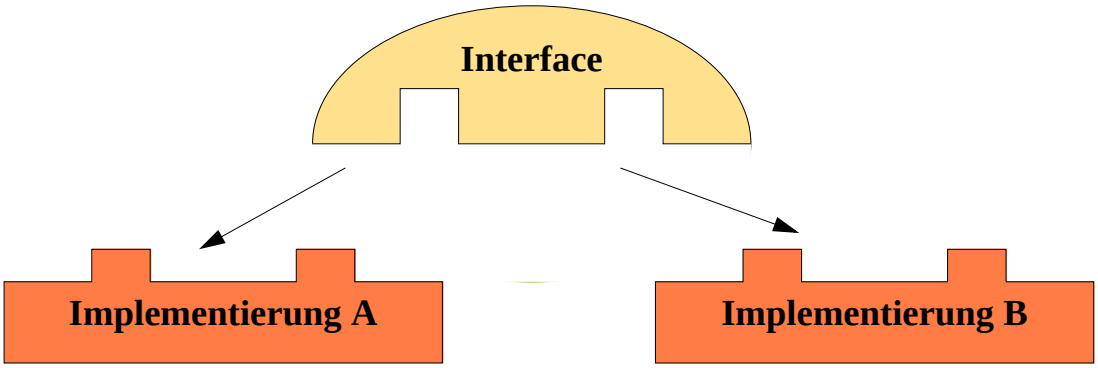
Z.1 OO-Grundlagen mit Java

- Fundamentale Konzepte der objektorientierten Programmierung:

Abstraktion
und
Kapselung

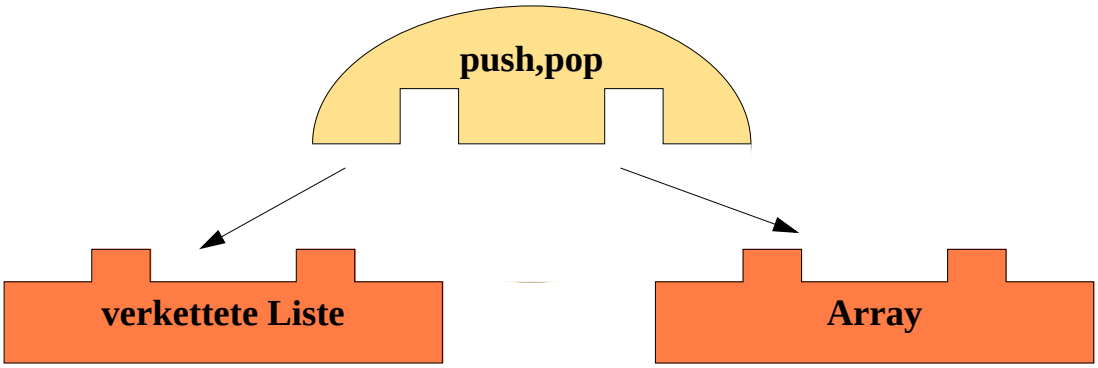
1 Abstraktion

- Trennung von:
  - Schnittstelle (interface): Was kann getan werden?
  - Implementierung: Wie wird es gemacht?

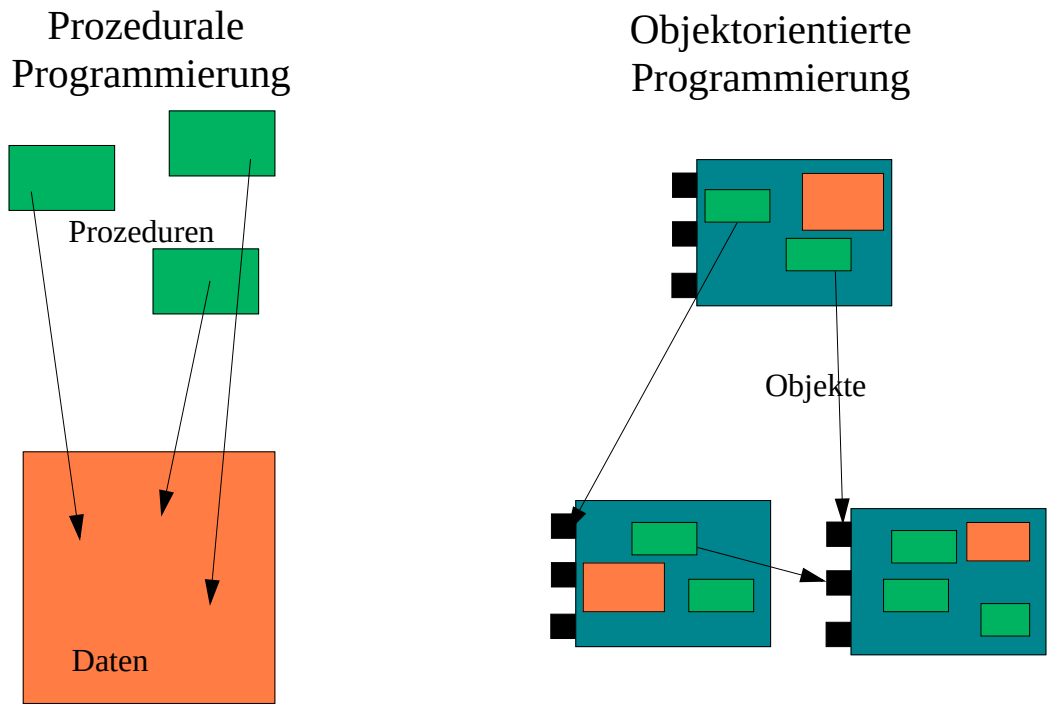


1 Abstraktion

- Beispiel: stack
  - Interface: push, pop
  - Implementierung: verkettete Liste, Array

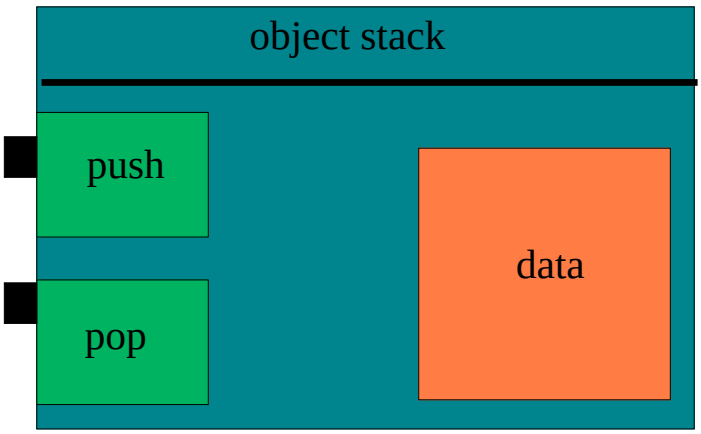


2 Kapselung



2 Kapselung

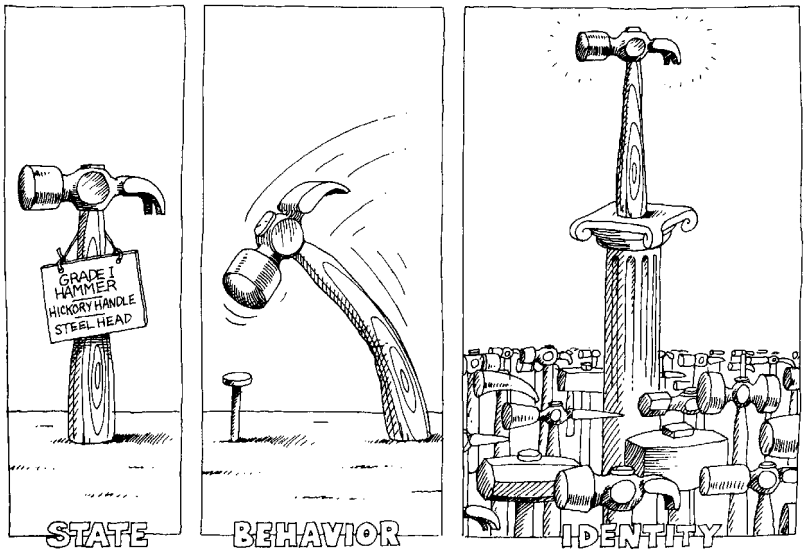
- Objekte: Gekapselte Datenstruktur, bestehend aus:
  - Daten (Instanzvariablen, Attribute)
  - Methoden (Operationen)



- Kapselung unterstützt die Bildung von Abstraktionen.

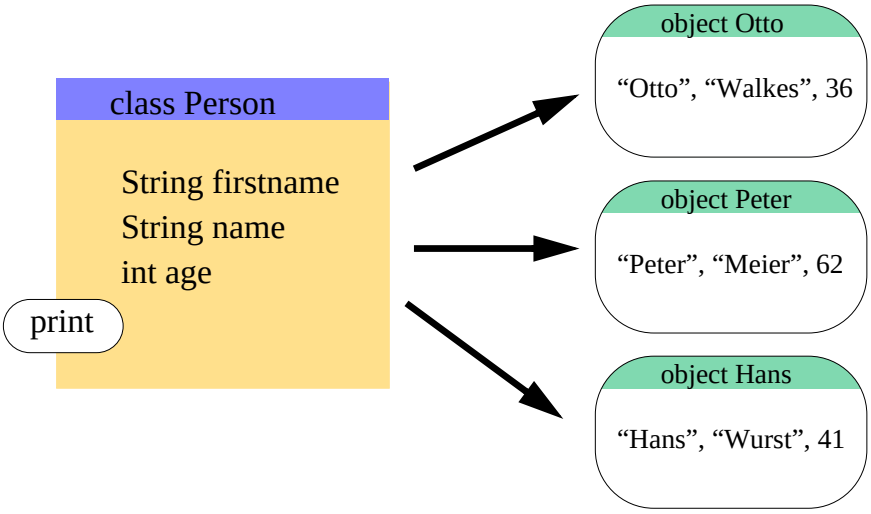
Z.2 Objekte

1 Eigenschaften von Objekten



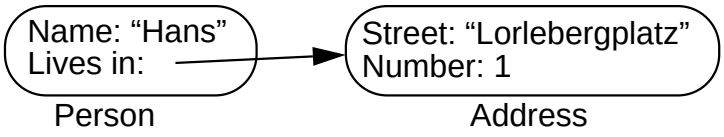
2 Klassen

- Objekte sind *Instanzen* einer Klasse.
- Die Klasse bestimmt die interne Struktur und die Schnittstelle eines Objekts.
- Beispiel:

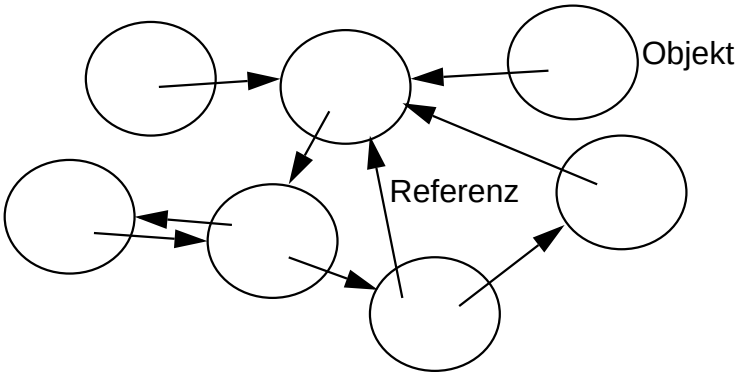


3 Das Objekt-Netz

- Objekte können andere Objekte referenzieren.
  - Beispiel: eine Person kann eine Adresse referenzieren:



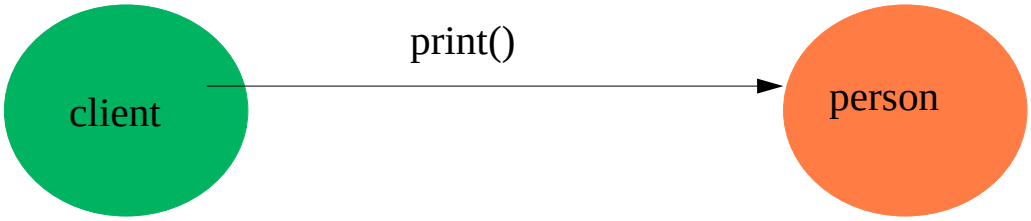
- Darstellung des Zustands eines objektorientierten Programms:



4 Nachrichten / Methoden

- Objekte kommunizieren mit Hilfe von Nachrichten.
  - Jedes Objekt legt sein eigenes Verhalten selbst fest.
  - Die Objektsemantik ist nicht über das ganze Programm verteilt.
- Nachricht = Methodenaufruf an einem Objekt

```
person.print()
```



- objektorientiertes Programm: mehrere Objekte kommunizieren miteinander, um eine bestimmte Aufgabe zu erfüllen.

5 Methoden und Variablen

- Methoden können auf 3 verschiedene Arten von Variablen zugreifen:
  - Parameter (Argumente)
  - lokale Variablen
  - Instanzvariablen

```
class Point {
   int xPosition, yPosition;
   ...
   void move(int x, int y) {
      int i;
      ...
   }
}
```

Instanzvariablen

Parameter

lokale Variablen

5 Variablen

- Parameter und lokale Variablen müssen unterschiedliche Namen haben.
- Parameter und lokale Variablen überdecken Instanzvariablen.

```
class Test {
    int a;
    void m(int a) {
        a = 5; // does not change instance variable a
    }
}
```


5 Variablen

- Zugriff auf Instanzvariablen mit:
  - *instanceName.variableName*

```
class Person {
    String firstname;
    String name;
    int age;

    boolean sameName(Person otherPerson) {
        if (name == otherPerson.name) return true;
        return false;
    }
}
```

Instanzvariable *Instanzvariable*

6 Der Parameter *this*

- Jede Methode hat einen *impliziten* Parameter **`this`**.
- **`this`**: Referenz auf die Instanz, an der die Methode aufgerufen wurde:

```
class Person {
    String name;
    ...
    void print() {
        System.out.println(this.name);
    }
}
```

- **`this`** kann bei Eindeutigkeit weggelassen werden.
- Beispiel für Mehrdeutigkeit:

```
class Person {
    ...
    boolean compare(String name) { return this.name == name; }
}
```


7 Überladen

- Methoden mit unterschiedlichen Parametern können den gleichen Namen haben.
- Beispiel:

```
class Date {
    ...
    void print(PrintStream stream) { stream.println(...); }
    void print() { print(System.out); }
}
```

- Hinweis: Überladen funktioniert nur mit Parametern nicht mit dem Typ des Rückgabewerts:

```
class Income {
    ...
    int computeIncome() { ... }
    float computeIncome() { ... } // Error !!
}
```

8 Objekt-Initialisierung

- Erzeugen eines Objekts bedeutet Reservierung von Speicher.
- Dieser Speicher muss initialisiert werden.
- Eine Möglichkeit:
  - Explizites Aufrufen einer Initialisierungsmethode.
  - Nachteil: fehleranfällig.

9 Konstruktoren

- Konstruktoren dienen der Initialisierung des Objekts.
- Name des Konstruktors = Name der Klasse.
- Der Konstruktor wird automatisch nach der Objekterzeugung aufgerufen.

9 Konstruktoren (2)

- Mehrere Konstrukturen sind möglich
- Aufruf eines anderen Konstruktors mit `this(...)`:

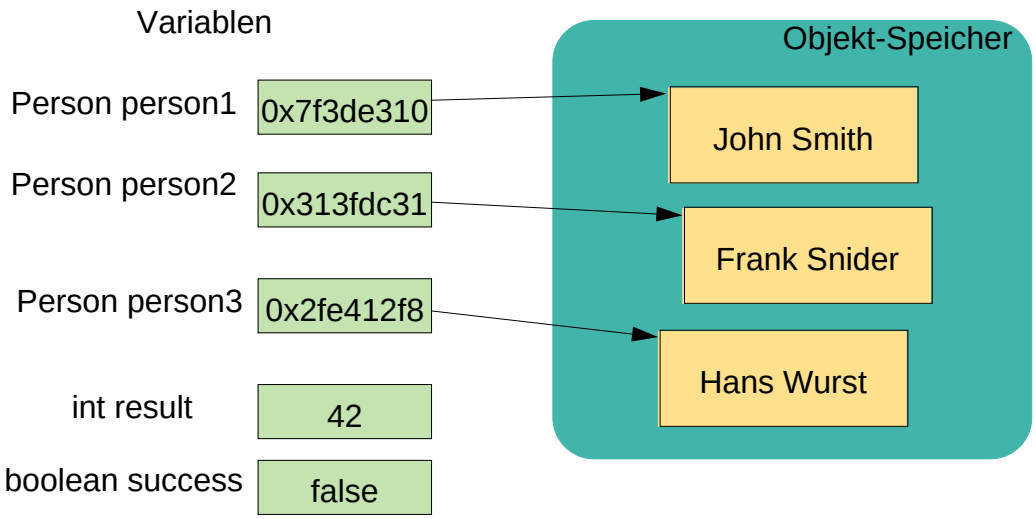
```
class Person {
    String name;
    int age;

    Person(String name, int age) {
        this.name = name;
        this.age = age;
    }
    Person(String name) {
        this(name,18);
     }
    ...
}
```

10 Objekte und Referenzen

- Java-Variablen bezeichnen keine Objekte, sondern Referenzen.

```
Person p;  // Deklaration einer Referenz auf ein Objekt
           // der Klasse Person
p.print(); // Fehler: Methodenaufruf an einer null-Referenz
```



11 Zuweisungen

- = weist einer Variable eine Referenz zu
- == vergleicht zwei Referenzen
- Einer Variable eines primitiven Datentypes kann keine Referenz zugewiesen werden.
- Einer Variable, welche eine Objektreferenz ist, kann niemals der Wert eines primitiven Datentypes zugewiesen werden.
- Beispiel:

```
Person p;      // Deklaration einer Referenz-Variablen
int i=42;  // Deklaration und Initialisierung einer
               // Variable eines primitiven Datentypes
p = i;     // Fehler: Zuweisung zwischen Referenz und
               // primitiven Datentyp
```

12 Aufrufsemantik von Methoden

- Objekt-Parameter werden als Referenz übergeben.
- Primitive Datentypen (int, float, etc.) werden als Wert übergeben.
- Beispiel:

```
void meth(int a, Person k) {
   a = 5;              // a: passed by value
   k.setAge(25);       // k: passed by reference
}
```


13 Gleichheit und Identität

- Unterschied zwischen *gleichen Objekten* und *identischen Objekten*:

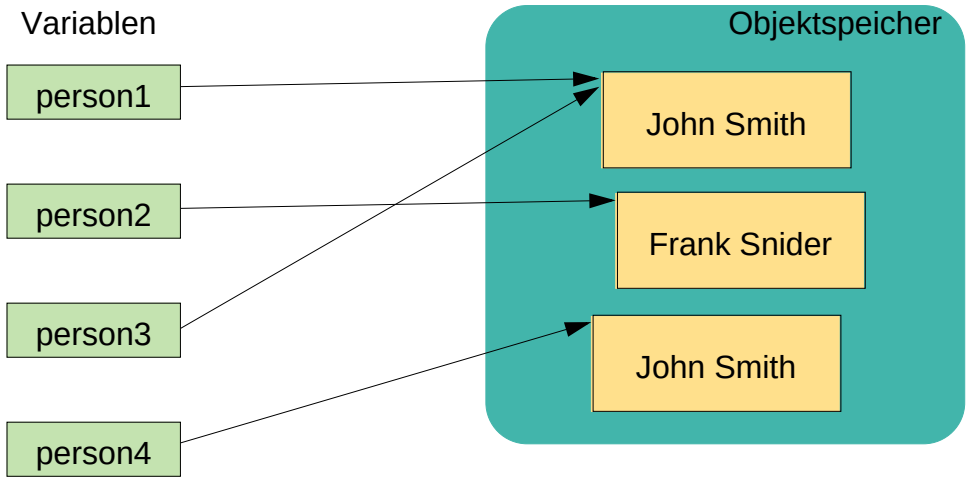
```
class Date {
  int day, month, year;
  Date(int day, int month, int year) {
    this.day = day; this.month = month; this.year = year;
  }
}
...
Date d = new Date(1,3,98);
Date d1 = new Date(1,3,98);
Date d2 = d;
```

◆ d und d1 sind gleich

◆ d und d2 sind identisch

14 Identität und Referenzen

- Identität: gleiche Referenz
- Gleichheit: Inhalt der referenzierten Objekte ist gleich



- Welche Personen sind identisch, welche gleich?

15 Testen von Gleichheit und Identität

- Identität kann mit dem Operator == getestet werden:

```
if (d == d1) { ... }
```

- Gleichheit kann mit der Methode **`equals`** getestet werden:

```
if (d.equals(d1)) { ... }
```

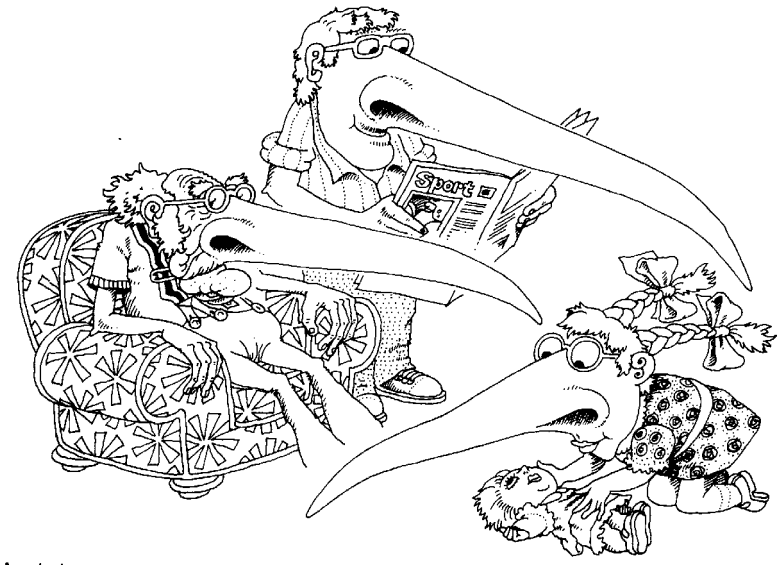
- Die Methode **`equals`** muss selbst implementiert werden:

```
class Date {
   ...
  public boolean equals(Object o) {
    if (! (o instanceof Date)) return false;
    Date d = (Date)o;
   return d.day == day && d.month == month && d.year == year;
  }
}
```

Z.3 Vererbung

- Definition von Objekten durch Verweise auf andere Objekte.
  - Beispiel:
    - Definition eines Tieres: Ein Ding welches atmet und isst.
    - Definition einer Kuh: Ein Tier, dass “muuuu” macht und Milch gibt.
    - Kuh *erbt* die Eigenschaften “atmen” und “essen” von Tier.

1 Vererbung in der echten Welt



2 Vererbung in Java

- Vererbung: Definition eines neuen Objekts auf der Basis einer spezialisierten Definition eines existierenden Objekts.
- Neue Klassen können von existierenden Klassen *abgeleitet* werden.
- Beispiel: Ein Kunde ist eine Person.

```
class Customer extends Person {
    int number;
    ...
}
```

- **`Customer`** ist eine *Unterklasse (subclass)* von **`Person`**
- **`Person`** ist die *Oberklasse (superclass)* von **`Customer`**.

3 Unterklassen

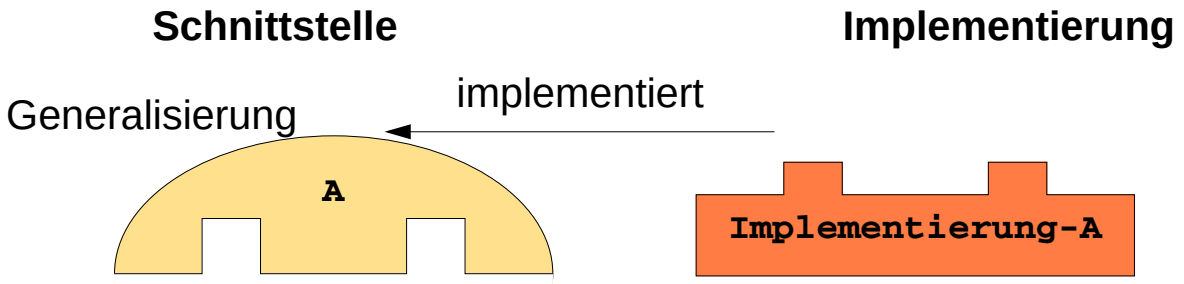
- Unterklassen erben
  - Zustand (Instanzvariablen) und
  - Verhalten (Methoden) von der Oberklasse.
- Unterklassen können:
  - neue Instanzvariablen einführen
  - neue Methoden einführen
  - geerbte Instanzvariablen verdecken (vorsicht!)
  - geerbte Methoden überschreiben

4 Das Ersetzungsprinzip

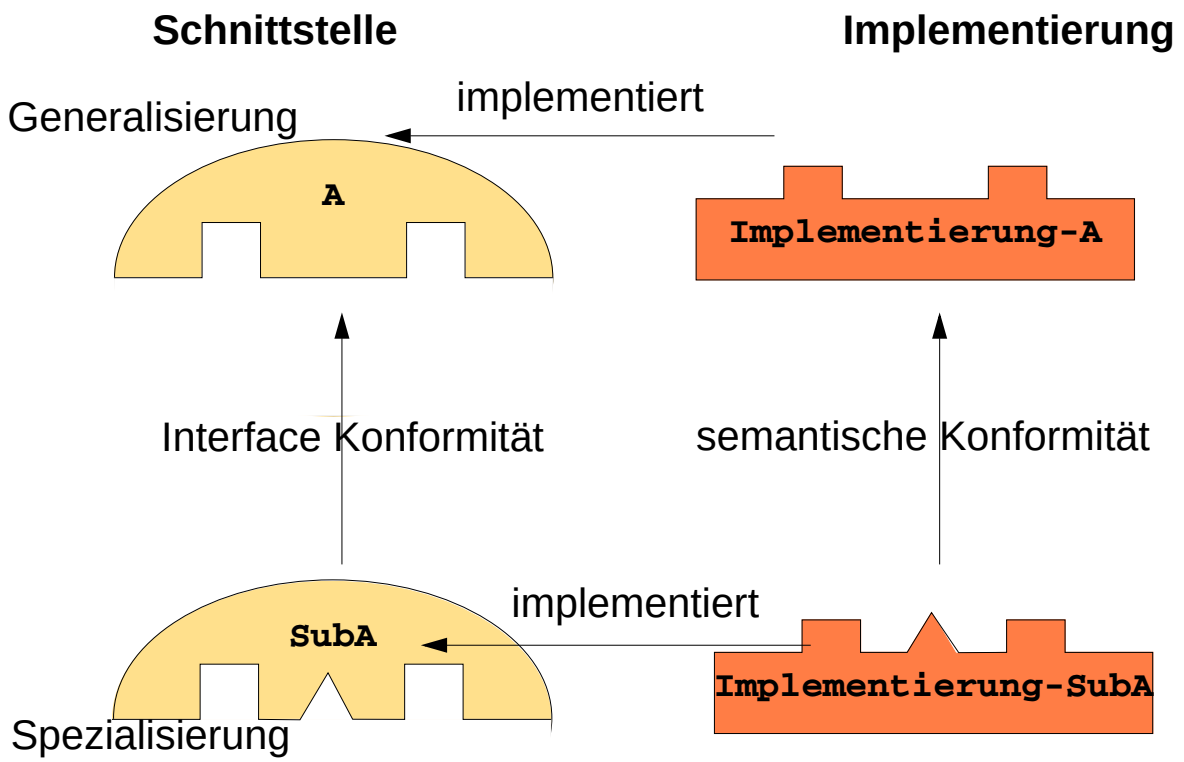
- Wenn ein Objekt der Oberklasse erwartet wird, kann immer auch ein Objekt einer Unterklasse verwendet werden.
  - ◆ wichtigster Typ des Polymorphismus
- Vererbung ist Spezialisierung ("ist ein" Relation)
- alles was für die Generalisierung gilt muss auch auf die Spezialisierung zutreffen.
  - ◆ Die Spezialisierung muss alle Anforderungen der Generalisierung erfüllen.

→ Abstraktion

5 Vererbung ist Spezialisierung

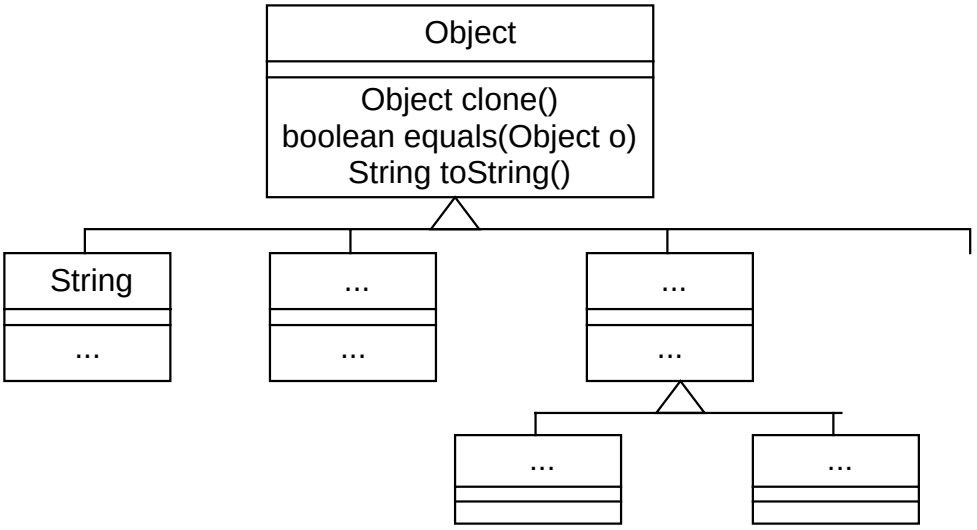


Z.3 Vererbung ist Spezialisierung



6 Vererbung in Java

- Klassen mit einfacher Vererbung
- Baum Hierarchie mit der Klasse **`Object`** als Basisklasse aller anderen Klassen



- primitive Typen (**`int`**,**`float`**,...) sind außerhalb des Klassenbaumes

7 Die Klasse Object

- Die Klasse **`Object`**: Basisklasse aller anderen Klassen

```
class Person extends Object {... }
```

  - **`extends Object`** kann wegfallen

```
class Person {... }
```

- Stellt Basisfunktionalität zur Verfügung, zum Beispiel:
  - **`boolean equals(Object o)`** // Test auf Gleichheit
    - Standardimplementierung vergleicht die Referenzen
    - Jede Klasse sollte eine eigene Implementierung bereitstellen
  - **`String toString()`** // Stringdarstellung eines Objekts
    - Standardimplementierung: Klassenname und Objekt ID
    - Jede Klasse sollte eine eigene Implementierung bereitstellen

8 Überschreiben

- Unterklassen können für geerbte Methoden eine neue Implementierung bereitstellen.
- Die neue Implementierung *überschreibt* die geerbte Implementierung:

```
class Person {
    String name;
    ...
    void print() {
        System.out.println("Person: " + name);
    }
}
class Customer extends Person {
    int number;
    ...
    void print() {
        System.out.println("Person: " + name);
        System.out.println("Customer number: " + number);
    }
}
```

8 Überschreiben (2)

- Die Implementierung der Oberklasse kann mit **`super.method()`** aufgerufen werden.
- Beispiel:

```
class Customer extends Person {
    int number;
    ...
    void print() {
        super.print();
        System.out.println("Customer number: " + number);
    }
}
```


9 Überladen vs. Überschreiben

- Um eine Methode zu überschreiben müssen die Typen der Parameter und des Rückwerts exakt übereinstimmen, ansonsten wird die Methode überladen.
- Um dem Ersetzungsprinzip gerecht zu werden würde es ausreichen, wenn:
  - die Typen der Parameter von einer Oberklasse der ursprünglichen Parameter sind
  - der Typ des Rückgabewertes von einer abgeleiteten Klasse des ursprünglichen Rückgabetyps ist.
- Java unterstützt das jedoch nicht!!!

9 Überladen vs. Überschreiben (2)

- häufiger Fehler:

```
class Object {
    boolean equals(Object o) { ... }
    ...
}

class Customer {
    int number;
    boolean equals(Customer c) { return number == c.number;}
    ...
}
```

`equals` *von Object wird nicht überschrieben*

10 Dynamisches Binden

- Die Methoden werden erst bei einem Aufruf gebunden.
- *dynamischer Typ*: Typ/Klasse des referenzieren Objekts
  (die Klasse, die bei `new` verwendet wurde)
- *statischer Typ*: Typ der Referenz
- Durch den statischen Typ wird festgelegt, welche Methoden aufgerufen werden können.
- Der dynamische Typ legt fest, welche Methode verwendet wird:

```
Customer c = new Customer("Max", 1234);
Person p = c;      // dynamischer Typ von p ist Customer,
                   // statischer Typ ist Person

c.print();
p.print(); // obwohl die Referenz p den Typ Person hat, wird
           // die print() Methode von Customer verwendet
```

11 Sichtbarkeit und Vererbung

- Die Sichtbarkeit von Methoden darf in Unterklassen nicht eingeschränkt werden (Ersetzbarkeit!):.

```
class Person {
    public String getName() { ... }
}
class Customer extends Person {
    private String getName() { ... }
}
```

Error

12 Konstruktoren und Vererbung

- Konstruktoren werden **nicht** vererbt
- Aufrufen eines Konstruktors der Oberklasse mittels **`super(...)`**
- **`super(...)`** muss die erste Anweisung in einem Konstruktor sein
- Falls die erste Anweisung nicht **`super(...)`** ist, so fügt der Compiler automatisch eine **`super()`** Anweisung ein.
- Standardkonstruktor:
  - wird vom Compiler erzeugt, falls *kein* Konstruktor definiert wird
  - enthält eine **`super()`** Anweisung

12 Konstruktoren und Vererbung (2)

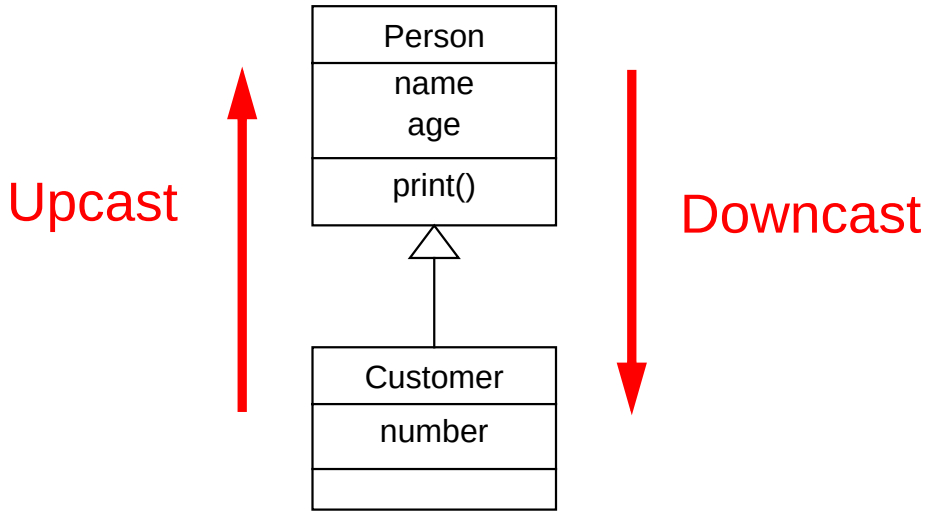
- Beispiel:

```
class Customer extends Person {
    int number;
    Customer(String name, int number) {
        super(name);
        this.number = number;
    }
    ...
}
```


13 Typenkonvertierung: Upcast

- Typenkonvertierung von einer Unterklassen zur Oberklasse (*upcast*) erfolgt automatisch:

```
Person p = new Customer(...);
```



13 Typenkonvertierung: Downcast

- Typenkonvertierung von der Oberklasse zu einer Unterklasse *(downcast)* explizit mittels Cast-Opertor:

```
Customer c = new Customer(...)
Person p = c;                  // implizite Typenkonvertierung
Customer c2 = (Customer) p;    // explizite Typenkonvertierung
```

- Wenn das Objekt und die Variable nicht typkonform sind, wird eine **`ClassCastException`** generiert:

```
Customer c = new Customer(...)
Person p = c;                  // implizite Typenkonvertierung
Employee e = (Employee) p;
                 // erzeugt eine ClassCastException zur Laufzeit
```


14 Typ Ermittlung

- **`instanceof`** Operator:

```
Customer c = new Customer(...)
Person person = c;    // upcast
if (person instanceof Employee) {
    Employee employee = (Employee) person;
    ...
} else if (person instanceof Customer) {
    Customer customer = (Customer) person;
    ...
}
```

- **`instanceof`** mit der Oberklasse des dynamischen Typs ist ebenfalls **`true`**:

```
person instanceof Person
```

15 Die Klasse Class

- Die Klasse **`Class`**: Die Klasse aller Klassen.
- Ein **`Class`** Objekt repräsentiert eine Klasse oder ein Interface.
- Mit Hilfe eines **`Class`** Objekts können neue Instanzen erzeugt werden:

```
Customer c = new Customer();
...
Class aClass = c.getClass();
System.out.println("Class of c is:"+aClass);

Object o = aClass.newInstance();  // ein neues Customer Objekt

Person p = (Person) o;
```

- Ein **`Class`** Objekt kann aus dem Namen einer Klasse generiert werden:

```
Class aClass = Class.forName("Employee");
```


Z.4 Abstrakte Klassen

- Szenario:
  - Zeichen mit geometrischen Formen (Kreis, Rechteck, Linie)
- Problem:
  - Zeichenbereich **`Sheet`** kann nur mit **`Shape`** Objekten umgehen
  - **`Sheet`** muss **`draw()`** am **`Shape`** aufrufen
  - **`Shape`** kann keine sinnvolle Implementierung von **`draw()`** bereitstellen
- **`Shape`** ist eine *abstrakte* Klasse

Z.4 Abstrakte Klassen

- ...werden verwendet um gemeinsame Eigenschaften von Klassen herauszuarbeiten und zusammenzufassen.
- ...können **nicht** zur Erzeugung von Objekten verwendet werden.
- ...enthalten Methoden ohne Implementierung (*abstrakte Methoden*)
- Abstrakte Klassen und Methoden werden mit dem Schlüsselwort **`abstract`** deklariert:

```
abstract class Shape {
    public abstract void draw();
}
```

- Wenn eine konkrete Klasse von einer abstrakten Klasse abgeleitet wird, so müssen alle abstrakten Methoden implementiert sein:

```
class Circle extends Shape {
    public void draw() { ... }
}
```


Z.5 Interfaces

- Java trennt das Klassenkonzept vom Typkonzept
- Interfaces repräsentieren Typen
- Interfaces enthalten
  - Methodennamen und -signaturen
  - Konstanten (**`static final`**)
- alle Methoden sind (implizit) abstrakt
- Klassen können zu Interfaces kompatibel sein (Schlüsselwort **`implements`**)
- Diese Klassen müssen alle Methoden des Interfaces implementieren.
- Definition einer Schnittstelle mit dem Schlüsselwort **`interface`**

1 Beispiel

1. Definition einer Schnittstelle:

```
public interface Printable {
    public void print();
}
```

2. Definition einer Klasse, welche die Schnittstelle implementiert:

```
public class Account implements Printable {
    ...
    public void print() {
        System.out.println("balance="+balance());
    }
}
public class Person implements Printable { ... }
```


1 Beispiel (2)

3. Verwendung der Interfaces:

```
public class PrintQueue {
    public void add(Printable p ) { ... }
}
....
PrintQueue queue = new PrintQueue();
Printable p=new Person(...);
queue.add(p);
Account account = new Account(...);
queue.add(account);
```

2 Vererbung von Interfaces

- Interfaces können mehrere andere Interfaces *erben*, Klassen können mehrere Interfaces *implementieren*.
- Beispiel:

```
interface Streamable extends FileIO, Printable {
    // zusätzliche Methoden
}

class Test implements Streamable, TestInterface {
    ...
}

class Test1 extends Test {
    ...
}
// Test1 ist zu FileIO, Printable, Streamable,
// TestInterface und zur Klasse Test kompatibel
```


3 Abstrakte Klassen vs. Interfaces

- Abstrakte Klassen können eine partielle Implementierung einer Abstraktion bereitstellen.
- Abstrakte Klassen können Instanzvariablen enthalten.
- Ein abstrakte Klasse sollte verwendet werden, wenn nur ein Teil der Implementierung offen bleiben soll.
- Ein Interface ist gut geeignet um bestimmte Eigenschaften zu repräsentieren. (Printable, Clonable,...)

Z.6 Packages

- Klassen lassen sich in Pakete (packages) zusammenfassen.
- Paket = Programm-Modul
  - mit eindeutigem Namen (z.B. **`java.lang`** oder **`java.awt.image`**)
  - enthält eine oder mehreren Klassen
- Pakete partitionieren den Namensraum.

1 Schlüsselwort package

- Packages werden mit **`package`** deklariert:

```
package test;
public class TestClass ...
```

- **`package`** muss die erste Anweisung in einer Datei sein.
- Hierarchien von Packages sind möglich:

```
package test.unittest1;
```

2 Schlüsselwort: import

- Klassen anderer Packages können mit **`import`** verwendet werden:

```
import java.util.*; // use all classes from package java.util
import java.io.File;// use class File from package java.io
```

- Bei der Suche von Klassen wird der Package-Name als Verzeichnis verwendet.
- Beispiel:
  - Package **`bank`** mit Klasse **`Customer`**
  - kann verwendet werden mit **`import bank.Customer`**
  - Bytecode-Datei wird gesucht als **`bank/Customer.class`**
- Package **`java.lang.*`** wird automatisch importiert.
- Zugriff auf Klassen ohne import: durch Verwendung des vollständigen Klassennamens, inklusive Package.

2 Schlüsselwort: import - Beispiel

Datei
`editor/shapes/X.java`

```
package editor.shapes;
public class X {
    public void test() {
        System.out.println("X");
    }
}
```

Datei
`editor/filters/Y.java`

```
package editor.filters;
import editor.shapes.*;
class Y {
    X x;
    void test1() { x.test();}
}
```

Datei
`editor/filters/Z.java`

```
package editor.filters;
class Z {
    editor.shapes.X x;
    void test1() { x.test();}
}
```

3 Packages und der CLASSPATH

- Klassen werden mit Hilfe der Umgebungsvariable CLASSPATH gesucht.
- Beispiel:
  - Package **`bank`** mit Klasse **`Customer`**
  - wird verwenden mit **`import bank.Customer;`**
  - Compiler und Interpreter suchen die Bytecode-Datei: **`bank/Customer.class`**
  - **`CLASSPATH`** enthält **`/proj/test:/tmp`**
  - gesucht wird nach:
    - **`/proj/test/bank/Customer.class`**
    - **`/tmp/bank/Customer.class`**
  - beim kompilieren kann man das Zielverzeichnis angeben:
    - **`javac -d /proj/test Customer.java`**

4 Standard Java Pakete

- **`java.lang`**: fundamentale Java Klassen (Thread, String,...)
- **`java.io`**: Ein- / Ausgabe Unterstützung (Files, Streams,...)
- **`java.net`**: Netzwerk Unterstützung (Sockets, URLs, ...)
- **`java.awt`**: GUI Unterstützung (Abstract Windowing Toolkit)
- **`java.applet`**: Applet Unterstützung
- **`java.util`**: Hilfsklassen (Random) und Datenstrukturen (Vector, Stack)
- **`java.rmi`**: Remote Method Invocation
- **`java.security`**: kryptographische Unterstützung
- Nähere Informationen in der API Documentation:

`http://www4/Services/Doc/Java/jdk-1.4/docs/api/index.html`

Z.7 Sichtbarkeitsattribute

- *Kapselung* ist eines der Grundprinzipien objektorientierter Programmierung.
- Kapselung wird zum verstecken unnötiger Information verwendet (*information hiding*).

1 Sichtbarkeitsattribute - Klassen

- Eine Klasse kann öffentlich (**`public`**) oder nicht öffentlich sein.

```
public class X { ... }

class X { ... }
```

- **`public`** Klassen sind außerhalb des Package verfügbar.
- Klassen ohne **`public`**-Deklaration (private Klassen) sind nur innerhalb desselben Package sichtbar.
- Eine public-Klasse muss in einer eigenen Datei deklariert werden.
  Dateiname := Klassenname + ".java"
  Beispiel: Klasse **`X`** muss in der Datei **`X.java`** definiert werden.

2 Sichtbarkeitsattribute - Klassenelemente

- Sichtbarkeitsattribute für Methoden und Variablen:
  - public, default, protected, private
- Wirkung:
  - **`public`**: global sichtbar
  - default: innerhalb des gleichen Packages sichtbar
  - **`protected`**: innerhalb des gleichen Packages und in Unterklassen sichtbar.
  - **`private`**: nur innerhalb der gleichen Klasse sichtbar
- Sichtbarkeitsattribute müssen bei *jeder* Methode bzw. Instanzvariable extra angegeben werden.

2 Sichtbarkeitsattribute - Klassenelemente (2)

- Übersicht:

	Sichtbarkeitsattribute			
sichtbar in	**`public`**	**`protected`**	default	**`private`**
gleiche Klasse	ja	ja	ja	ja
gleiches Package	ja	ja	ja	nein
Unterklassen	ja	ja	nein	nein
andere Packages	ja	nein	nein	nein

3 Kapselung

- ohne Kapselung:

```
class Person {
    public String name;// "name" can be modified/read globally
}
```

- besser:

```
class Person {
    private String name;      // only Person can access "name"
    public String getName() {            // access method
        return name;
    }
}
```


Z.8 statische Elemente

1 Klassenvariablen und Klassenmethoden

- Klassen können Variablen und Methoden enthalten:
  statische Variablen und Methoden

- Diese können ohne Objekt der Klasse genutzt werden:

```
class Test {
    private static int counter = 0;
    public Test() { counter++; }
    public static int howMany() { return counter; }
}
Test t = new Test();
System.out.println("No. of Test objects: " + Test.howMany());
```

- weiteres Beispiel:
  - **`System.out`** ist eine statische Variable der Klasse **`System`**.

2 Klassenkonstruktor

- Klassen haben einen Zustand (**`static`** Variablen) und müssen deshalb durch einen Klassenkonstruktor initialisiert werden.
- Beispiel:

```
class Test {
    static int counter;
    static {
        counter = 9;
    }
}
```


Z.9 Konstanten

- Variablen können konstant (*final*) sein:
  - Sie müssen entweder bei der Deklaration (JDK 1.0) oder später (JDK 1.1: *blank finals*) initialisiert werden.
  - Dieser initiale Wert kann nicht verändert werden.
- Beispiel:

```
class Test {
    public static final int x=5; // konstante Klassenvariable
    private final int t=10;      // konstante Instanzvariable
}
```

Z.9 Konstanten (2)

- Seit Java 1.1 können die Parameter von Methoden und lokale Variablen konstant sein.
- Beispiel:

```
class Test {
    String name;
    void setName(final String name) {
        final int i = 42;
        this.name = name;
    }
}
```


1 Final Methoden

- Wenn Methoden als **`final`** deklariert werden, können sie nicht überschrieben oder verdeckt werden
  - Sicherheit
  - Effizienz (inlining ist möglich)

```
class Test {
    final void hello() {...}
}

class Test2 extends Test {
    void hello() { ... } // Fehler!! hello ist final in Test
}
```

2 Final Klassen

- Wenn Klassen als **`final`** deklariert werden, kann man keine Klassen davon ableiten.

Beispiel:

```
public final class Test {
    ...
}

public class Test2 extends Test {//Fehler!! Test ist final
    ...
}
```


Z.10 Innere Klassen

- **local inner class**: nur von der umschliessenden Klasse nutzbar
- **inner class with method scope**: nur innerhalb der Methode nutzbar
- **anonymous inner class**: nur bei der Definition nutzbar
- **static inner class**: global nutzbar

1 Lokale Innere Klassen

- Innere Klassen können auf Instanzvariablen der umschliessenden Klasse zugreifen:

```
class Test {
  private String array[] = { "hans", "otto", "max"};
  class Inner {
    String method(int i) { return "Name:+" + array[i]; }
  }
}
```

- Sichtbarkeitsattribute wie für Methoden und Instanzvariablen (**private**, default, **protected**, **public**)

```
class Test {
  private String array[] = { "hans", "otto", "max"};
  private class MyEnum implements Enumeration {
    private int counter = 0;
    public Object nextElement() { return array[counter++]; }
    public boolean hasMoreElements() { return counter<array.length; }
  }
  public Enumeration enumerate() { return new MyEnum(); }
}
```


2 Innere Klassen innerhalb einer Methode

- Klasse, die nur innerhalb einer Methode gebraucht wird:

```
class Test {
  private String array[] = { "hans", "otto", "max"};
  public Enumeration enumerate() {
    class MyEnum implements Enumeration {
      private int counter = 0;
      public Object nextElement() { return array[counter++]; }
      public boolean hasMoreElements() { return counter<array.length; }
    }
    return new MyEnum();
  }
}
```

2 Innere Klassen innerhalb einer Methode (2)

- Kann auf konstante (**`final`**) Parameter und konstante (**`final`**) lokale Variablen der umschliessenden Methode zugreifen
- Zugriff auf **`this`** der umschliessenden Klasse **`X`** mit **`X.this`**:

```
class Test {
  public void test(final String msg) {
    class Inner {
     public void output(String hello) { System.out.println(hello+msg);}
    }
    ...
  }
}
```


3 Anonyme Klassen

- Der Klassenname **`MyEnum`** im vorherigen Beispiel enthält keinerlei Information ➜ Einsatz einer anonymen inneren Klasse:

```
class Test {
  private String array[] = { "hans", "otto", "max"};

  Enumeration enumerate() {
    return new Enumeration() {
      int counter = 0;
      public boolean hasMoreElements() {
        return counter < array.length; }
      public Object nextElement() {
        return array[counter++]; }
    };
  }
}
```

Ende des return Statements

4 Statische Innere Klassen

- Statische innere Klassen können nur auf statische Variablen und Methoden der umschliessenden Klasse zugreifen:

```
class Test {
  private static String array[] = { "hans", "otto", "max"};

  static class E implements Enumeration() {
    int count = 0;
    public boolean hasMoreElements() {
      return count < array.length; }
    public Object nextElement() {
      return array[count++]; }
  }
}
...
Enumeration e = new Test.E();
System.out.println(e.nextElement());
```