

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 |

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

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

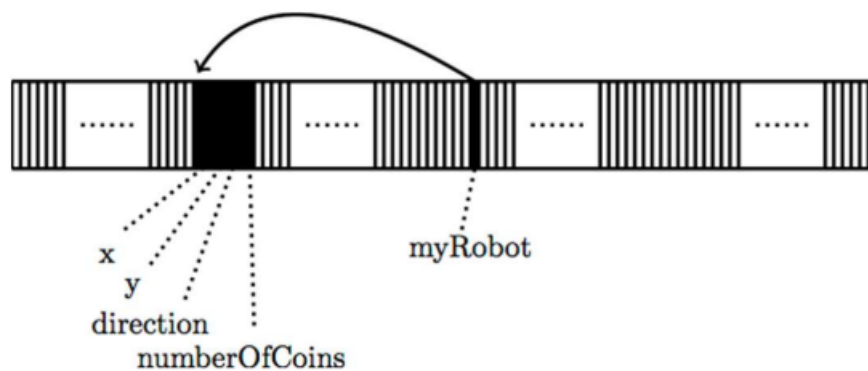
| | |
|---------------------------------------|---|
| Interface <code>List</code> | <ul style="list-style-type: none"> ▷ Erweitert das Interface <code>Collection</code> ▷ Unterschied: Definition einer Reihenfolge auf den Elementen ▷ Methoden: <ul style="list-style-type: none"> ◊ <code>indexOf</code>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

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 ▷ 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 ◊ Zählt nach jeder Anwendung hoch und verweist auf nächsten Speicher ▷ CPU verarbeitet parallel die momentane Anweisung aus Program Counter |
| Methodenausführung | ▷ Einrichtung einer Variable StackPointer bei Programmstart ▷ StackPointer enthält die Adresse des Call-Stacks ▷ Bei Methodenaufruf wird im Speicher Platz reserviert, genannt Frame ▷ Frame wird dann auf dem Call-Stack abgelegt ▷ Der StackPointer wird dann mit der Adresse des neuen Frames überschrieben ▷ Methodenaufruf vorbei: Frame wird wieder vom Call-Stack genommen ▷ StackPointer wird auf Adresse des vorherigen Frames gesetzt |
| Methodentabelle | ▷ Enthält bei Objekt die Anfangsadressen der verfügbaren Methoden |



4 Datenstrukturen

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

5 Datentypen

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

6 Exceptions (java.lang.Exception;)

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

7 Fehler

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

8 Files

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

| | |
|--|---|
| Klasse Files | <ul style="list-style-type: none"> ▷ Aus Package <code>java.nio.file</code> ▷ Nützliche Sammlung von Klassenmethoden rund um Dateien ▷ Methoden: <ul style="list-style-type: none"> ◊ <code>lines // Files.lines(path);</code> <ul style="list-style-type: none"> - Öffnet Datei an übergebenem Pfad - Liefert einen Stream von Strings, ein String pro Zeile - Zeilenende durch "<code>file.separator</code>" gekennzeichnet - <code>IOException</code>, falls Problem beim Öffnen der Datei (<code>java.io</code>) ◊ <code>exists // Files.exists(path);</code> <ul style="list-style-type: none"> - <code>true</code>, wenn es dort Datei/Verzeichnis gibt ◊ <code>isReadable(path)</code> <ul style="list-style-type: none"> - Fragt lesende Zugriffsrechte ab ◊ <code>isWritable(path)</code> <ul style="list-style-type: none"> - Fragt schreibende Zugriffsrechte ab ◊ <code>isRegularFile(path)</code> <ul style="list-style-type: none"> - <code>true</code>, falls es eine reguläre Datei ist (kein Verzeichnis) ◊ <code>isDirectory(path)</code> <ul style="list-style-type: none"> - <code>true</code>, falls es ein Verzeichnis ist ◊ <code>size(path) // long size = Files.size(path);</code> <ul style="list-style-type: none"> - Fragt die Größe der Datei ab - <code>long</code>, da die Dateigröße oft nicht in <code>int</code> passt ◊ <code>createFile(path)</code> <ul style="list-style-type: none"> - Richtet Datei an der übergebenen Stelle ein ◊ <code>copy(path1, path2)</code> <ul style="list-style-type: none"> - Kopieren von Pfad 1 nach Pfad 2 ◊ <code>move(path1, path2)</code> <ul style="list-style-type: none"> - Umbenennen einer Datei, oft auch Bewegen genannt ◊ <code>delete(path)</code> <ul style="list-style-type: none"> - Entfernen einer Datei - <code>NoSuchElementException</code>, falls nicht vorhanden ◊ <code>deleteIfExists(path)</code> <ul style="list-style-type: none"> - Falls das Objekt nicht existiert, passiert garnichts |
| Beispiel: Einlesen einer Datei in einen String | <pre> 1 String homeDir = System.getProperty("user.home"); 2 Path path = Paths.get(homeDir, "fop", "streams.txt"); 3 try (Stream<String> 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"> ▷ Direkt, ohne Bezug zu Streams ▷ Klassen und Interfaces finden sich in <code>java.io</code> ▷ Byteweise Verarbeitung sinnvoll für Audio oder Bilddateien, nicht für Text ▷ Wird aber meist durch Bibliotheken oder Ähnliches gehandhabt |
| Bytedaten lesen | <ul style="list-style-type: none"> ▷ Verwendung eines <code>InputStream</code>-Objekts ▷ <code>InputStream</code> abstrakt, deswegen nur Subtypen z.B.: <code>FileInputStream</code> <ul style="list-style-type: none"> ◊ <code>FileInputStream</code> nutzt den Namen der Datei als String im Konstruktor ▷ Methoden: <ul style="list-style-type: none"> ◊ <code>read()</code> <ul style="list-style-type: none"> - Liest nächstes Byte in ein <code>int</code> - Überprüfung, ob -1 um zu prüfen, ob Dateiende erreicht ist ▷ Beispiel: <pre> 1 FileInputStream in = new FileInputStream (fileName); 2 int n = in.read(); 3 if (n == 1) return; </pre> |

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

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

9 Graphical User Interface

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

11 Graphics (java.awt.Graphics;)

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

12 Interfaces

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

13 JUnit-Tests

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

14 Klassen

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

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

15 Konversionen

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

16 Methoden

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

17 Optional (java.lang.Optional;)

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

18 Packages und Zugriffsrechte

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

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 ▷ Mehrere Prozesse laufen dementsprechend parallel ▷ Allerdings bearbeitet jeder Kern nur einen Prozess gleichzeitig (sehr kurz) ◇ Illusion von Multitasking |

20 Random (java.util.Random;)

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

21 Schleifen, if, switch

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

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

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

23 String (java.lang.String)

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

24 Syntax

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

25 Threads

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

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

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

27 Anhang: Interne Zahlendarstellung

Ganze Zahlen

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

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

28 Anhang: Korrekte Software

Korrektheit auf einzelnen Abstraktionsebenen

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

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

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