>"Diamond-Operator"</b>: Compiler erkennt selbstständig die Instanziierung</li> </ul> </li> </ul>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              |
| Eingeschränkte Typparameter | <ul style="list-style-type: none"> <li>▷ Werden bei der Definition von generischen Klassen/Methoden verwendet</li> <li>▷ <code>&lt;T extends X&gt; // T gleich X, oder direkt/indirekt Subtyp von X</code> <ul style="list-style-type: none"> <li>◊ Notwendig um sicherzustellen, dass aufgerufene Methoden definiert sind</li> <li>◊ z.B.: <code>&lt;T extends Number&gt; // z.B.: doubleValue() immer vorhanden</code></li> </ul> </li> <li>▷ Mehrfache Einschränkung: <ul style="list-style-type: none"> <li>◊ <code>&lt;T extends X &amp; Interface1 &amp; Interface2</code></li> <li>◊ Klasse muss, falls vorhanden, an erster Stelle stehen</li> </ul> </li> </ul>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              |
| Wildcards                   | <ul style="list-style-type: none"> <li>▷ Werden bei der Instanziierung von Typparametern verwendet</li> <li>▷ <code>public double m (X&lt;? extends Number&gt; n) {...}</code> <ul style="list-style-type: none"> <li>◊ Ermöglicht nun die Verwendung von Subklassen bei aktuellen Parametern</li> <li>◊ (Siehe Einschränkung Typparameter / 4. Stichpunkt)</li> </ul> </li> <li>▷ <b>Unterschied:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>◊ <code>public &lt;T extends Number&gt; double m (X&lt;T&gt; n) {...}</code></li> <li>◊ Generische Methode mit eingeschränkt wählbarem Typparameter</li> <li>◊ <code>public double m (X&lt;? extends Number&gt; n) {...}</code></li> <li>◊ Nichtgenerische Methode mit generischem Parameter mit eingeschränkt wählbarem Typparameter</li> </ul> </li> <li>▷ Weitere Wildcard: <code>X&lt;?&gt;</code> <ul style="list-style-type: none"> <li>◊ Allgemeinst mögliche, <code>extends Object</code></li> </ul> </li> <li>▷ <code>X&lt;? super Double&gt;</code> <ul style="list-style-type: none"> <li>◊ Mit allen Supertypen (direkt/indirekt) und alle implementieren Interfaces</li> </ul> </li> </ul> |



|                      |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             |
|----------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Empfehlungen         | <ul style="list-style-type: none"> <li>▷ Oracle-Empfehlungen im Bezug auf Wildcards</li> <li>▷ In-Parameter (Werte einer Methode, die nur gelesen werden): <ul style="list-style-type: none"> <li>◊ Verwendung von <b>extends</b></li> </ul> </li> <li>▷ Out-Parameter (Werte einer Methode, die nur geschrieben werden): <ul style="list-style-type: none"> <li>◊ Verwendung von <b>super</b></li> </ul> </li> <li>▷ In/Out-Parameter: <ul style="list-style-type: none"> <li>◊ Keine Verwendung von Wildcards</li> </ul> </li> <li>▷ Rückgaben: <ul style="list-style-type: none"> <li>◊ Keine Verwendung von Wildcards</li> </ul> </li> </ul>                                                                                                                                                                                                                                                            |
| Interface Comparator | <ul style="list-style-type: none"> <li>▷ <b>Functional Interface</b> im Package <b>java.util</b></li> <li>▷ Verwendung: <ul style="list-style-type: none"> <li>◊ Erstellen einer Vergleichsklasse, die <b>Comparator&lt;T&gt;</b> implementiert</li> <li>◊ <b>..class MyComp&lt;T extends Number&gt; implements Comparator&lt;T&gt; {...}</b></li> <li>◊ Generisch mit einem Typparameter</li> </ul> </li> <li>▷ Methode: <b>public int compare (T t1, T2) {...}</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>◊ Methode, muss abhängig vom Fall, selbst implementiert werden</li> <li>◊ 0, falls beide Objekte äquivalent</li> <li>◊ Negative Zahl, falls 1.Objekt-Wert dem 2.Objekt-Wert vorangehend ist</li> <li>◊ Positive Zahl, falls 1.Objekt-Wert dem 2.Objekt-Wert nachfolgend ist</li> </ul> </li> <li>▷ <b>String</b> hat bereits eine Methode <b>compareTo</b>: sortiert lexikographisch</li> </ul> |
| Einschränkungen      | <ul style="list-style-type: none"> <li>▷ Keine primitiven Datentypen als Instanziierung von Typparametern</li> <li>▷ Keine Erzeugung von Objekten/Arrays von Typparametern mit <b>new</b></li> <li>▷ Keine Klassenattribute von Typparametern</li> <li>▷ Kein Downcast oder <b>instanceof</b> von Typparametern</li> <li>▷ Kein <b>throw-catch</b> mit Typparametern</li> <li>▷ Keine Methodenüberladung mit Typparametern</li> </ul>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       |

## 11 Graphics (java.awt.Graphics;)

|             |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           |
|-------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Applet      | <ul style="list-style-type: none"> <li>▷ leichtgewichtige Variante an Graphikprogrammen</li> <li>▷ <b>import java.awt.Applet;</b></li> <li>▷ 1. Erstellen eigener Applet-Klasse (<b>extends Applet</b>)</li> <li>▷ 2. Überschreiben der Methode <b>paint</b> <pre>public void paint (Graphics graphics) {...}</pre> Klasse <b>Graphics</b> verknüpft Programm mit Zeichenfläche </li> <li>▷ 2.1 <b>GeomShape2D</b>-Array <pre>GeomShape2D pic = new GeomShape2D[3];</pre> Füllen des erstellten Arrays mit Formen (z.B.: <b>new Circle(0,0,0);</b>) </li> <li>▷ 2.2 Erstellen jeder Form mithilfe Randfarbe, Füllfarbe und Zeichnen <pre>pic[0].setBoundaryColor(Color.RED); // Randfarbe pic[0].setFillColor(Color.RED); // Füllfarbe pic[0].paint(graphics); // Eigentliches Zeichnen</pre> </li> </ul> |
| GeomShape2D | <ul style="list-style-type: none"> <li>▷ Abstrakte Klasse (Methode <b>paint</b> ist abstrakt)</li> <li>▷ Attribute: <pre>int positionX; int positionY; int rotationAngle; int transparencyValue; Color boundaryColor; Color fillColor;</pre> </li> <li>▷ Subklassen: <b>Rectangle</b>, <b>Circle</b>, <b>StraightLine</b></li> </ul>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      |

## 12 Interfaces

|            |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      |
|------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Erzeugung  | <ul style="list-style-type: none"><li>▷ Meist in eigener Datei</li><li>▷ <code>public interface MyInterface {...}</code></li><li>▷ Alle Methodes und das Interface <b>müssen</b> <code>public</code> sein</li></ul>                                                                                                                                                  |
| Methoden   | <ul style="list-style-type: none"><li>▷ Werden hier nicht implementiert, sondern nur definiert</li><li>▷ <code>public</code> kann weggelassen werden, da ohnehin notwendig</li><li>▷ Implementierte Methoden müssen dann auch <code>public</code> sein</li><li>▷ Falls eine der Methoden nicht implementiert wird <math>\Rightarrow</math> Klasse abstrakt</li></ul> |
| Verwendung | <ul style="list-style-type: none"><li>▷ <code>implements MyInterface</code> nach Klassenname</li><li>▷ Beliebige viele Interfaces möglich (seperiert durch ,)</li><li>▷ Ein Interface kann mehrere andere Interfaces erweitern (<code>extends</code></li></ul>                                                                                                       |

## 13 JUnit-Tests

|            |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                |
|------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Allgemein  | <ul style="list-style-type: none"><li>▷ Tests als Ganzes - Black-Box-Tests</li><li>▷ JUnit-Tests werden in eine seperate Quelldatei geschrieben</li><li>▷ Die zu testende Einheit/Klasse wird dann importiert</li></ul>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        |
| Imports    | <ul style="list-style-type: none"><li>▷ <code>import static org.junit.Assert.assertEquals;</code></li><li>▷ <code>import static org.junit.Assert.assertTrue;</code></li><li>▷ <code>import org.junit.jupiter.api.Test;</code></li><li>▷ <code>import org.junit.jupiter.api.BeforeEach;</code></li><li>▷ <code>import static org.junit.jupiter.api.Assertions.assertThrows;</code></li></ul>                                                                                                                                                                                                                                    |
| Methoden:  | <ul style="list-style-type: none"><li>▷ <code>assertEquals(...,...);</code> // true, falls beide Parameter identisch<ul style="list-style-type: none"><li>◊ Existiert auch mit 3 Parametern, 3. Wert entspricht maximalen Unterschied</li></ul></li><li>▷ <code>assertTrue(...);</code> // true, falls der Parameter true ist</li><li>▷ <code>assertThrows(...,...);</code> // Wirft Exception abhängig von Executable<ul style="list-style-type: none"><li>◊ Erster Parameter zu werfende Exception.class</li><li>◊ Zweiter Parameter Functional Interface aus dem Package <code>java.lang.reflect</code></li></ul></li></ul> |
| Test       | <ul style="list-style-type: none"><li>▷ <code>@Test</code> vor der Methode</li><li>▷ <code>void</code> als Rückgabewert</li><li>▷ Nutzung einer <code>assert</code>-Methode (siehe Methoden)</li></ul>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         |
| BeforeEach | <ul style="list-style-type: none"><li>▷ <code>@BeforeEach</code> vor der Methode</li><li>▷ Wird vor jeder einzelnen Testmethode einmal ausgeführt</li></ul>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |

## 14 Klassen

|           |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         |
|-----------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Erzeugung | <ul style="list-style-type: none"><li>▷ meist in separater .java Datei</li><li>▷ <code>public class MyClass {}</code></li><li>▷ <code>new MyClass();</code><ul style="list-style-type: none"><li>◊ Reserviert ausreichend Speicherplatz für das Objekt</li></ul></li><li>▷ <code>MyClass x = new MyClass();</code><ul style="list-style-type: none"><li>◊ Speichern der Adresse des neuen Objekts in der Referenz x</li></ul></li></ul> |
| Attribute | <ul style="list-style-type: none"><li>▷ Eigenschaften der Objekte/Klassen</li><li>▷ z.B.: <code>private int x;</code> (Objektattribut)</li><li>▷ z.B.: <code>private static int x;</code> (Klassenattribut)</li></ul>                                                                                                                                                                                                                   |

|                          |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      |
|--------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Konstruktor              | <ul style="list-style-type: none"> <li>▷ Wird zur Erzeugung von neuen Objekten einer Klasse verwendet</li> <li>▷ Methode mit selben Namen wie Klasse und ohne Rückgabotyp</li> <li>▷ z.B.: <code>public MyClass (int x, int y) {this.x = x; this.y = y;}</code></li> <li>▷ Erzeugung eines neuen Objekts: <code>MyClass test = new MyClass(2,4);</code></li> <li>▷ Falls kein Konstruktor angegeben wird → Default Constructor <ul style="list-style-type: none"> <li>◊ Basisklasse muss auch Konstruktor mit leerer Parameterliste haben</li> </ul> </li> <li>▷ Konstruktoren werden <b>nicht</b> vererbt</li> <li>▷ <b>Static Initializer</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>◊ Methodenkopf besteht nur aus <code>static {...}</code></li> <li>◊ Wird genutzt um auf jeden Fall Klassenkonstanten zu initialisieren</li> </ul> </li> <li>▷ Aufruf anderen Konstruktors in Konstruktor mit <code>this(Parameter);</code></li> </ul>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         |
| Abstraktion              | <ul style="list-style-type: none"> <li>▷ <code>abstract public class MyClass {...}</code></li> <li>▷ Notwendig, sobald Klasse eine abstrakte Methode beinhaltet</li> <li>▷ Keine Objekterzeugung möglich</li> <li>▷ Meist als Klasse mit Rahmenbedingungen für Subklassen verwendet</li> </ul>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       |
| Klasse aller Klassen     | <ul style="list-style-type: none"> <li>▷ <code>java.lang.Object</code></li> <li>▷ Jede Klasse ist direkt oder indirekt von <code>Object</code> abgeleitet</li> <li>▷ Methoden: <ul style="list-style-type: none"> <li>◊ <code>boolean equals (Object obj) {...}</code> // Test auf Wertgleichheit</li> <li>◊ <code>String toString() {...}</code> // Zustand des Objekts als String</li> <li>◊ Werden oft an jeweilige Klasse angepasst</li> </ul> </li> </ul>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       |
| Verborgene Informationen | <ul style="list-style-type: none"> <li>▷ Jedes Objekt einer Klasse erhält einen Verweis auf ein anonymes Objekt</li> <li>▷ Dieses anonyme Objekt wird für jede Klasse nur einmal eingerichtet</li> <li>▷ Enthält Informationen zur Klasse, Attribute und Methoden der Klasse</li> <li>▷ Methodentabelle: <ul style="list-style-type: none"> <li>◊ Gibt an, welche Implementationen aller Methoden verwendet wird</li> <li>◊ Ermöglicht, die Feststellung der Klasse zur Laufzeit</li> <li>◊ Methode in Supertyp und Subtyp haben den selben Index (Position)</li> </ul> </li> </ul>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  |
| Verschachtelte Klassen   | <ul style="list-style-type: none"> <li>▷ Einbettung von Klasse in andere Klasse</li> <li>▷ Eingebettete Klasse sind ähnlich einem Attribut einer Klasse</li> <li>▷ Zum Beispiel: <pre> 1 public class X { 2     private class Y {...} 3 }</pre> </li> <li>▷ Y ist in diesem Fall die innere, X die äußere Klasse</li> <li>▷ Innere Klasse darf: <ul style="list-style-type: none"> <li>◊ Alle Identifier möglich</li> </ul> </li> <li>▷ Äußere Klasse darf: <ul style="list-style-type: none"> <li>◊ Nur <code>public</code> oder ohne <code>public</code>, kein <code>private</code> oder <code>protected</code></li> </ul> </li> <li>▷ Maximal eine Klasse darf <code>public</code> sein → Name der Quelldatei</li> <li>▷ Innere Klassen sind davon allerdings nicht betroffen</li> <li>▷ Objekterzeugung: <ul style="list-style-type: none"> <li>◊ Erstellung von Objekten der inneren Klasse über Objekt der äußeren Klasse</li> <li>◊ Automatische Erzeugung eines Verweises auf Erzeugungsobjekt</li> <li>◊ <code>X a = new X(); a.newY();</code></li> </ul> </li> <li>▷ Aufruf: <ul style="list-style-type: none"> <li>◊ <code>OuterClass.InnerClass x = ...;</code></li> <li>◊ Äußere Klasse + Innere Klasse durch Punkt getrennt</li> </ul> </li> <li>▷ <b>static</b>: <ul style="list-style-type: none"> <li>◊ <code>static</code> auch bei inneren Klassen möglich</li> <li>◊ Kann nur auf Klassenmethoden und -attribute zugreifen</li> <li>◊ Erzeugung ohne Objekt möglich z.B.: <code>X.Y a = new X.Y();</code></li> </ul> </li> </ul> |

## 15 Konversionen

|          |                                                                                                                                                                                                       |
|----------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Implizit | <ul style="list-style-type: none"><li>▷ Immer möglich, wenn kein Informationsverlust entstehen kann</li><li>▷ z.B.: kleinerer Datentyp in größeren</li></ul>                                          |
| Explizit | <ul style="list-style-type: none"><li>▷ Meist Informationsverlust</li><li>▷ Durchführung durch Angabe des Datentyps in Klammern davor</li><li>▷ z.B.: <code>int i = (int)testDouble;</code></li></ul> |

## 16 Methoden

|                 |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         |
|-----------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Methodenaufbau  | <ul style="list-style-type: none"><li>▷ Modifier Rückgabewert Identifier (Parameterliste) {Anweisung}</li><li>▷ Alles vor den Anweisung: Methodenkopf (Head)</li><li>▷ Alles in den geschweiften Klammern: Methodenrumpf (Body)</li><li>▷ z.B.: <code>public void setX (int x) {this.x = x;}</code> (Objektmethode)</li><li>▷ z.B.: <code>public static void setY (int y) {this.y = y;}</code> (Klassenmethode)</li><li>▷ <code>this.x</code> steht hier für das Objektattribut und nicht den Parameter</li></ul>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       |
| Ausführung      | <ul style="list-style-type: none"><li>▷ Objektmethoden: <code>myObject.setX(2);</code></li><li>▷ Klassenmethoden: <code>MyClass.setY(2);</code></li></ul>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               |
| return          | <ul style="list-style-type: none"><li>▷ Wird für Rückgabe bei Methoden mit Rückgabewert benötigt</li></ul>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              |
| Abstraktion     | <ul style="list-style-type: none"><li>▷ <b>abstract</b> vor Modifier (z.B.: <b>public</b>)</li><li>▷ Abstrakte Methoden haben keinen Methodenrumpf</li></ul>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            |
| Parameter       | <ul style="list-style-type: none"><li>▷ Parameterliste in Definition: Formale Parameter</li><li>▷ Parameterliste bei Methodenaufruf: Aktuelle Parameter<ul style="list-style-type: none"><li>◊ Kommt von actual ⇒ tatsächlich, vorliegend</li></ul></li><li>▷ Verhalten bei Referenzen:<ul style="list-style-type: none"><li>◊ Kopie der Adresse des Objekts bei Initialisierung des formalen durch aktuellen Parameter</li></ul></li><li>▷ Variable Parameterzahl:<ul style="list-style-type: none"><li>◊ <code>void m (double... args) {...}</code></li><li>◊ Drei Punkte deuten variable Parameteranzahl an</li><li>◊ Compiler macht aus den übergebenen Werten selbstständig ein Array</li><li>◊ Ermöglicht variable Anzahl von Werten (1.42, 2.7)</li><li>◊ z.B.: Funktion, die das Maximum von übergebenen Variablen bestimmt</li></ul></li></ul> |
| Signatur        | <ul style="list-style-type: none"><li>▷ Besteht aus Identifier und Parameterliste</li><li>▷ Eine Klasse kann keine zwei Methoden mit derselben Signatur haben</li></ul>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |
| Klassenmethoden | <ul style="list-style-type: none"><li>▷ Wird mithilfe von <b>static</b> zwischen Modifier und Rückgabewert definiert</li><li>▷ Klassenmethoden werden über den Klassennamen aufgerufen</li><li>▷ <b>Nicht erlaubt:</b> Lesen und Schreiben von Objektmethoden und -Attributen</li><li>▷ <b>Nicht erlaubt:</b> Objektmethoden aufrufen</li><li>▷ <b>Erlaubt:</b> Klassenattribute lesen und schreiben</li><li>▷ <b>Erlaubt:</b> Klassenmethoden aufrufen</li><li>▷ Workaround: Objekt als Parameter übergeben</li><li>▷ <b>static</b>-Import funktioniert auch bei Klassenmethoden</li><li>▷ Die Implementation wird hier durch den statischen Typ bestimmt</li></ul>                                                                                                                                                                                    |

## 17 Optional (java.lang.Optional;)

|               |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          |
|---------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Informationen | <ul style="list-style-type: none"> <li>▷ Objekt der Klasse <code>Optional</code> kapselt ein Objekt seines Typparameters ein</li> <li>▷ Bietet bequemen Umgang mit der Möglichkeit, dass eine Referenz <code>null</code> ist</li> </ul>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  |
| Methoden      | <ul style="list-style-type: none"> <li>◊ <code>ofNullable</code> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Bekommt ein Objekt oder <code>null</code> übergeben und kapselt dieses ein</li> <li>- Gibt ein Objekt der Klasse <code>Optional</code> zurück</li> </ul> </li> <li>◊ <code>get</code> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Liefert das eingekapselte Objekt zurück</li> <li>- Falls <code>null</code>: <code>NoSuchElementException</code></li> </ul> </li> <li>◊ <code>orElseGet</code> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Zurückerlieferung eines anderen Wertes vom Typparameter, falls <code>null</code></li> <li>- Formaler Parameter: <code>java.util.function.Supplier</code>;</li> </ul> </li> <li>◊ <code>ifPresent</code> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Ausführung des Parameters, falls Objekt vorhanden (nicht <code>null</code>)</li> <li>- Formaler Parameter: <code>java.util.function.Consumer</code>;</li> <li>- z.B.: <code>opt1.ifPresent(x -&gt; {System.out.print(x);})</code>;</li> <li>- z.B.: Falls <code>opt1</code> ein Objekt einkapselt, wird es ausgegeben</li> </ul> </li> <li>◊ <code>map</code> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Abbildung basierend auf Parameter</li> <li>- z.B.: <code>Optional&lt;Number&gt; opt2 = opt1.map(x -&gt; x * x)</code>;</li> <li>- z.B.: Hier <code>opt2</code> auch <code>null</code>, da <code>opt1 == null</code></li> </ul> </li> <li>◊ <code>filter</code> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Liefert <code>Optional</code> vom selben generischen Typ zurück</li> <li>- Formaler Parameter: <code>java.util.function.Predicate</code>;</li> <li>- Filter <code>true</code>: Neues <code>Optional</code>-Objekt mit selbem Kapselinhalt</li> <li>- Filter <code>false</code>: Leeres <code>Optional</code>-Objekt wird zurückgegeben</li> <li>- z.B.: <code>Optional&lt;Number&gt; opt3 = opt1.filter(x -&gt; x + 2 == 1)</code>;</li> <li>- Gibt selbes Objekt zurück, falls Gleichung erfüllt</li> </ul> </li> </ul> |
| Beispiel      | <ul style="list-style-type: none"> <li>▷ <code>Optional&lt;Number&gt; opt1 = Optional.ofNullable(null)</code>;</li> <li>▷ <code>Number n1 = opt1.get()</code>; // <code>NoSuchElementException</code></li> <li>▷ <code>Number n2 = opt1.orElseGet(() -&gt; 0)</code>; // Falls <code>null -&gt; 0</code></li> </ul>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      |

## 18 Packages und Zugriffsrechte

|                |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     |
|----------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Package        | <ul style="list-style-type: none"> <li>▷ Zusammenfassung von mehreren Dateien</li> <li>▷ Wird zur Gruppierung von ähnlichen Funktionalitäten verwendet</li> <li>▷ Ermöglicht selbe Dateinamen in unterschiedlichen Packages</li> <li>▷ Bestehen nur aus Kleinbuchstaben</li> <li>▷ Am Anfang der Quelldatei: <code>package mypackage</code>;</li> <li>◊ Datei gehört damit zum Package <code>mypackage</code></li> <li>◊ <code>mypackage</code> wird automatisch importiert</li> </ul>                                                                                                                                                              |
| Import         | <ul style="list-style-type: none"> <li>▷ <code>import package.*</code>;</li> <li>▷ <code>*</code> steht für alle Definitionen aus <code>package</code></li> <li>▷ <code>*</code> importiert aber nicht die Inhalte von Subpackages</li> <li>▷ Import-Anweisungen müssen immer am Anfang des Quelltextes stehen</li> <li>▷ Durch Importanweisungen sind Teile danach nur noch mit Namen ansprechbar</li> <li>▷ Wichtigstes Package: <code>java.lang.*</code> (automatisch importiert)</li> <li>▷ Konstanten: <code>import static java.lang.Math.PI</code>;</li> <li>◊ Ermöglicht Schreiben von <code>PI</code> statt <code>Math.PI</code></li> </ul> |
| Zugriffsrechte | <ul style="list-style-type: none"> <li>▷ Klassen/Enum: nur <code>public</code> oder nichts</li> <li>◊ Nur eine Klasse darf <code>public</code> sein (Damit auch Dateiname)</li> <li>▷ <code>private</code>: Zugriff innerhalb der Klasse</li> <li>▷ Keine Angabe: <code>private</code> + im Package</li> <li>▷ <code>protected</code>: Keine Angabe + in allen Subklassen</li> <li>▷ <code>public</code>: <code>protected</code> + an jeder Import-Stelle</li> </ul>                                                                                                                                                                                |

## 19 Programme und Prozesse

|                        |                                                                                                                                                                                                                  |
|------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Quelltest              | ▷ z.B. selbst geschriebener Java-Code                                                                                                                                                                            |
| Java-Bytecode          | ▷ Wird durch Übersetzung des Java-Quelltextes erzeugt                                                                                                                                                            |
| Programm               | ▷ Sequenz von Informationen                                                                                                                                                                                      |
| Aufruf eines Programms | ▷ Starten eines Prozesses, der die Anweisungen des Programmes abarbeitet                                                                                                                                         |
| Prozesse               | ▷ CPU besteht aus mehreren Prozessorkernen<br>▷ Mehrere Prozesse laufen dementsprechend parallel<br>▷ Allerdings bearbeitet jeder Kern nur einen Prozess gleichzeitig (sehr kurz)<br>◇ Illusion von Multitasking |

## 20 Random (java.util.Random;)

|            |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           |
|------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Verwendung | ▷ Erzeugung eines neuen Objekts<br>◇ <code>Random random = new Random();</code><br>▷ Zahlenerzeugung mithilfe von:<br>◇ <code>random.nextInt();</code><br>◇ <code>random.nextLong();</code><br>◇ <code>random.nextFloat();</code><br>◇ <code>random.nextDouble();</code><br>▷ Bei <code>float</code> und <code>double</code> : Zwischen 0 und 0.1<br>▷ Bei <code>int</code> und <code>long</code> : Zahl aus Wertebereich |
| Methoden   | ▷ <code>nextInt(), nextDouble(), ...</code><br>◇ Generierung von Zufallszahlen<br>▷ <code>ints(), longs(), doubles()</code><br>◇ Liefern jeweils Stream mit zufälligen Zahlen zurück<br>◇ In diesem Fall unendliche Länge<br>◇ Werden in Verbindung mit <code>IntStreams</code> (etc..) verwendet                                                                                                                         |

## 21 Schleifen, if, switch

|                   |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        |
|-------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| while-Schleife    | ▷ <code>while (Bedingung) {Anweisung;}</code><br>▷ Schleife wird ausgeführt, solange die Bedingung wahr ist<br>▷ <code>{}</code> kann bei einzelner Anweisung auch weggelassen werden                                                                                                                                                                                                  |
| do-while-Schleife | ▷ <code>do {Anweisung;} while (Bedingung);</code><br>▷ Anweisungsblock wird immer mindestens einmal ausgeführt                                                                                                                                                                                                                                                                         |
| for-Schleife      | ▷ <code>for (Anweisung davor; Bedingung; Anweisung danach) {Anweisung}</code><br>▷ z.B.: <code>for (int i = 0; i &lt; 10; i++) {...}</code><br>◇ Zehnmalige Ausführung der Anweisung<br>▷ Kurzform: <code>for (Position p : positions) {}</code><br>◇ (Komponententyp Identifier : ArrayName)                                                                                          |
| if-Anweisung      | ▷ <code>if (Bedingung) {...}</code><br>◇ Führt den Code in der Anweisung nur aus, falls die Bedingung erfüllt ist<br>▷ <code>if (Bedingung) {} else {}</code><br>◇ Code, der ausgeführt wird, falls Bedingung nicht erfüllt ist                                                                                                                                                        |
| switch-Anweisung  | ▷ Abfrage von mehreren Fällen<br>▷ <code>switch (i) { case 2: ... break; case 3: ... break; default: ... }</code><br>▷ <code>break</code> ; Ohne <code>break</code> , geht es mit der Anweisung für den nächsten Fall weiter<br>▷ Keine Variablen als Abfragen für Fälle / kein Ausdruck, nur EIN Wert<br>▷ <code>default</code> wird dann ausgeführt, wenn kein anderer Fall eintritt |

## 22 Streams (java.util.stream.Stream;)

|                          |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           |
|--------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Information              | <ul style="list-style-type: none"> <li>▷ Generisches Interface <b>Stream</b></li> <li>▷ Einheitliche Schnittstelle für Listen, Arrays, Dateien</li> <li>▷ Relevante Kapitel: <b>Optional</b></li> </ul>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   |
| Methodenzusammenfassung  | <ul style="list-style-type: none"> <li>▷ filter, map, max, of</li> <li>▷ <b>filter</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>◊ Liefert Stream vom selben generischen Typ zurück</li> <li>◊ Formaler Parameter: <code>java.util.function.Predicate</code>;</li> </ul> </li> <li>▷ <b>map</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>◊ Liefert Stream von evtl. anderem Typparameter zurück</li> <li>◊ Dieser Typ ist abhängig vom aktuellen Parameter</li> <li>◊ Formaler Parameter: <code>java.util.function.Function</code>;</li> </ul> </li> <li>▷ <b>max</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>◊ Liefert nur einzelnes Element zurück abhängig vom <b>Comparator</b></li> </ul> </li> <li>▷ <b>of</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>◊ Dient der direkten Erzeugung von Streams</li> <li>◊ Beliebige Anzahl an Parametern des Typparameters</li> <li>◊ Rückgabe eines Streams mit diesen Elementen</li> <li>◊ z.B.: <code>Stream&lt;Number&gt;.of(new Integer(2), new Integer(3));</code></li> </ul> </li> <li>▷ <b>reduce</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>◊ Erstellt aus allen Elementen des Streams ein einzelnes Ergebnis</li> <li>◊ Durch sukzessiven Aufruf der Funktion im aktuellen Parameter</li> <li>◊ z.B.: <code>String fileContent = stream.reduce(String::concat);</code></li> </ul> </li> </ul> |
| Stream aus Liste         | <ul style="list-style-type: none"> <li>▷ <code>List&lt;Number&gt; list = new LinkedList&lt;Number&gt;();</code> // Erstellt Liste</li> <li>▷ <code>Stream&lt;Number&gt; stream1 = list.stream();</code> <ul style="list-style-type: none"> <li>◊ Liefert Stream vom selben generischen Typ</li> <li>◊ Methode der Klasse List</li> </ul> </li> <li>▷ <code>... stream1.filter(myPred);</code> // Anwenden eines Filter</li> <li>▷ <code>... stream1.map(myFct);</code> // Anwenden einer Abbildung</li> <li>▷ <code>Optional&lt;Number&gt; opt = stream.max(new MyComp());</code> <ul style="list-style-type: none"> <li>◊ Hier <b>Optional</b>, da der Stream auch leer sein kann</li> </ul> </li> <li>▷ Methoden wie <b>filter</b> und <b>map</b> werden <b>intermediate operations</b> genannt</li> <li>▷ Methoden wie <b>max</b> werden <b>terminal operations</b> genannt</li> <li>▷ Zusammenfassung dieser Operationen möglich:</li> <li>▷ <code>... = list.stream().filter(myPred).map(myFct).max(new MyComp());</code></li> </ul>                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |
| Stream aus Array         | <ul style="list-style-type: none"> <li>▷ <code>Number[] a = new Number[100];</code> // Erstellt Array</li> <li>▷ <code>Stream&lt;Number&gt; stream1 = Arrays.stream(a);</code> // Erzeugt Stream <ul style="list-style-type: none"> <li>◊ Aufruf der Arrays-Klassenmethoden <code>stream(Array a)</code></li> </ul> </li> </ul>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           |
| Iterator                 | <ul style="list-style-type: none"> <li>▷ <code>Iterator iter = stream.iterator();</code> // Erzeugt Iterator Objekt</li> <li>▷ <code>iter.hasNext()</code> // Verwendung als Abbruchbedingung</li> <li>▷ <code>iter.next()</code> // Zum Fortschreiten im Iterator</li> </ul>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             |
| Liste aus Stream         | <ul style="list-style-type: none"> <li>▷ <code>List&lt;String&gt; list = stream.collect(Collectors.toList());</code> <ul style="list-style-type: none"> <li>◊ <b>Collectors</b> besitzt viele Klassenmethoden zur Verarbeitung von Streams</li> <li>◊ <code>toList()</code> liefert das generische Interface <b>Collector</b></li> </ul> </li> </ul>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      |
| Array aus Stream         | <ul style="list-style-type: none"> <li>▷ <code>Number[] a = stream.toArray(Number[]::new);</code></li> <li>▷ Art der Erzeugung abhängig vom Parameter</li> <li>▷ Parameter: Siehe Methodennamen als Lambda-Ausdrücke</li> </ul>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           |
| Int-/Long-/DoubleStreams | <ul style="list-style-type: none"> <li>▷ Methoden sind genau diesselben wie bei normalen Streams</li> <li>▷ z.B.: <code>IntStream stream1 = IntStream.of(1,2,3);</code></li> <li>▷ Nutzen der Klasse <b>Random</b> für unendlichen Stream mit Zufallszahlen <ul style="list-style-type: none"> <li>◊ <code>IntStream stream1 = new Random().ints();</code></li> </ul> </li> </ul>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         |

## 23 String (java.lang.String)

|               |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                |
|---------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Eigenschaften | <ul style="list-style-type: none"> <li>▷ Sonderrolle, da Klasse, aber trotzdem Literale in Java</li> <li>▷ Zeichenketten, die aus allen möglichen chars bestehen</li> </ul>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |
| Methoden:     | <ul style="list-style-type: none"> <li>▷ <code>String str = "Hello World";</code> <ul style="list-style-type: none"> <li>◊ <code>str.length;</code> // 11</li> <li>◊ <code>str.charAt(2);</code> // e</li> <li>◊ <code>str.indexOf('e');</code> // 2</li> <li>◊ <code>str.matches("He.+rld");</code> // true</li> </ul> </li> <li>.+ ⇒ . als Platzhalter für beliebiges Zeichen, + erlaubt Wiederholung<br/>⇒ Regular Expression</li> <li>◊ <code>String str 2 = str.concat("b");</code> // Anhängen</li> <li>◊ <code>String str 2 = str1 + "b";</code> // Kurzform</li> </ul> |

## 24 Syntax

|                 |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        |
|-----------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Keywords        | <ul style="list-style-type: none"> <li>▷ Können nur an bestimmten Stellen im Code stehen</li> <li>▷ z.B. <code>class</code>, <code>import</code>, <code>public</code>, <code>while</code>,...</li> </ul>                                                                                                                                                                                                                                                                                               |
| Identifier      | <ul style="list-style-type: none"> <li>▷ Namen für Klassen, Variablen, Methoden,...</li> <li>▷ Erstes Zeichen darf keine Ziffer sein</li> <li>▷ Keine Keywords als Identifier ▷ Identifier sind case-sensitive</li> </ul>                                                                                                                                                                                                                                                                              |
| Konventionen    | <ul style="list-style-type: none"> <li>▷ Variablen / Methoden beginnen mit Kleinbuchstaben (<code>testInt</code>)</li> <li>▷ Klassen beginnen mit Großbuchstaben (<code>testClass</code>)</li> <li>▷ Wortanfänge im Inneren mit Großbuchstaben</li> <li>▷ Konstanten bestehen aus <code>_</code> und Großbuchstaben (<code>CENTS_PER_EURO</code>)</li> <li>▷ Packagenamen nur aus Kleinbuchstaben und <code>_</code> bei unzulässigen Zeichen</li> </ul>                                               |
| Kommentare      | <ul style="list-style-type: none"> <li>▷ <code>//</code> Einzelne Zeile</li> <li>▷ <code>/*...*/</code> Mehrere Zeilen</li> <li>▷ <code>/**...*/</code> Erzeugung von Javadoc</li> </ul>                                                                                                                                                                                                                                                                                                               |
| Javadoc         | <ul style="list-style-type: none"> <li>▷ Erzeugung mithilfe von <code>/**</code> und Enter</li> <li>▷ Bei Methodenköpfen: <ul style="list-style-type: none"> <li>◊ <code>@param x the dividend</code></li> <li>◊ <code>@return x divided by x</code></li> <li>◊ <code>@throws class IndexOutOfBoundsException if c is not an int</code></li> </ul> </li> <li>▷ Bei Quelldateien: <ul style="list-style-type: none"> <li>◊ <code>@author</code></li> <li>◊ <code>@version</code></li> </ul> </li> </ul> |
| Rechtsausdrücke | <ul style="list-style-type: none"> <li>▷ Haben Typ und Wert</li> <li>▷ z.B.: <code>2*3+1</code></li> </ul>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             |
| Linksausdrücke  | <ul style="list-style-type: none"> <li>▷ Verweisen auf Speicherstellen</li> <li>▷ z.B.: <code>int n</code></li> </ul>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  |

## 25 Threads

|                    |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      |
|--------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Interface Runnable | <ul style="list-style-type: none"> <li>▷ Aus Package <code>java.lang</code></li> <li>▷ Enthält den Inhalt des parallel laufenden Prozesses</li> <li>▷ <b>Functional Interface</b> mit funktionaler Methode <code>run</code></li> <li>▷ Funktionsweise: <ul style="list-style-type: none"> <li>◊ Erstellung einer Klasse, die das Interface <b>Runnable</b> implementiert</li> <li>◊ Implementierung der funktionalen Methode <code>run</code> <ul style="list-style-type: none"> <li>- <code>public void run() {...}</code></li> </ul> </li> <li>◊ Erzeugung eines Objekts unserer Klasse <ul style="list-style-type: none"> <li>- z.B.: <code>Runnable runnable = new MyRunnable(...);</code></li> </ul> </li> <li>◊ Erzeugung eines Thread-Objekts mithilfe unseres <code>runnable</code> <ul style="list-style-type: none"> <li>- <code>new Thread(runnable).start();</code></li> </ul> </li> <li>◊ Der Thread wird dadurch auch gestartet</li> </ul> </li> </ul> |
|--------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|



|                              |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  |
|------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Klasse Thread                | <ul style="list-style-type: none"> <li>▷ Aus Package <code>java.lang</code></li> <li>▷ <b>Thread</b> organisiert einen parallel laufenden Prozess</li> <li>▷ Methoden: <ul style="list-style-type: none"> <li>◊ <code>static currentThread</code> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Keine Parameter</li> <li>- Liefert den <b>Thread</b> in dem die Methode aufgerufen wurde</li> </ul> </li> <li>◊ <code>dumpStack</code> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Schreiben den CallStacks auf <code>System.err</code></li> </ul> </li> <li>◊ <code>static getAllStackTraces</code> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Liefert die CallStacks aller <b>Threads</b> als Map</li> </ul> </li> <li>◊ <code>getId</code> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Jeder <b>Thread</b> besitzt eine ID von Typ <code>long</code></li> <li>- Diese ID ist einmalig und bleibt gleich</li> </ul> </li> <li>◊ <code>getName</code> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Abfrage des nicht einmaligen Namens</li> </ul> </li> <li>◊ <code>getPriority; setPriority</code> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Jeder <b>Thread</b> besitzt eine Priorität</li> <li>- Anfangs gesetzt und dauernd beschränkt durch Klassenkonstanten</li> </ul> </li> <li>◊ <code>static sleep</code> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Anhalten des <b>Threads</b> für übergebene Pause (<code>long</code>)</li> </ul> </li> <li>◊ <code>getState</code> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Gibt den Status des <b>Threads</b> aus</li> </ul> </li> </ul> </li> </ul> |
| Threads und Streams          | <ul style="list-style-type: none"> <li>▷ Verknüpfung zweier <b>Threads</b> mithilfe von <code>PipedInput(OutputStream)</code></li> <li>▷ z.B.: Ungefähre Vorhergehensweise: <ul style="list-style-type: none"> <li>◊ Erzeugung beider Streams: (Beachten von <code>try-catch</code>): <ul style="list-style-type: none"> <li>- <code>PipedOutputStream out = new PipedOutputStream();</code></li> <li>- <code>PipedInputStream in = new PipedInputStream(out);</code></li> </ul> </li> <li>◊ Implementieren einer schreibenden <b>Runnable</b>-Klasse <ul style="list-style-type: none"> <li>- z.B.: Schreiben von zufälligen Zahlen auf <code>out</code></li> </ul> </li> <li>◊ Erstellen des <b>Threads</b>: <ul style="list-style-type: none"> <li>- <code>Runnable runnable = new MyWriteRunnable(out);</code></li> <li>- <code>new Thread(runnable).start();</code></li> </ul> </li> <li>◊ Lesen mithilfe in der geschriebenen Daten</li> </ul> </li> <li>⇒ Zwei verbundene Streams, einer schreibt, der andere liest</li> </ul>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            |
| Interferierende Threads      | <ul style="list-style-type: none"> <li>▷ Reihenfolge der Zugriffe, bei Zugriff auf die selbe Ressource, ungewiss</li> <li>▷ z.B.: Gleichzeitiges Schreiben auf <code>StdOut // Standard Out → System.out</code></li> </ul>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       |
| Thread terminieren           | <ul style="list-style-type: none"> <li>▷ Beispiel: <ul style="list-style-type: none"> <li>◊ Einfügen einer Boolean-Variable in dazugehöriger <b>Runnable</b>-Klasse</li> <li>◊ Ausführung von <code>run()</code> solange diese <code>false</code> ist</li> <li>◊ Setzen der Variable auf <code>true</code>, wenn terminiert werden soll</li> </ul> </li> <li>▷ Sobald die Methode <code>run</code> beendet ist, terminiert der <b>Thread</b></li> <li>▷ Andere Umsetzung: <ul style="list-style-type: none"> <li>◊ Einfügen einer <code>terminate()</code>-Methode in die <b>Runnable</b>-Klasse</li> <li>◊ Diese setzt z.B. die oben implementierte Variable auf <code>true</code></li> <li>◊ Zugriff auf diese Methode über das erzeugte <b>Runnable</b>-Objekt</li> </ul> </li> </ul>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         |
| Gründe für Threads           | <ul style="list-style-type: none"> <li>▷ Parallelisierung <ul style="list-style-type: none"> <li>◊ Aufteilung der Arbeitslast</li> <li>◊ Oft jedoch nicht schneller, sondern langsamer</li> </ul> </li> <li>▷ Abspaltung von eigenständigen Programmteilen <ul style="list-style-type: none"> <li>◊ Starten und Vergessen</li> </ul> </li> </ul>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |
| Parallelisierung von Streams | <ul style="list-style-type: none"> <li>▷ Bereits implementiert, automatische, effiziente Aufteilung</li> <li>▷ Methode <code>parallelStream()</code> <ul style="list-style-type: none"> <li>◊ Kann, aber muss nicht, aufteilen</li> <li>◊ Liefert den selben Stream als Rückgabotyp zurück</li> <li>◊ bequeme Möglichkeit zur Verarbeitung großer Datenmengen</li> </ul> </li> </ul>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             |

## 26 Vererbung

|                   |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              |
|-------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Zweck             | ▷ Weitergabe von allen Methoden und Attributen                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               |
| Verwendung        | ▷ <code>public class MySubClass extends MyClass {}</code>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |
| Konstruktor       | ▷ Aufruf des Konstruktors der Superklasse mithilfe von <code>super(Parameter);</code><br>▷ Dieser Aufruf erfolgt im Konstruktor der Subklasse<br>▷ z.B.: <code>public MySubClass (int x) { super(x);&lt;v&gt;</code>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         |
| Overwrite         | ▷ Methoden in Subklassen können auch neu geschrieben werden <ul style="list-style-type: none"> <li>◊ Die Implementation der Superklasse wird sozusagen überschrieben</li> </ul> ▷ Selber Name und Parameterliste notwendig<br>▷ Signatur der Methoden muss identisch sein <ul style="list-style-type: none"> <li>◊ Die anderen Bestandteile können variieren:</li> <li>◊ Zugriffsrechte dürfen in abgeleiteter Klasse erweitert sein</li> <li>◊ <code>private</code> → <code>ε</code> → <code>protected</code> → <code>public</code></li> <li>◊ Bei Referenztypen Rückgabetyt durch Subtyp ersetzbar</li> <li>◊ Exceptionklassen durch Subtypen ersetzbar</li> </ul> ▷ Aufruf der überschriebenen Methode mit <code>super.m();</code><br>▷ Exceptions: <ul style="list-style-type: none"> <li>◊ Exception Klasse darf durch Subtyp ersetzt werden</li> </ul> |
| Overload          | ▷ Methoden mit selbem Bezeichner, aber unterschiedlicher Parameterliste<br>▷ Die Methode wird überladen<br>▷ Konstruktoren kann man auch überladen <ul style="list-style-type: none"> <li>◊ Für manche Werte werden dann Standardwerte gesetzt</li> <li>◊ Anderer Konstruktor auch in Konstruktor aufrufbar (<code>this(1);</code>)</li> </ul> ▷ Alle Methoden einer Klasse müssen unterschiedliche Signatur haben                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           |
| Subtypen          | ▷ Abgeleitete Klassen / Interfaces ( <b>extends</b> )<br>▷ Überall wo ein Referenztyp (Supertyp) erwartet wird: <ul style="list-style-type: none"> <li>◊ Verwendung eines Objekts eines Subtyps möglich               <ul style="list-style-type: none"> <li>in Zuweisung an Variable</li> <li>als Parameterwert</li> <li>als Rückgabewert</li> </ul> </li> </ul>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            |
| Statischer Typ    | ▷ Der Typ, mit dem Referenz definiert wird<br>▷ Statischer Typ unveränderlich mit Referenz verknüpft ⇒ statisch<br>▷ z.B.: <code>X a = new Y();</code> ⇒ <code>X</code> hier statischer Typ<br>▷ <b>Entscheidet</b> , auf welche Attribute/Methoden zugegriffen werden darf <ul style="list-style-type: none"> <li>◊ Müssen im statischen Typ vorhanden sein (definiert oder ererbt)</li> </ul>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              |
| Dynamischer Typ   | ▷ Der Typ des Objekts einer Referenz, auf das diese Referenz<br>▷ Muss gleich dem statischen Typ oder ein Subtyp des statischen Typs sein<br>▷ Kann sich beliebig häufig ändern ⇒ dynamisch<br>▷ z.B.: <code>X a = new Y();</code> ⇒ <code>Y</code> hier dynamischer Typ<br>▷ <b>Entscheidet</b> , welche Implementation der Methode aufgerufen wird                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         |
| Downcast          | ▷ <code>if (y instanceof X) {...}</code> <ul style="list-style-type: none"> <li>◊ Gibt <code>true</code> zurück, falls <code>y</code> (Variable von Referenztyp) gleich dem Typen von <code>X</code> oder ein Subtyp von <code>X</code> ist</li> </ul> ▷ Downcast <ul style="list-style-type: none"> <li>◊ Vorherige Überprüfung mit <code>isinstanceof</code></li> <li>◊ Ermöglicht z.B.: <code>X z;</code><br/> <code>z = (X) y;</code> <ul style="list-style-type: none"> <li>◊ <b>Warum?</b> Zugriff auf Funktionen, die nicht im statischen Typ existieren</li> </ul> </li> </ul>                                                                                                                                                                                                                                                                       |
| Garbage Collector | ▷ Teil des Laufzeitsystems<br>▷ Wird selbstständig aufgerufen, um Objekte ohne Referenz zu löschen<br>▷ Kann zwecks Laufzeitoptimierung konfiguriert werden                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  |

## 27 Anhang: Interne Zahlendarstellung

### Ganze Zahlen

|                                     |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       |
|-------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Ganzzahlige Datentypen              | <ul style="list-style-type: none"> <li>▷ <b>byte</b>     8 Bits</li> <li>▷ <b>short</b>    16 Bits</li> <li>▷ <b>int</b>       32 Bits</li> <li>▷ <b>long</b>      64 Bits</li> </ul>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |
| Binärdarstellung                    | <ul style="list-style-type: none"> <li>▷ <b>Nicht</b>-negative Zahlen: <ul style="list-style-type: none"> <li>◊ Führendes Bit = <b>null</b></li> </ul> </li> <li>▷ Negative Zahlen: <ul style="list-style-type: none"> <li>◊ Führendes Bit = <b>eins</b></li> </ul> </li> <li>▷ Führendes Bit auch <b>Vorzeichenbit</b> genannt</li> <li>▷ Größte darstellbare Zahl: <math>2^{N-1} - 1</math> // Jedes Bit außer dem Ersten gesetzt</li> </ul>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        |
| Umwandlung nicht-negativ in Dezimal | <ul style="list-style-type: none"> <li>▷ Veranschaulichung am Datentyp <b>byte</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>◊ <b>byte</b> maximal 127, deswegen reichen Zehnerpotenzen bis 100</li> </ul> </li> <li>▷ Vorhergehensweise: (Beispiel 01101101 / 109) <ul style="list-style-type: none"> <li>◊ <math>01101101_2 / 01100100_2 = 00000001_2 \rightarrow "1?"</math> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Ganzzahlige Division der Zahl durch 100 <math>\rightarrow</math> 1 Rest 9</li> </ul> </li> <li>◊ <math>01101101_2 \% 01100100_2 = 00001001_2</math> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Rest der vorherigen Division <math>\rightarrow</math> 9</li> </ul> </li> <li>◊ <math>00001001_2 / 00001010_2 = 00000000_2 \rightarrow "10?"</math> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Teilen durch 2.höchste Zehnerpotenz (<math>10^1</math>) <math>\rightarrow</math> 0</li> </ul> </li> <li>◊ <math>00001001_2 \% 00001010_2 = 00001010_2</math> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Rest der vorherigen Division <math>\rightarrow</math> 9</li> </ul> </li> <li>◊ <math>00001001_2 / 00000001_2 = 00001001_2 \rightarrow "109"</math> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Teilen durch kleinste Zehnerpotenz (<math>10^0</math>) <math>\rightarrow</math> 9</li> <li>- Teilen durch 1 natürlich überflüssig</li> </ul> </li> </ul> </li> </ul> |
| Unicode-Kodierung                   | <ul style="list-style-type: none"> <li>▷ Darstellung der Dezimalziffern: <ul style="list-style-type: none"> <li>◊ Setzen des 16er und 32er Bits auf 1</li> <li>◊ Also Addieren von 48</li> <li>◊ Bereich der Zahlenwerte: 48 – 57</li> </ul> </li> </ul>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              |
| Umwandlung Dezimal in Datentyp      | <ul style="list-style-type: none"> <li>▷ Jede Zeichen der Zahl (z.B. 3856) stellt ja eine <b>char</b>-Zahl dar <ul style="list-style-type: none"> <li>◊ Subtrahieren von 48 (siehe Unicode Kodierung)</li> <li>◊ Multiplikation mit dazugehöriger Zehnerpotenz</li> <li>◊ Addieren der einzelnen Werte</li> </ul> </li> <li>▷ Schleife über Zehnerpotenzen, so oft wie die Zahl Ziffern enthält</li> </ul>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            |
| Negative Zahlen (Zweierkomplement)  | <ul style="list-style-type: none"> <li>▷ Umwandlung von positiv nach negativ: <ul style="list-style-type: none"> <li>◊ Binärdarstellung der positiven Zahl</li> <li>◊ Umdrehen aller Bits (1-Komplement)</li> <li>◊ Addieren einer 1 (2-Komplement)</li> <li>◊ Auch rückwärts anwendbar</li> </ul> </li> <li>▷ Zweierkomplement ermöglicht einfache Darstellung der 0 (0000)</li> <li>▷ Zweierkomplement ermöglicht einfache Subtraktion: <ul style="list-style-type: none"> <li>◊ Setzen des Subtrahenden ins Zweierkomplement</li> <li>◊ Addieren der beide Werte</li> </ul> </li> <li>▷ Negativer Bereich ist um eins größer als Positiver</li> </ul>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              |

- ▷ Überprüfung, ob Bit gesetzt ist:

```
1 public static boolean bitIsSet(int bitArray, int position) {
2     return bitArray & (1 << position) != 0;
3 }
```

  - ◇ **bitArray**: binäre Informationsquelle, 32 Bits
  - ◇ **position**: auszulesende Stelle (31 MSB, 0 LSB)
  - ◇ **1 << position**: Verschiebt Bitmuster um **position**-viele Stellen nach links
    - Schiebt 1 damit an abzufragende Stelle
    - Linksshift-Operator füllt alles rechts mit Nullen auf
  - ◇ **&**: Bitweise **Verundung** (1, falls beide an der Stelle 1)
    - Ergibt an abzufragender Stelle genau 1, wenn **bitArray** an der Stelle auch 1
    - Alle anderen Bits werden durch neues Bitmuster auf 1 gesetzt
  - ◇ Am Ende Überprüfung mit **!= 0**
- ▷ Setzen eines einzelnen Bits:

```
1 public static int setBit(int bitArray, int position) {
2     return bitArray | (1 << position);
3 }
```

  - ◇ Selbes Verfahren wie bei der Überprüfung eines Bits
  - ◇ Diesmal allerdings mit **|**: Bitweise Veroderung
    - Setzt das Bit an der gefragten Stelle immer auf 1
- ▷ Nicht-Setzen eines einzelnen Bits:

```
1 public static int unsetBit(int bitArray, int position) {
2     return bitArray & ~(1 << position);
3 }
```

  - ◇ Selbes Verfahren wie bei der Überprüfung eines Bits
  - ◇ Diesmal allerdings mit **~**: Komplement
    - Setzt das Bit immer auf 0 aufgrund des Komplements und der Verundung

## Gebrochene Zahlen

|                              |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            |
|------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Gebrochene Zahlen            | <ul style="list-style-type: none"> <li>▷ <code>makebox[2cm][l]float</code> 32 Bits</li> <li>▷ <code>makebox[2cm][l]double</code> 64 Bits</li> </ul>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        |
| Probleme mit Ungenauigkeiten | <ul style="list-style-type: none"> <li>▷ Umkehrrechnungen liefern nicht genau den Ausgangswert</li> <li>▷ Untergehen der kleineren Zahl bei Addition extrem unterschiedlich groSSer Zahlen</li> <li>▷ Subtraktion fast gleich groSSer Zahlen führt mglw. zu inkorrekten Bits</li> <li>▷ Ersetzen des Tests auf Gleichheit durch "ausreichend nahe beieinander"</li> </ul>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  |
| Interne Darstellung          | <ul style="list-style-type: none"> <li>▷ <code>+3.14159E17</code></li> <li>▷ <b>Vorzeichen:</b> Wird als binäre Information in einem einzelnen Bit abgespeichert</li> <li>▷ <b>Basis:</b> Im Literal zur Basis 10, intern zur Basis 2</li> <li>▷ <b>Mantisse:</b> Die Gleitkommadarstellung</li> <li>▷ <b>Exponent:</b> Hier 17, Angabe der zu multiplizierende Potenz</li> </ul>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          |
| IEEE 754                     | <ul style="list-style-type: none"> <li>▷ Standard Nr. 754 der Vereinigung von Elektrotechnikern und Informatiker <ul style="list-style-type: none"> <li>◊ Regelt die binäre Darstellung von Gleitkommazahlen</li> </ul> </li> <li>▷ <b>Vorzeichen:</b> 1 Bit, 1 bedeutet negativ</li> <li>▷ <b>Mantisse und Exponent</b> in normaler Binärdarstellung <ul style="list-style-type: none"> <li>◊ <b>float:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>- <b>Mantisse:</b> 23 Bits</li> <li>- <b>Exponent:</b> 8 Bits</li> </ul> </li> <li>◊ <b>double:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>- <b>Mantisse:</b> 52 Bits</li> <li>- <b>Exponent:</b> 11 Bits</li> </ul> </li> <li>◊ Ergibt mit dem einzelnen Bit für <b>Vorzeichen</b> die Bitanzahl</li> </ul> </li> <li>▷ <b>Unendlich und NaN:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>◊ Auftreten des Falls: <b>Exponent</b> besteht nur aus Einsen</li> <li>◊ <b>Mantisse</b> nur 0, dann <b>Unendlich</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Trotzdem vorzeichenabhängig</li> </ul> </li> <li>◊ Sonst als <b>NaN</b> (Not a Number)</li> </ul> </li> </ul> |

## 28 Anhang: Korrekte Software

### Korrektheit auf einzelnen Abstraktionsebenen

|                    |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                |
|--------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Lexikalische Ebene | <ul style="list-style-type: none"> <li>▷ Darstellung typischer Fehler im Folgenden</li> <li>▷ Rechtschreibung</li> <li>▷ Formalisierung von Regeln: <ul style="list-style-type: none"> <li>◊ Ähnliche Funktionsweise wie Grammatiken</li> <li><code>identifizier ::= «letter» «ident-char-list»</code></li> <li><code>ident-char-list ::= ε   «ident-char» «ident-char-list»</code></li> <li><code>ident-char ::= «letter»   «digit»   _   \$</code></li> <li><code>letter ::= a...z   A...Z</code></li> <li><code>digit ::= 0...9</code></li> <li>◊ <code>::=</code> Formale Definition von Sprachkonstrukten</li> <li>◊ <b>Definiendum</b> links von <code>::=</code> (Name des Konstrukts)</li> <li>◊ <b>Definiens</b> rechts von <code>::=</code> (Definierende Ausdruck)</li> <li>◊ Verwendung von <code>«...»</code> bei Verwendung eines Konstrukts bei Definition</li> <li>◊ <code> </code>: Trennt verschiedene Alternativen</li> <li>◊ <code>ε</code> steht für das leere Wort</li> <li>◊ Ableiten von korrekten <b>Identifiern</b> mithilfe dieser Grammatik</li> </ul> </li> </ul> |
|--------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|

|                          |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            |
|--------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Syntaktische Ebene       | <ul style="list-style-type: none"> <li>▷ Definition Syntax: <ul style="list-style-type: none"> <li>◊ Determiniert, ob ein Quelltext korrekt ist</li> <li>◊ Vorgegebene Regeln</li> <li>◊ Einfassen der kontextfreien Teile der Syntax in Regeln</li> <li>◊ d.h. Ignorieren aller Zusammenhänge des Quelltextes <ul style="list-style-type: none"> <li>- z.B. ob Variable typgerecht verwendet wird</li> </ul> </li> </ul> </li> <li>▷ Syntaxfehler werden meist durch <b>Compiler</b> gefunden</li> <li>▷ Korrekte Klammersetzung: <ul style="list-style-type: none"> <li>◊ Zu jeder öffnenden Klammer genau eine nachfolgende schließende Klammer</li> <li>◊ Zwei Klammerpaare immer nacheinander oder ineinander</li> </ul> </li> <li>▷ Syntaktische Konstrukte: <ul style="list-style-type: none"> <li>◊ Bildung anhand vorgegebener Struktur</li> <li>◊ z.B. for-Schleife: <code>for(..;..;..)</code> <pre>statement ::= «compound-statement»   «if-statement»   ... compound-statement ::= { «statement-sequence» } statement-sequence ::= ε   «statement» «statement-sequence»</pre> </li> <li>◊ Formale Definitionen erlauben Klärung von Detailfragen ("Darf ... leer sein?") <pre>if-statement ::= if(«condition») «statement»                   if(«condition») «statement» else «statement»</pre> </li> <li>◊ Allgemein nützlich um die Syntax von Java nachzuvollziehen</li> </ul> </li> </ul> |
| Semantische Ebene        | <ul style="list-style-type: none"> <li>▷ Definition Semantik: <ul style="list-style-type: none"> <li>◊ Tatsächlicher Effekt eines sprach korrekten Programms</li> <li>◊ Werden zur Laufzeit des Programms gefunden</li> <li>◊ Werfen einer <b>RuntimeException</b></li> </ul> </li> <li>▷ Beispiele: <ul style="list-style-type: none"> <li>◊ Teilen durch 0</li> <li>◊ Falscher <b>Array</b>-Index</li> <li>◊ Zugriff auf <b>null</b></li> </ul> </li> </ul>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              |
| Logische Ebene           | <ul style="list-style-type: none"> <li>▷ Umsetzungsfehler, Denkfehler</li> <li>▷ Fehler bei der Übertragung von eigentlich richtigen Gedanken</li> <li>▷ Beispiel: <b>off-by-one error</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>◊ Richtige Berechnung, aber um 1 "daneben"</li> </ul> </li> <li>▷ Beispiel: Wochentag zu lang <ul style="list-style-type: none"> <li>◊ z.B.: Reservierung von acht Zeichen</li> <li>◊ <b>Wednesday</b> jedoch neun Zeichen lang</li> </ul> </li> <li>▷ Logikfehler sind oft schwer zu finden</li> </ul>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  |
| Spezifikatorische Ebene  | <ul style="list-style-type: none"> <li>▷ Spezifikatorischer Fehler: Bereits der umzusetzende Gedanke war falsch</li> <li>▷ Beispiel: Jahr 2000 Problem <ul style="list-style-type: none"> <li>◊ Nicht gedacht, dass Programme bis Jahr 2000 im Dienst sind</li> </ul> </li> </ul>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          |
| Korrektheit von Software | <ul style="list-style-type: none"> <li>▷ Kein Programmabbruch durch Fehler</li> <li>▷ Termination, wenn: <ul style="list-style-type: none"> <li>◊ Aufgabe erledigt</li> <li>◊ Befehl zur Termination von auSSen</li> </ul> </li> <li>▷ Korrekte Ausgaben und Effekte</li> </ul>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            |

Korrektheit von  
Klassen

- ▷ Aufteilung in zwei Sammlungen von Aussagen:
  - ◇ **Darstellungsinvariante** von Klassen und Interfaces
    - **representation invariant**
    - Beschreibt die Darstellung der Objekte gegenüber dem Nutzer der Klasse
    - Die Sicht, die Attribute und Methoden vermitteln, die **public** sind
  - ◇ **Implementationsinvariante** von Klassen
    - **implementation invariant**
    - Analog zur Darstellungsinvariante
    - Behandelt den Teil der Klassendefinition, der nicht **public** ist
    - z.B.: Java-Kommentar in der Klassen-Quelldatei
- ▷ Umsetzungsbeispiele:
  - ◇ Attribute **private** halten
  - ◇ Zugriff auf Attribute nur über Methoden gewähren
  - ◇ Überschreibung der geerbten Methode **clone()** und **equals**
    - Falls **equals** überschrieben wird, sollte auch **hashCode** überschrieben werden
    - Anforderungen an **equals** zu finden in Dokumentation **java.lang.Object**
- ▷ Formulierung Darstellungsinvariante Beispiel:

Ein Objekt von Klasse **DMatrix** repräsentiert zu jedem Zeitpunkt seiner Lebenszeit eine Matrix von **double**; Zeilen- und Spaltenzahl sind konstant.

  - Beschreibung aller Begrenzungen, Umsetzungen, etc
- ▷ Formulierung Implementationsinvariante Beispiel:

Attribut **matrix** vom Typ **double[] []** hat als Länge die Seitenzahl und seine Komponenten haben als Länge die Spaltenzahl.  
**matrix[i][j]** ist der Eintrag in Zeile **i** und Spalte **j**.

  - **ALLE** **private**-Attribute sollten hier angesprochen werden
  - Falls nicht, sind sie auch nicht wichtig genug überhaupt zu existieren
  - Parallele Entwicklung der Implementationsinvariante und dem Projekt
- ▷ Ableitung von Klassen / Implementationen von Interfaces
  - ◇ Subtypen müssen Darstellungsinvariante einhalten
    - z.B. Methode in Subtyp muss selben Effekt auf Darstellungsinvariante haben
    - Liskov Substitution Principle
  - ◇ Implementationsinvariante muss bei **protected**-Attributen der Basisklasse übernommen werden
    - **private**-Attribute nicht relevant, unter Kontrolle der Basisklasse
  - ◇ Übernommen werden heiSSt:
    - Darf erweitert und verfeinert werden
    - **Nichts** darf zurückgenommen werden

Korrektheit von  
Subroutinen

- ▷ Subroutine als Oberbegriff für Methoden/Funktionen