

- trivia
- iterable bzw. interfaces allgemein

Modifier

```

abstract class // kann nicht instanziiert werden (z.B. nur als Oberklasse)
abstract method // placeholder

final var // Konstante
final method() // verhindert Override
final class // erlaubt keine Vererbung

static var // existiert nur einmal im Speicher (unabhängig von Instanzen)
static method() // können nur auf static zugreifen, unabhängig von Instanzen
static class // nur nested classes -> unabhängig von äußerer Instanz
static {} // Wird nur beim ersten Laden der Klasse aufgeführt

volatile var // wird von mehreren Threads geteilt (nicht atomar)

synchronized method() // nur ein Thread kann gleichzeitig zugreifen

```

Visibility

```

public class // überall
private class // innerhalb der Klasse
protected class // innerhalb des Paketes und in Unterklassen

```

Nested Classes

Statische Attributklasse (static nested class)

```

class Outer() {
    // attr., methods ...
    static attr; // Zugriff durch Inner möglich

    static class Inner { // abstract, final | public, protected, private
        // attr., methods ...
    }
}

public static void main() {
    Outer.Inner x = new Outer.Inner(); // aus Sicht einer dritten Klasse
    Inner x = new Inner();
}

```

- kann nur auf statische Elemente der Hüllklasse (Outer) zugreifen
- Innere Klasse kann ohne ein Obj. der Hüllklasse (Outer) instanziiert werden

Anwendung: - wenn eine Attributklasse nicht auf die Hüllklasse (non-static elements) zugreifen muss -> statisch machen - Lazy-Initialisierung

Innere Klasse (non-static nested class)

Typen: attribut, lokal, anonym

Attributklasse

```
class Innen() { // sollte private o. protected sein
    // attr., methods ...
}

public static void main() {
    Outer x = new Outer();
    Outer.Inner xi = x.new Inner();
}
```

- Für Instanziierung der Inneren Klasse ist Äußere Instanz notwendig

Lokale Klasse

- Scope einer Variable

Anonyme Klasse

- Spezialfall lokale Klasse
- muss eine Superklasse (extends) haben o. ein Interface implementieren
- Bsp: `new Type(ctor params) { {initializer} <code> } = class Tmp extends Type {}`

```
public class Anonymus {
    int val;

    public Anonymus( int i ) {
        val = i;
    }

    void print() {
        System.out.println( "val = " + val );
    }
}

new Anonymus(2).print();
```

```

new Anonymus(3) { // = class Tmp extends Anonymus {}
    final int k;

    { k = 7; }
    void print() {
        System.out.println("Anonym: " + k);
    }
}.print();

```

Initialisierung

Static Initialisierung

```

public static final String NAME = "Init Demo"; // einfach
public static final String ARCH = System.getProperty("os.arch"); // mit Funktionsaufruf

// Statischer Initialisierungsblock
public static final String USER_HOME;
static {
    USER_HOME = System.getProperty("user.home");
}

```

Non-Static Initialisierung

```

public String description = "Ein initialisiertes Attribut"; // einfach
public long timestamp = System.currentTimeMillis(); // mit Funktionsaufruf

// Initialisierungsblock
private String userPaths;
{
    userPaths = System.getProperty("java.class.path");
}

```

Lazy Initialisierung

- teure Obj. sollen nicht unnötig & so spät wie möglich initialisiert werden

Variante 1

```

class LazyInit {
    private FatClass fatObject;

    if (fatObject == null) {
        fatObject = new FatClass();
    }
}

```

```
fatObject.doSomething();
}
```

- Problem: Zugriff auf Object erfolgt vllt. ohne Initialisierung bei vergessener Abfrage (if-Abfrage kann vergessen werden)

Variante 2

```
class LazyInitII {
    private FatClass fatObject;

    private FatClass getFatObject() {
        if (fatObject == null) {
            fatObject = new FatClass();
        }
        return fatObject;
    }

    getFatObject().doSomething();
}
```

- Vorteile: Initialisierung zentralisiert
- Problem: getFatObject() kann umgangen werden, Aufruf bei jeder Verwendung nötig

Variante 3 - Holder Pattern

```
class LazyInitIII {
    private static class Holder {
        static final FatClass fatObject = new FatClass();
    }

    Holder.fatObject.doSomething();
}
```

- funktioniert nur mit static Attr.

for-Schleifen

old school

```
int a[] = 1, 2, 3, 4, 5;
int sum = 0;

for(int i = 0; i < a.length; i++) {
    sum += a[i]; // readonly
}
```

forEach (neu)

```
int a[] = 1, 2, 3, 4, 5;
int sum = 0;

for (int val : a) {
    sum += val; // readonly
}
```

- muss iterable implementieren
- neue Sprachfeatures werden in alten Code für Kompatibilität durch Pre-processing umgewandelt

Varargs

Variable Parameterliste

```
public static int sum(int... v) {
    int sum = 0;
    for (int i : v) {
        sum += i;
    }
    return sum;
}

public static void main() {
    int s1 = sum(1, 2);
    int s2 = sum(1, 1, 2, 3, 5);
    int s3 = sum();

    int[] array = {1, 2, 3, 4};
    int s4 = sum(array);
}
```

- Nur letzter Formalparameter darf Vararg-Parameter sein

Aufzählung (enum)

Definition

```
enum Seasons {
    SPRING, SUMMER, AUTUMN, WINTER;

    @Override
    public String toString() {
        if( this == SUMMER ) {
```

```

        return "Summer";
    }
    else {
        return super.toString();
    }
}

// um Methoden erweiterbar
public static void main() {}
}

```

Definition mit Konstruktor

```

public enum Months {
    // Init mit Konstruktor
    JANUARY(31), FEBRUARY(28), MARCH(31), APRIL(30), MAY(31), JUNE(30), JULY(31), AUGUST(31),
    SEPTEMBER(30), OCTOBER(31), NOVEMBER(30), DECEMBER(31);

    private final int days;

    private Months(int days) {
        this.days = days;
    }

    public int getDays() {
        return days;
    }
}

```

Generics

- Generics erlauben es uns, eine Klasse für verschiedene Datentypen zu verwenden

Initialisierung

- nicht erlaub:
 - `List<String> list = new List<String>();`
 - `List list = new List();`
 - `LinkedList<String> list = new List<String>();`
 - `LinkedList list = new List();`
- funktioniert, da Interface (entweder `LinkedList` oder `ArrayList` ohne down-cast)

Imports

```
import java.util.LinkedList;
import java.util.ArrayList;
import java.util.List;
```

ArrayList<> (mutable)

```
List<String> sl = new ArrayList<>(Arrays.asList("ich", "bin"));
sl.add("nicht"); // allowed
sl.set(1, "nicht"); // allowed
```

Mit anonymer Klasse

```
List<String> stringListe = new ArrayList<>() {{
    add("ich"); add("bin"); add("doch");
    add("nicht"); add("bloed ;-")});
}};
```

List.of() (immutable)

```
List<String> sl = List.of("ich", "bin", "doch", "nicht", "bloed");
```

- ab JDK 9

nicht-parametrisierte Verwendung (raw type)

```
LinkedList stringListe = new LinkedList(); // generics version
stringListe.add("Java");
stringListe.add("Programmierung");
stringListe.add(new JButton("Hi")); // fuehrt spaeter zu einer ClassCastException

for (int i=0; i<stringListe.size(); i++) {
    String s = (String) stringListe.get(i); // cast mit ClassCastException
    gesamtLaenge += s.length();
}
```

- Nachteile:
 - get() gibt Object zurück (keine Typsicherheit)
 - casten notwendig -> kann zu ClassCastException führen

parametrisierte Verwendung

```
LinkedList<String> stringListe = new LinkedList<String>();
stringListe.add("Hello world"); // OK
stringListe.add(new Integer( 42 )); // Compiler-NOK
String s = stringListe.get(0); // kein Cast noetig!
```

- Typsicherheit

Beispiel (Iterable Interface)

```
import java.util.Iterator;

class List<T> implements Iterable<T> {
    public Iterator<T> iterator() {
        return new Iterator<T>() {
            private ListElem<T> iter = header;

            public boolean hasNext() {
                return iter != null;
            }
            public T next() {
                T ret = iter.data;
                iter = iter.next;
                return ret;
            }
            public void remove() {
                throw new UnsupportedOperationException();
            }
        };
    }
}
```

- Schachtelung von Typen: `List<List<String>> var = new List<List<String>>>();`
- mehrere Typ-Parameter: `public interface Map<K, V> {...}`

Eigene Generic Klasse

```
class GenKlasse<T> {
    T data;
    GenKlasse(T data) {
        this.data = data;
    }
    void set(T data) {
        this.data = data;
    }
    T get() {
        return data;
    }
    public static void main(String[] args) {
        GenKlasse<String> gs = new GenKlasse<String>("Hi");
    }
}
```

- Typsicherheit zur Compilezeit, nicht Laufzeit
- Erasure: Typinformationen wird zur Laufzeit entfernt (T wird durch

eigentlichen Datentyp ersetzt im kompilierten Code)

Generics & Vererbung

- A <- B: `class B extends A`
 - A ist Supertyp
 - B lässt sich zu A upcasten
- `List<a> <- List?:` `java` `List lb = new List();`
`List<A> la = lb; // NOK`
- `List <-> List` (bidirektional): “`java ArrayList list = new ArrayList(); ArrayList s_list = list; s_list.add(“hi”);`
`ArrayList i_list = list; i_list.add(new Integer(3));`
`int len = 0; for (String s : s_list) { len += s.length(); // Runtime: Cast`
`Integer -> String!!! }` “
 - raw types vermeiden & nicht mischen mit generics

Array von Generics

```
List<String> listen[] = new LinkedList<String>[5]; // error
List<String> listen[] = (LinkedList<String>[]) new List[5];
```

Bounds

Beschränkung des Parametertyps

- `public class List<T extends Figur> { }`
 - Figur kann Klasse, abstrakte Klasse, Interface (trotz extends) sein
 - Erasure ersetzt T durch Figur
- `public class X<T extends Number & Comparable & Iterator> { }`
 - Mehrfachbound

Wildcards

Upper Bound

- Ziel: Liste spezifizieren, die mit Number oder einer zu Number typkompatiblen Klasse (Float, Integer, ...) parametrisiert ist (upper bound)
- Nutzung: Nur Lesezugriff auf Elemente & als Parametercheck. Kein Schreibzugriff
- Kovarianz: Kann Spezialisierung verwenden (muss nicht)
- `GenTyp<? extends Number> <- GenTyp<Integer>`

- Initialisierung:

```
java List <? extends Number> dExNumber;
dExNumber = new List<Number>(); // OK      dExNumber = new
List<Integer>(); // OK      dExNumber = new List<String>();
// Type Mismatch      dExNumber = new List<Object>(); // Type
Mismatch      dExNumber = new List(); // Warning, because of
raw type
```
 - Lesezugriff:

```
java      dExNumber = new List<Integer>(); // OK
for( Number n : dExNumber ); // OK, da Superklasse      for(
Integer i : dExNumber ); // NOK, da Typ nicht bekannt
```
 - Schreibzugriff:

```
“java dExNumber.add( new Integer(3) ); // NOK dExNum-
ber.contains( new Integer(3) ); // NOK

Number n = new Integer(3); dExNumber.add(n); // NOK

dExNumber.add(null); // OK “
```

 - kein Schreibzugriff, da Typ nicht bekannt (kann Integer, Float, ... sein)
- ```
List<? extends Integer> dExInteger = new List<Integer>();
for(Integer i : dExInteger); // OK
dExInteger.add(new Integer(3)); // NOK, da Typ unbekannt
```
- usecase - lesende Übergabe: 

```
“java public static double sum(List<? extends
Number> numberlist) { double sum = 0.0; for (Number n : numberlist) {
sum += n.doubleValue(); } return sum; }
```

```
public static void main(String args[]) { List integerList = Arrays.asList(1,
2, 3); System.out.println("sum =" + sum(integerList));

List<Double> doubleList = Arrays.asList(1.2, 2.3, 3.5);
System.out.println("sum = " + sum(doubleList));

} “
```

## Lower Bound

- Ziel: Liste spezifizieren, die mit Integer oder einem Supertyp von Integer parametrisiert ist (lower bound)
- Supertyp kann auch Interface sein
- Nutzung: Parameterchecks
- Kontravarianz: Kann allgemeineren Typ verwenden
- `GenTyp<? super Integer> <- GenTyp<Number>`
- Initialisierung: 

```
java List<? super Integer> dSupInt; dSupInt
= new ArrayList<Number>(); // OK dSupInt = new List<Integer>();
// OK dSupInt = new List<String>(); // Type Mismatch
```

- ```
dSupInt = new List<Object>(); // OK, because Object is
super type of Integer      dSupInt = new List(); // Warning,
because of raw type
```
- Initialisierung Interfaces: `java dSupInt = new List<Serializable>();`
`// OK, da Number das Interface implementiert dSupInt =`
`new List<Comparable<Number>>(); // NOK, da Integer nicht`
`Comparable implementiert dSupInt = new List<Comparable<Integer>>();`
`// OK, da Integer Comparable implementiert`
 - Lesezugriff: `java for(Number n : dSupInt); // NOK for(Object`
`o : dSupInt); // OK`
 – kein Lesezugriff, da Typ unbekannt & Liste könnte `Object` enthalten
 - Schreibzugriff: `“java dSupInt.add(new Integer(3)); // OK, da mindestens`
`Integer`
`Number ni = new Integer(3); // upcast dSupInt.add(ni); // NOK`
`dSupInt.add(null); // OK “`
 - usecase - schreibende Übergabe `“java // usecase example - schreibende`
`Übergabe public static void addCat(List<? super Cat> catList) {`
`catList.add(new RedCat()); }`
`List animalList= new ArrayList(); List catList= new ArrayList(); List`
`redCatList= new ArrayList();`
`addCat(catList); addCat(animalList); // animal is superclass of Cat`
`addCat(redCatList); // NOK, because Cat is superclass of RedCat “`

Unbound

- `List<?> l`
- readonly
- Typ wird nie festgelegt

Autoboxing