Übungen zu

Middleware

Wintersemester 2004/05

Teil I: Java

MW - Übung

A.1 Organisatorisches

- Projektverzeichnis
  - `/proj/i4mw/<loginname>`
- Übungsaufgaben müssen abgegeben werden
- Abgabe mittels Abgabeprogramm
  - `/proj/i4mw/pub/abgabe aufgabe1`
- Übungsaufgaben bauen z.T. aufeinander auf

MW - Übung

A Übersicht

A.1 Organisatorisches

- Tafelübungen
  - Dienstag 10.15 - 11.45 Uhr Raum 2.037
  - Mittwoch 12.15 - 13.45 Uhr Raum 0.031
- Rechnerübungen
  - Mittwoch 16.00 - 18.00 Uhr Raum 00.159
  - Donnerstag 14.00 - 16.00 Uhr Raum 00.156
  - Rechnerraum ist reserviert, Betreuung (nur) bei Bedarf
- Ansprechpartner
  - Meik Felser Raum 0.042 felser@informatik.uni-erlangen.de
  - Rüdiger Kapitza Raum 0.042 rrkapitz@informatik.uni-erlangen.de
  - Andreas Weißel Raum 0.045 weissel@informatik.uni-erlangen.de

MW - Übung

A.2 Inhalt

MW - Übung

B Überblick über die 1. Übung

- Java Überblick
- OO Grundlagen und Konzepte mit Java
  - Abstraktion, Kapselung, Objekte
  - Klassen, Methoden, Variablen, Konstruktoren
  - Referenzen, Aufrufsemantik, Gleichheit, Identität
  - Vererbung (Ersetzungsprinzip), Überladen, Überschreiben
  - dynamisches Binden, Typenermittlung
  - abstrakte Klassen, Interfaces
  - Modularität: Packages & Sichtbarkeitsattribute
  - statische Elemente
  - Konstanten (final Methoden, final Klassen)
  - innere Klasssen
- Fehlerbehandlung (Exceptions)

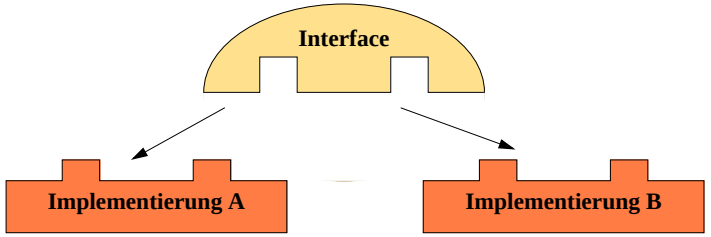
B.1 OO-Grundlagen mit Java

- Fundamentale Konzepte der objektorientierten Programmierung:

Abstraktion
und
Kapselung

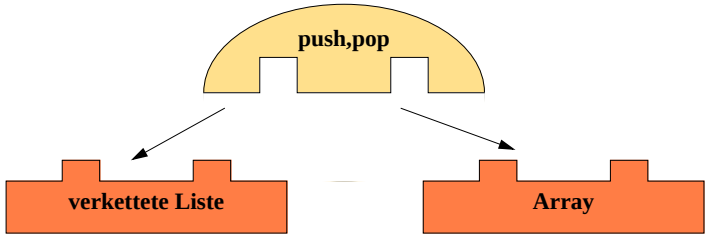
1 Abstraktion

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

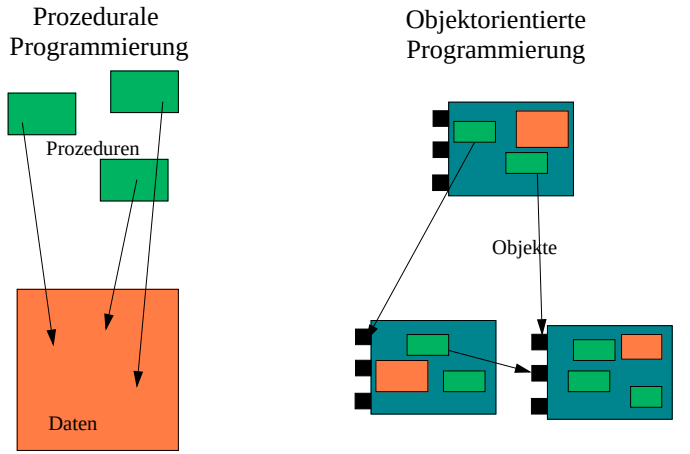


1 Abstraktion

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

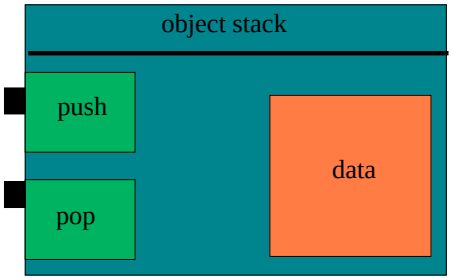


2 Kapselung



2 Kapselung

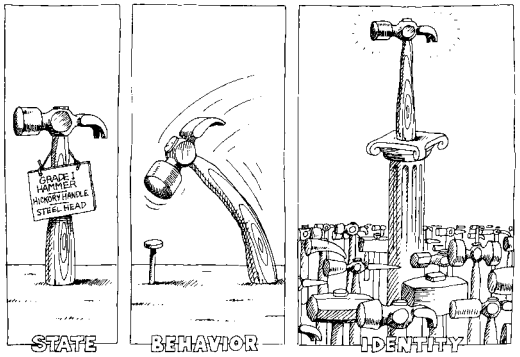
- Objekte: Gekapselte Datenstruktur, bestehend aus:
  - Daten (Instanzvariablen, Attribute)
  - Methoden (Operationen)



- Kapselung unterstützt die Bildung von Abstraktionen.

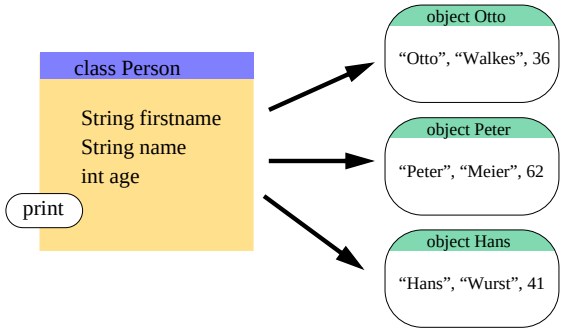
B.2 Objekte

1 Eigenschaften von Objekten



2 Klassen

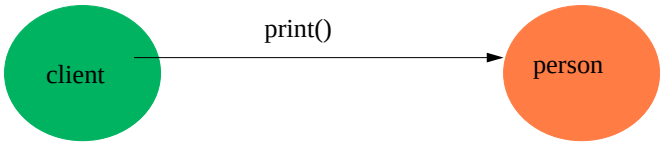
- Objekte sind *Instanzen* einer Klasse.
- Die Klasse bestimmt die interne Struktur und die Schnittstelle eines Objekts.
- Beispiel:



3 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.

4 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 !!
}
```


5 Objekt-Initialisierung

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

6 Konstruktoren

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

6 Konstruktoren (2)

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

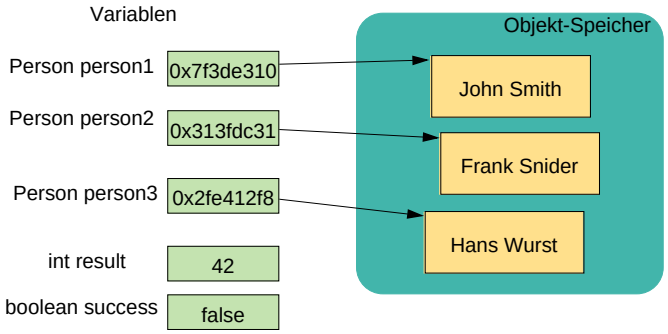
```
class Person {
    String name;
    int age;

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

7 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-
```



8 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
```


9 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
}
```


10 Gleichheit und Identität

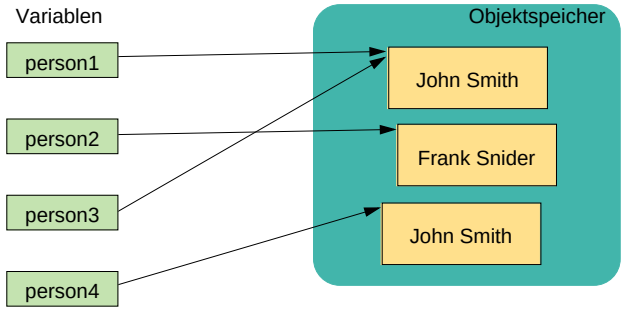
- Unterschied zwischen *gleichen Objekten* und *identischen Objekten*:

```
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

11 Identität und Referenzen

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



- Welche Personen sind identisch, welche gleich?

B.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.

12 Testen von Gleichheit und Identität

- Identität kann mit dem Operator == getestet werden:

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

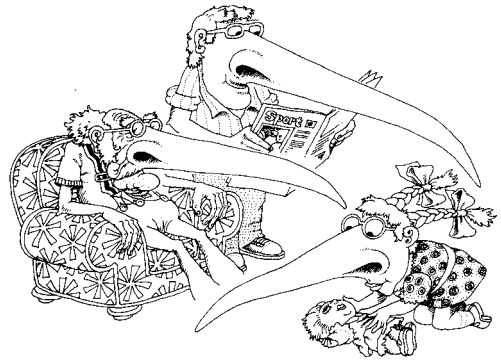
- Gleichheit kann mit der Methode **`equals`** getestet werden:

```
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;
  }
}
```


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

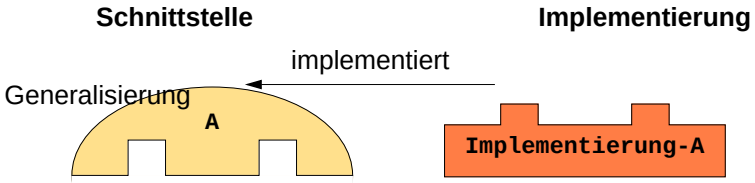
- Unterklassen erben
  - Zustand (Instanzvariablen) und
  - Verhalten (Methoden) von der Oberklasse.
- Unterklassen können:
  - neue Instanzvariablen einführen
  - neue Methoden einführen
  - geerbte Instanzvariablen verdecken (vorsicht!)
  - geerbte Methoden überschreiben

4 Das Ersetzungsprinzip

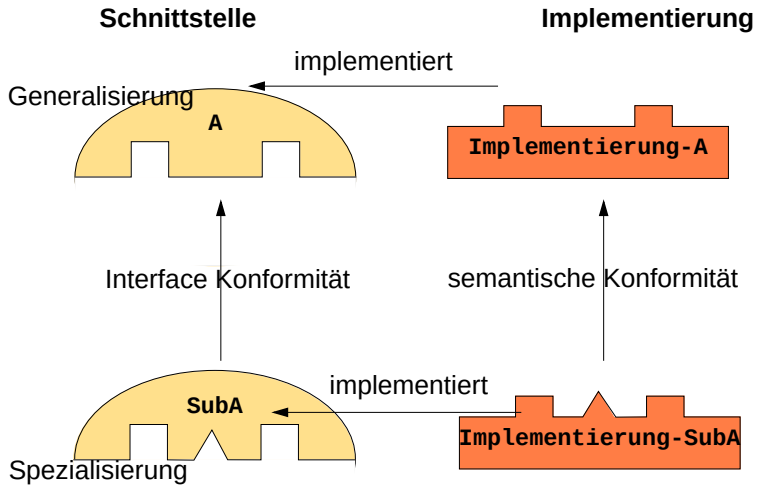
- Wenn ein Objekt der Oberklasse erwartet wird, kann immer auch ein Objekt einer Unterklasse verwendet werden.
  - wichtigster Typ des Polymorphismus
- Vererbung ist Spezialisierung ("ist ein" Relation)
- alles was für die Generalisierung gilt muss auch auf die Spezialisierung zutreffen.
  - Die Spezialisierung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

→ Abstraktion

5 Vererbung ist Spezialisierung

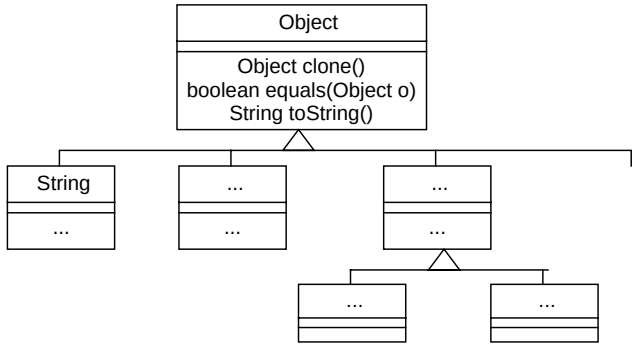


B.3 Vererbung ist Spezialisierung



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)

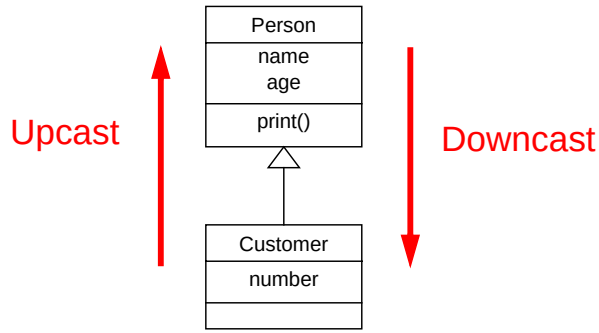
- Beispiel:

```
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");
```


B.4 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`

B.5 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

B.6 Fehlerbehandlung

- Programm beenden (**`System.exit()`**)
  - meist eine schlechte Idee
- Ausgabe einer Fehlermeldung
  - hilft nicht den Fehler zu überwinden
- spezieller Rückgabewert kennzeichnet Fehler
  - Konstruktoren haben keinen Rückgabewert
  - Was ist wenn die Methode den Wertebereich des Rückgabewerts bereits voll ausnutzt?
- Aufruf einer benutzerdefinierten Fehlerroutine
  - unschön
  - Was muss diese Methode tun?
- Lösung: Ausnahmebehandlung (Exceptions)!

3 Kapselung

- ohne Kapselung:

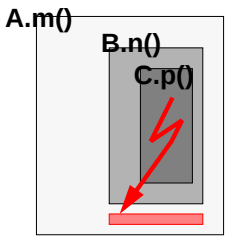
```
class Person {
    public String name;// "name" can be modified/read globally
}
```

- besser:

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


1 Was ist Ausnahmebehandlung?

- Weiterreichen des Programmflusses vom Fehlerursprung zur Fehlerbehandlung



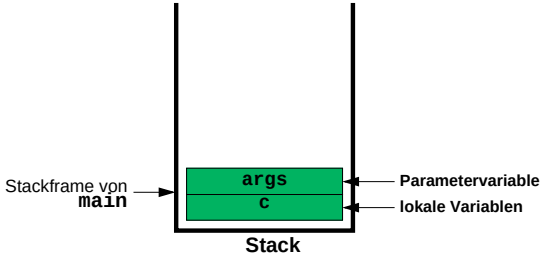
- Verantwortlichkeit:
  - Autor eines Codestücks kann den Fehler erkennen, weiß jedoch nicht wie er behandelt werden soll.
  - Benutzer des Codes weiß was zu tun ist, hat jedoch nicht die Möglichkeit den Fehler zu erkennen.

2 Was passiert bei einem Methodenaufruf?

```
class Customer {
 void createAccount
              (Bank bank) {
  Account account =
                new Account();
  bank.newAccount(account, 5);
```

```
class Bank {
  void newAccount
        (Account a, int i) {
      int counter = 0;
    ...
  }
```

```
class Main {
  public static void main(String
args[]) {
       Customer c = new Customer();
       c.createAccount(new Bank());
```

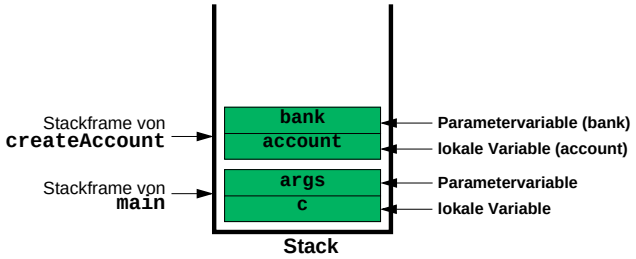


2 Was passiert bei einem Methodenaufruf? (2)

```
class Customer {
  void createAccount(Bank
bank) {
    Account account = new
Account();
    bank.newAccount(account,
```

```
class Bank {
  void newAccount(Account a, int
i) {
      int counter = 0;
    ...
  }
```

```
class Main {
  public static void main(String
args[]) {
       Customer c = new Customer();
       c.createAccount(new Bank());
```

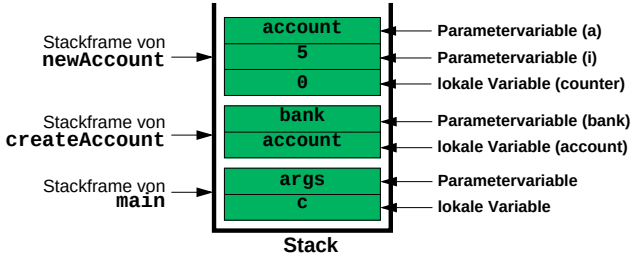


2 Was passiert bei einem Methodenaufruf? (3)

```
class Customer {
  void createAccount(Bank
bank) {
    Account account = new
Account();
    bank.newAccount(account,
```

```
class Bank {
  void newAccount(Account a, int
i) {
      int counter = 0;
    ...
  }
```

```
class Main {
  public static void main(String
args[]) {
       Customer c = new Customer();
       c.createAccount(new Bank());
```

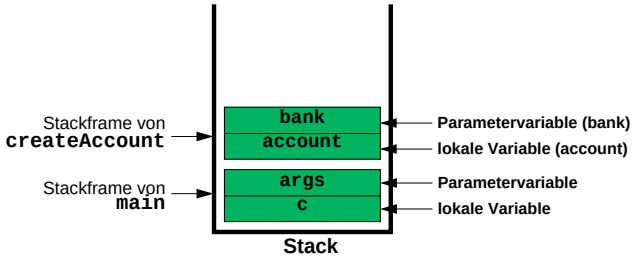


2 Was passiert bei einem Methodenaufruf? (4)

```
class Customer {
  void createAccount(Bank
bank) {
    Account account = new
Account();
    bank.newAccount(account,
```

```
class Bank {
  void newAccount(Account a, int
i) {
      int counter = 0;
    ...
  }
```

```
class Main {
  public static void main(String
args[]) {
       Customer c = new Customer();
       c.createAccount(new Bank());
```

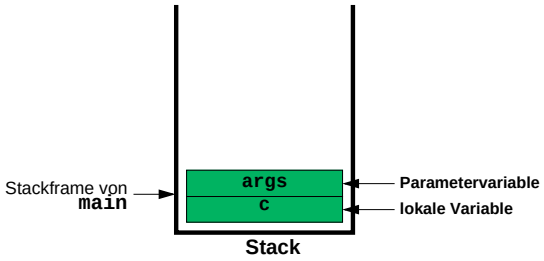


2 Was passiert bei einem Methodenaufruf? (5)

```
class Customer {
  void createAccount(Bank
bank) {
    Account account = new
Account();
    bank.newAccount(account,
```

```
class Bank {
  void newAccount(Account a, int
i) {
       int counter = 0;
    ...
  }
```

```
class Main {
  public static void main(String
args[]) {
       Customer c = new Customer();
       c.createAccount(new Bank());
```

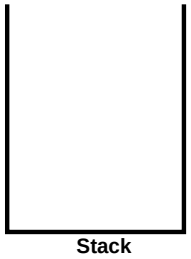


2 Was passiert bei einem Methodenaufruf? (6)

```
class Customer {
  void createAccount(Bank
bank) {
    Account account = new
Account();
    bank.newAccount(account,
```

```
class Bank {
  void newAccount(Account a, int
i) {
       int counter = 0;
    ...
  }
```

```
class Main {
  public static void main(String
args[]) {
       Customer c = new Customer();
       c.createAccount(new Bank());
```



3 Try, Throw und Catch-Anweisung

```
try {
   ...
   if (...) throw new MyException();
   ...
} catch(MyException e) {
   // exception handler
   ...
}
```

- throw wird benutzt um eine *Ausnahme* (*Exception*) zu werfen
- ein **`catch`**-Block muss direkt nach dem **`try`**-Block folgen
- es kann mehr als nur einen **`catch`**-Block geben
  - der passende catch-Block wird nach der Programmreihenfolge gesucht
- ein Methode muss nicht alle Exception fangen
  - nicht gefangene Exception werden automatisch an die aufrufende Methode weitergereicht

4 Finally-Anweisung

- der **`finally`**-Block wird immer beim Verlassen eines **`try`**-Blockes ausgeführt
  - kann zum Aufräumen benutzt werden bei (un-)behandelten Ausnahmen

```
try {
   ...
} catch(...) {
   ...    // Fehlerbehandlung
} finally {
   ...    // Ressourcen freigeben
}
```

- ein **`finally`**-Block kann auch ohne **`catch`**-Block benutzt werden:

```
try {
   ...
   if (...) return;
   ...
} finally { ... }
```

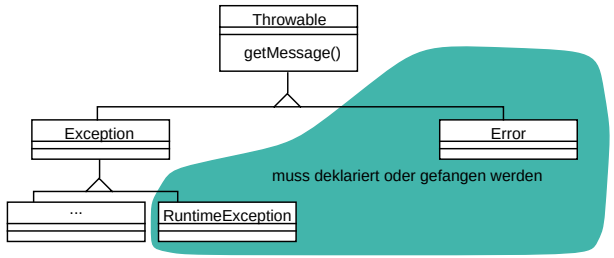
5 throws-Anweisung

- unbehandelte Exceptions müssen bei der Methode angeben werden:

```
class Test {
    void m() throws MyException {
        ...
        if (...) throw new MyException();
        ...
    }
}
```


6 Fehlerklassen

- alle Exceptions sind von **`Throwable`** abgeleitet
- Ausnahmen die beinahe überall auftreten können sind:
  - **`Error`**: Linkerfehler, Fehler im Format von Klassendateien, out of memory,..
  - **`RuntimeException`**: array index, null pointer, illegal cast, ...
- Ausnahmen von Anwendungen sind von **`java.lang.Exception`** abgeleitet



7 Ausnahmen und Vererbung: Fehlerbehandlung

- Ausnahmebehandlung von Unterklassen durch mehrere catch-Blöcke
- Bemerkung: Die Oberklasse behandelt alle Unterklassen, die Oberklasse sollte daher immer am Ende “gefangen” werden:

```
class MathException {}
class ZeroDivideException extends MathException {}
class InvalidArgException extends MathException {}
try {
    ...
} catch(ZeroDivideException e) {
    ...
} catch(InvalidArgException e) {
    ...
} catch(MathException e) {
    ...
}
```


8 Beispiel

```
class TestException extends Exception {
  public TestException(String s) {super(s);}
}

public class Test {

  public void hello() throws TestException {
    if (...) throw new TestException("...an error msg...");
  }

  public void testIt() {
    try {
      hello();
      ...
    }
    catch (TestException t) {
      System.out.println("Exception raised:" + t.getMessage());
    }
    finally {
      // clean up
    }
  }
}
```

9 Ausnahmen und Vererbung: Throwing

- Können überschriebene Methoden andere Exceptions werfen, als die ursprüngliche Methode?
- Grundsatz:
  - Unterklassen können überall dort verwendet werden wo die Oberklasse erwartet wird.
  - Unterklassen sind “besser” als Oberklassen.
- das bedeutet:
  - Unterklassen dürfen keine zusätzlichen Exception werfen.
  - Unterklassen können Unterklassen von den deklarierten Ausnahmen der Oberklasse werfen.
  - Unterklassen dürfen keine Oberklassen von den ursprünglich deklarierten Ausnahmen werfen.

9 Beispiel

```
class E1 extends Exception {}
class E2 extends Exception {}
class E3 extends E2 {}
class A {
    void m() throws E2 {}
}
class B extends A {
    void m() throws ??? {}
}
```

- ??? =

9 Beispiel (2)

```
class E1 extends Exception {}
class E2 extends Exception {}
class E3 extends E2 {}
class A {
    void m() throws E2 {}
}
class B extends A {
    void m() throws ??? {}
}
```

- ??? =

Falsch sind:	Richtig sind:
`E1`	`E2`
`Exception`	`E3`
`...`	keine

10 Zusammenfassung: Exceptions

- werfen von Ausnahmen: `throw new MyException("...");`
- Programm-Block für den die Ausnahmebehandlung gilt: `try { ... }`
- Ausnahmebehandlung:
  ```
  try {
  ... throw new MyException("..."); ...
  } catch(MyException e) { ... }
  ```
- Zusätzlich: **`finally`**-Block
- Ausnahmen müssen von **`Throwable`** abgeleitet sein.
- Ausnahmen von Anwendungen sollten von **`Exception`** abgeleitet werden.
- Ausnahmen müssen bei der Methodendeklaration angegeben werden: `void mymethod() throws ...`

B.7 Hinweise zur 1. Aufgabe

- Lesen von Kommandozeile

```
InputStreamReader is = new InputStreamReader(System.in);
BufferedReader br = new BufferedReader(is);
String myline = br.readLine();
```

- StringTokenizer
  - Schneidet Strings in Tokens
  - Definiert in: **`java.util`**
  - Beispiel:

```
String str = "Hello this is a test"
StringTokenizer tokenizer = new StringTokenizer(str);

// Token einlesen bis zum Ende des Strings
while(tokenizer.hasMoreTokens()) {
        System.out.println(tokenizer.nextToken());
}
```