Objektorientierte und Funktionale Programmierung

SS 2013

3 Objektorientierter Entwurf mit UML und Java

Prüfungstermine OFP im Sommersemester 2013

Klausurtermine

- Montag, 05.08.13, 10-12 Uhr, Audimax
- Freitag, 20.09.13, 10-12 Uhr, Turnhalle

Anmeldezeitraum

- Der Anmeldezeitraum für die Klausuren läuft vom

10.06.13 bis 27.06.13 (KW 24-26)

3 Objektorientierter Entwurf mit UML und Java …

Lernziele

- Vorgehensweise beim objektorientierten Entwurf kennen
- Detaillierteres Wissen über UML Klassendiagramme
- Klassen in Java definieren können

Literatur

- **[Ba05], LE 11, 12**
- [Ba99], LE 4, 5
- [BK03], Kap. 1, 2

Aufgabe des objektorientierten Entwurfs

- Entwicklung eines Lösungskonzepts unter Berücksichtigung der Rahmenbedingungen
  - dazu notwendig: Defintion einer (fachlichen und technischen) Anwendungsarchitektur
    - Strukturierung in Komponenten, Schichten, etc.
- In EI II im Vordergrund: Verfeinerung des Klassendiagramms
  - OOD-Modell enthält alle Klassen, Attribute und Operationen des späteren Programms
    - mit syntaktisch korrekten Namen
  - das fertige OOD-Modell kann direkt (auch automatisch) in einen Programm**rahmen** übersetzt werden
    - enthält noch keine Implementierung der Operationen

Verfeinerung der Klassendiagramme beim Entwurf

- Festlegung von Datentypen der Attribute
- Genauere Spezifikation von Operationen
  - Parameter und Ergebnisse, sowie deren Datenypen
- Definition der Sichtbarkeit von Attributen und Operationen
  - Umsetzung des Geheimnisprinzips
- Verfeinerte Spezifikation von Assoziationen
- Objektverwaltung
- Einführung von abstrakten Operationen und Schnittstellen
- Strukturierung mit Hilfe von Paketen

Anmerkung zur Vorgehensweise der Vorlesung

- Für jedes Konzept des OOD-Klassendiagramms wird auch die
- Umsetzung in die Programmiersprache Java gezeigt
  - obwohl diese Umsetzung nicht mehr zum Entwurf gehört

Java

- Objektorientierte Programmiersprache
- 1996 von Sun Microsystems entwickelt
- Stark an C++ angelehnt, aber einfacher
- Wird vor allem bei Internet-Anwendungen eingesetzt

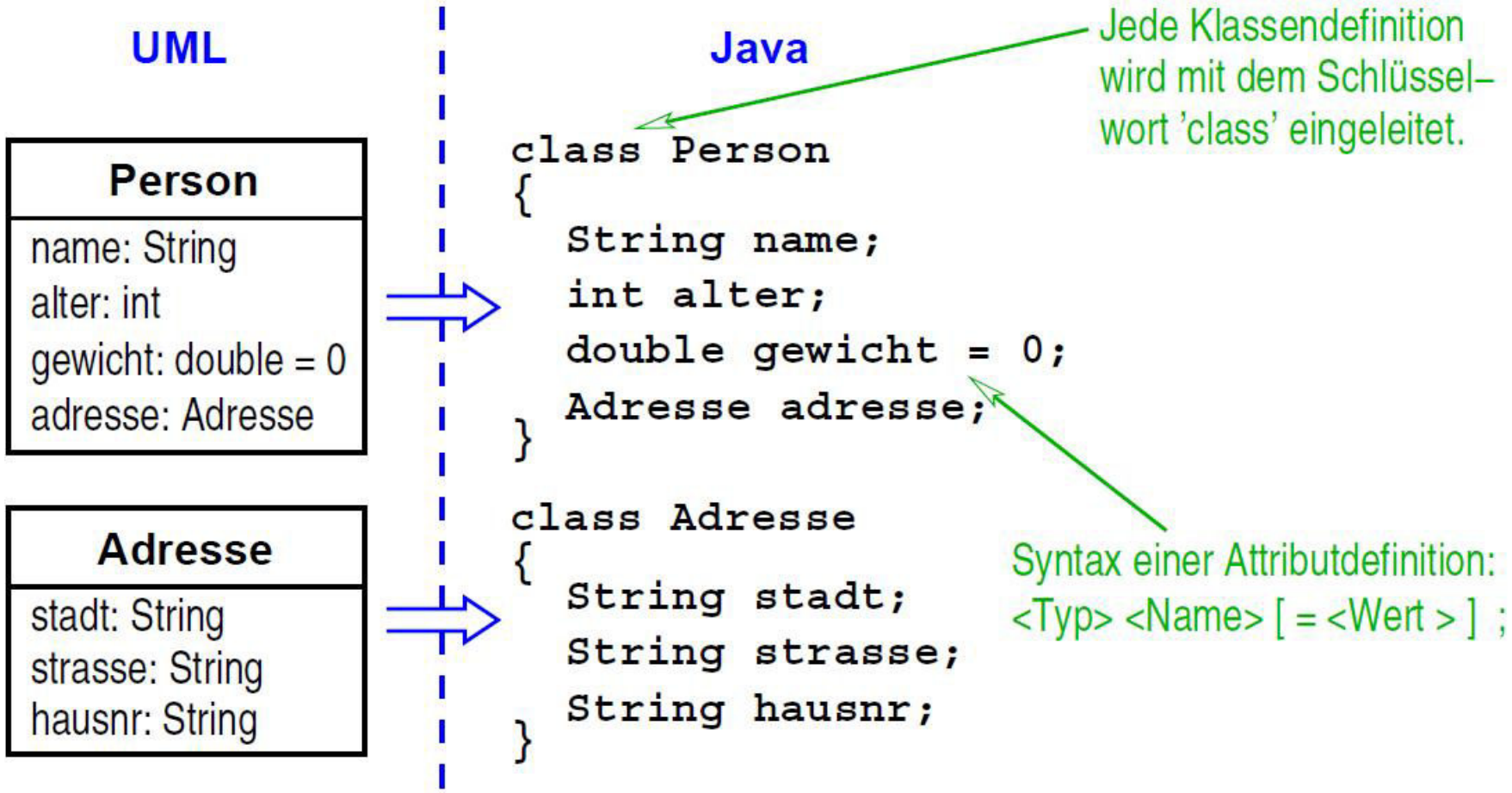
3.1 Attribute

- Zur Programmierung: jedes Attribut muß einen festen Datentyp besitzen
  - das Attribut kann nur Werte dieses Typs besitzen

- Als Attributtypen sind möglich:
  - vordefinierte, primitive Datentypen
    - in Java u.a.:
      - int: ganze Zahl, z.B. 0, 42, -17
      - double: Gleitkommazahl, z.B. .1, 3.1415, -17e-2
      - String: Zeichenkette, z.B. "Hallo"
  - eigene Datentypen
    - in Java definiert jede Klasse auch einen Datentyp

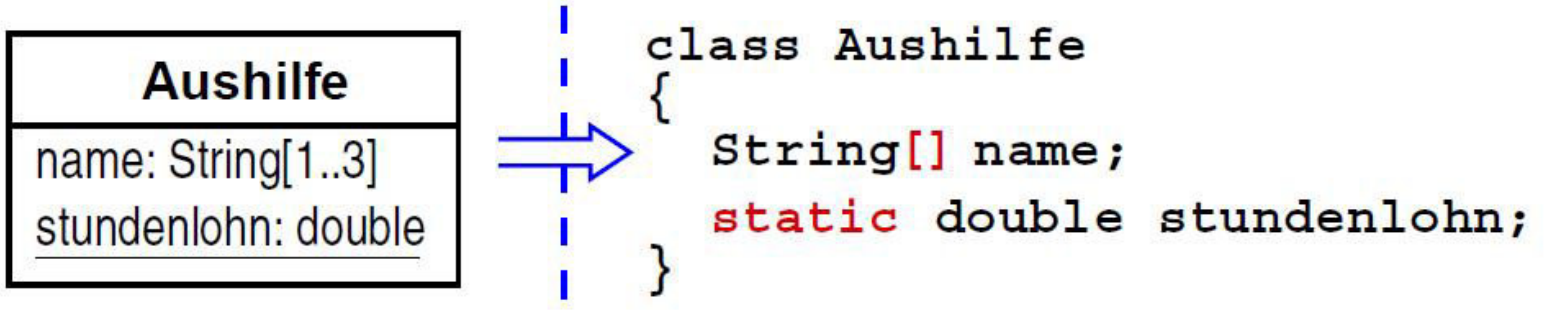
3.1 Attribute ...

Umsetzung in Java: einfache Attribute



3.1 Attribute ...

Umsetzung in Java: Multiplizitäten, Klassenattribute

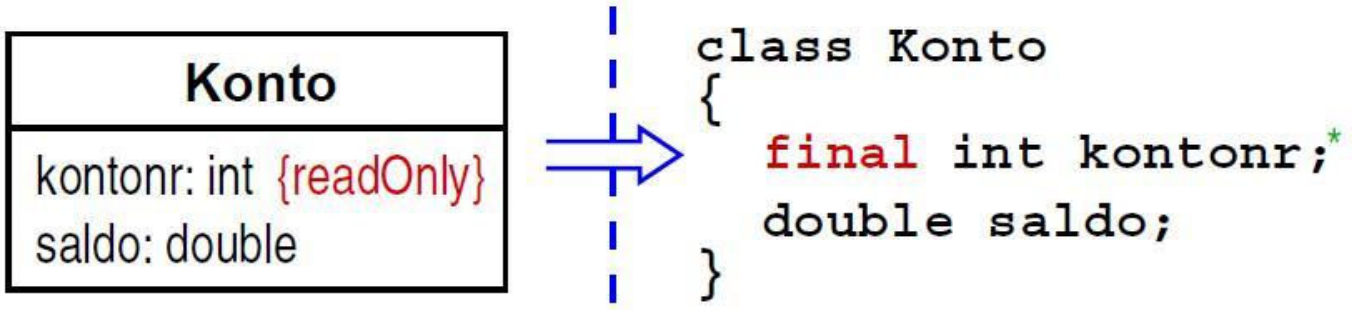


- Attribute mit Multiplizität ungleich 1 werden in Java durch **Felder** (***Arrays***) dargestellt (siehe später)
  - in Java erfolgt bei der Deklaration eines Feldes keine Angabe, wieviel Elemente es enthalten kann
- Klassenattribute werden durch das vorgestellte Schlüsselwort static gekennzeichnet

3.1 Attribute ...

Unveränderliche Attribute

- Attribute können als nicht veränderbar gekennzeichnet werden
  - ihre Werte bleiben nach der Erzeugung (Initialisierung) des Objekts konstant
  - z.B. die Kontonummer eines Kontos
- Darstellung in UML und Java:



* vgl. Abschnitt 3.4!

3.2 Operationen

- Für jede Operation einer Klasse muß festgelegt werden:
  - Name der Operation
  - Liste aller Parameter (ggf. leer) mit folgenden Angaben:
    - Name des Parameters
    - Parameter-Typ
      - analog zu Attributen, ggf. auch mit Multiplizität
    - Richtung des Datenflusses:
      - Eingabewert, Ausgabewert oder beides
  - Falls die Operation einen Ergebniswert liefert: Typ des Ergebniswerts
- Der Name bildet zusammen mit der Liste der Parameter(typen) die **Signatur** einer Operation

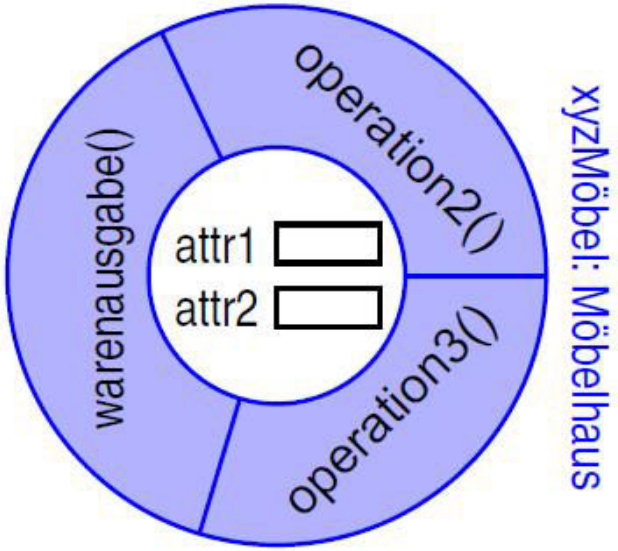
3.2 Operationen ...

Zur Richtung von Parametern

UML–Darstellung:

Möbelhaus
warenausgabe(inout rechnung: Rechnung, in geldBetrag: double, out wechselGeld: double) : Ware . . .

Ablauf eines Operations–Aufrufs:



3.2 Operationen ...

Umsetzung in Java: einfache Operationen und Parameter

Operation ohne Rückgabewert

Methodenkopf: definiert den Signatur der Operation

Kreis
zeichnen()
verschieben(in dx: int, in dy: int)
skalieren(in faktor: double)
berechneFlaeche(): double

Methodenrumpf: definiert die Programmcode für die Implementierung der Operation

```
class Kreis
{
    void zeichnen() {
        … // Code der Operation 'zeichnen'
    }
    void verschieben(int dx, int dy) {
        … // Code der Operation 'verschieben'
    }
    void skalieren(double faktor) {
        … // Code der Operation 'skalieren'
    }
    double berechneFlaeche() {
        … // Code der Operation 'berechneFlaeche'
    }
}
```

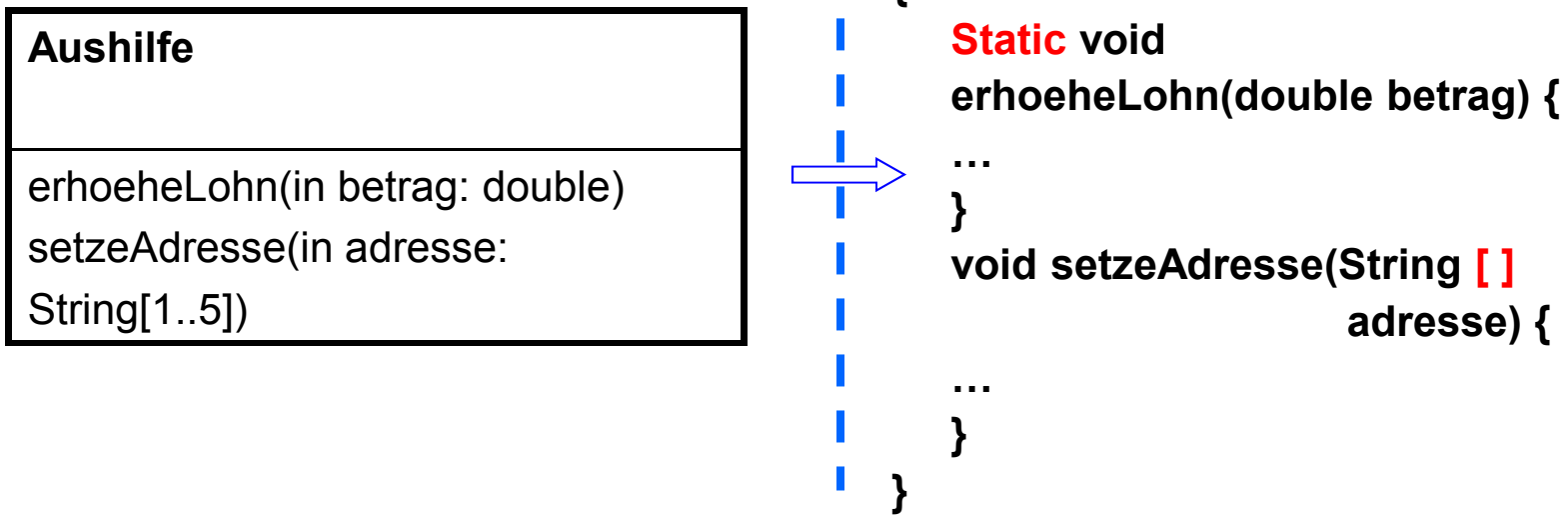
3.2 Operationen ...

Anmerkungen

- In UML ist die Angabe einer Parameterliste optional
  - wenn eine Liste angegeben wird, muß sie mindestens die Namen der Parameter enthalten
- In Java muß die Parameterliste immer angegeben werden (falls die Operation Parameter hat)
  - für jeden Parameter muß Name und Typ definiert werden
  - es gibt keine Angabe der Richtung
    - wir betrachten vorerst nur Eingabe-Parameter
    - mehr dazu später!
- Operationen ohne Ergebnis werden in Java durch den Ergebnis”typ“ void gekennzeichnet

3.2 Operationen ...

Umsetzung in Java: Multiplizitäten, Klassenoperationen



- Multiplizitäten bei Parametern werden analog zu Attributen umgesetzt
- Klassenoperationen werden durch das vorgestellte Schlüsselwort **static** gekennzeichnet

3.2 Operationen ...

Überladen von Operationen

- Eine Klasse darf mehrere Operationen mit dem gleichen Namen besitzen, falls sich deren Parameterlisten unterscheiden:
  - in der Anzahl der Parameter
  - oder in mindestens einem Parametertyp
- Man spricht dann von einer **überladenen Operation**
- Operationen mit gleicher Signatur, die sich nur im Ergebnistyp unterscheiden, sind nicht erlaubt
  - ein Objekt kann sonst beim Empfang einer Botschaft die auszuführende Operation nicht eindeutig bestimmen

3.2 Operationen ...

Beispiele zum Überladen

Zulässig:

```
class Ware {
  // Bezahlen per Überweisung
  void bezahlen(double betrag,
                Konto konto) {
     ...
  }

  // Bezahlen per Kreditkarte
  void bezahlen(double betrag,
                Kreditkarte karte) {
     ...
  }
}
```

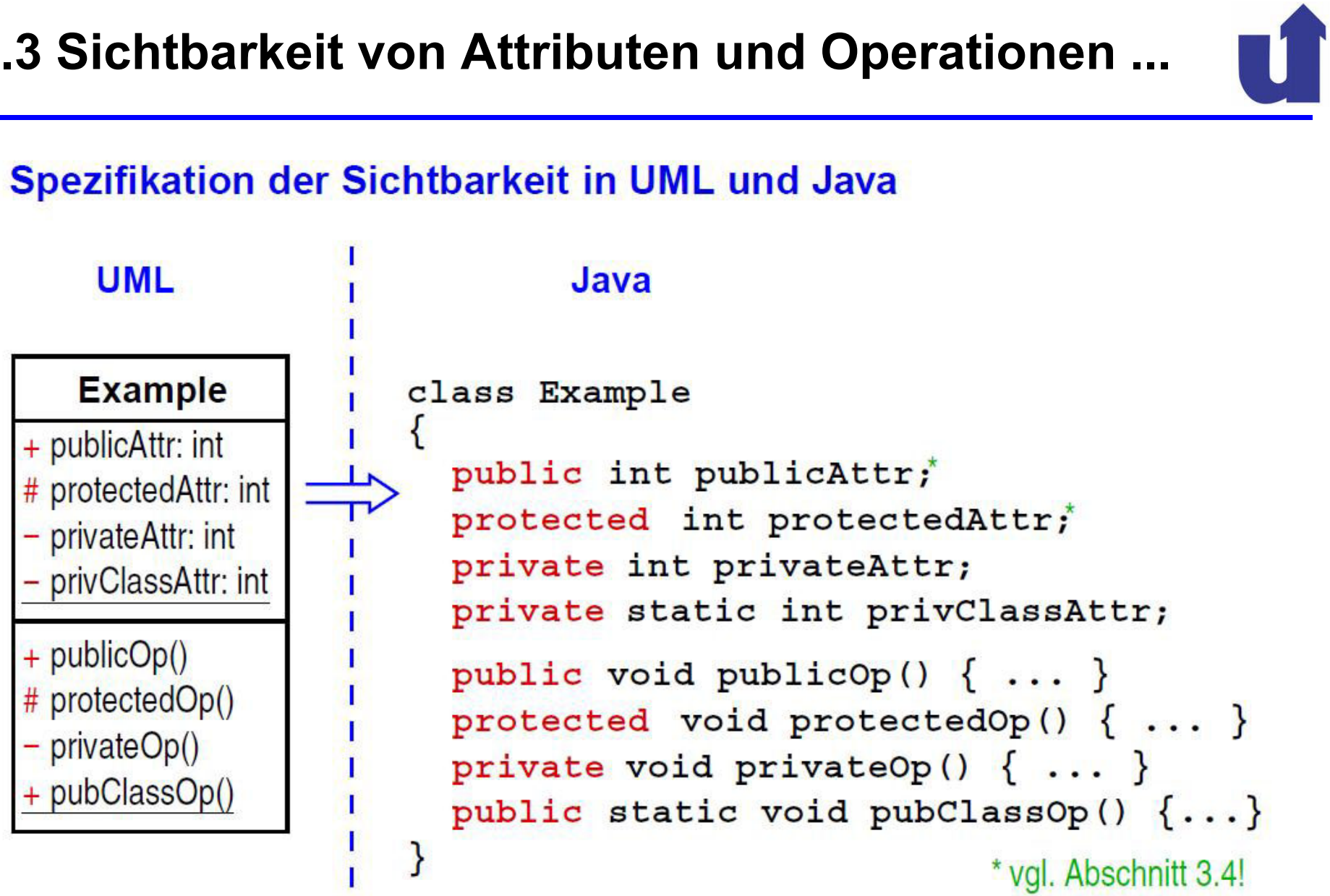
Unzulässig:

```
class KursVerwaltung {
  // Suche Kurs, Ergebnis: KursNr.
  int suche(String stichwort) {
     ...
  }

  // Suche Kurs, Ergebnis: Titel
  String suche(String stichwort) {
     ...
  }
}
```

3.3 Sichtbarkeit von Attributen und Operationen

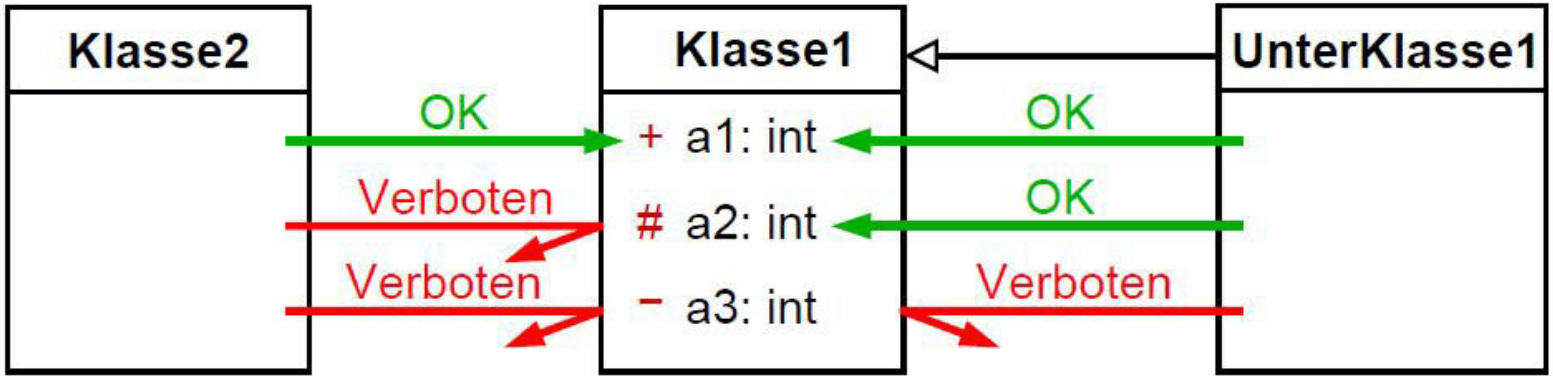
- UML und Java erlauben die Festlegung, welche Attribute und Operationen einer Klasse ”von Außen“ sichtbar sein sollen
  - zur Realisierung von Geheimnisprinzip und Datenkapselung
- Wir unterscheiden (zunächst) drei Sichtbarkeiten:
  - ***public*** (öffentlich): sichtbar für alle Klassen
    - auf Attribut kann von allen Klassen aus zugegriffen werden
    - Operation kann von allen Klassen aufgerufen werden
  - ***private*** (privat): sichtbar nur innerhalb der Klasse
    - kein Zugriff/Aufruf durch andere Klassen möglich
  - ***protected*** (geschützt): sichtbar nur innerhalb der Klasse und ihren Unterklassen

3.3 Sichtbarkeit von Attributen und Operationen ...



3.3 Sichtbarkeit von Attributen und Operationen ...

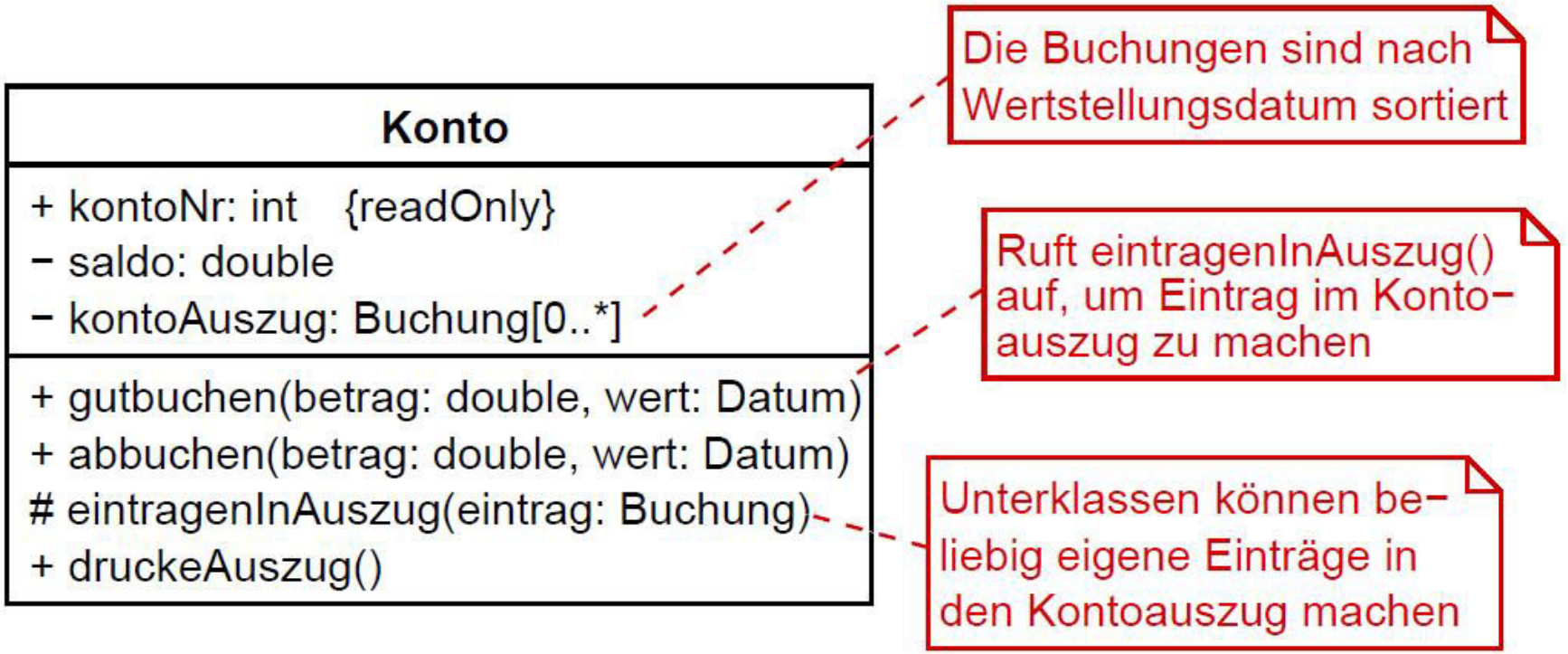
Auswirkung auf Zugriffsversuche zwischen Klassen



- Anmerkungen zu Sichtbarkeiten in Java:
  - die Bedeutung von *protected* ist etwas anders als in UML
    - obiges Diagramm gilt daher nur, wenn die Klassen in verschiedenen Paketen definiert wurden (=> **3.9**)
  - die Angabe *public/protected/private* kann auch entfallen
    - dies definiert eine spezielle Sichtbarkeit (=> **3.9**)

3.3 Sichtbarkeit von Attributen und Operationen ...

Beispiel: Kontoverwaltung



Anmerkung: hier wird auch die UML−Notation für Kommentare gezeigt

3.4 Get- und Set-Methoden

- In der **Implementierung** einer Klasse sollten Attribute immer *private* sein
  - Wahrung des Geheimnisprinzips: kein direkter Zugriff
- Konvention: Zugriff auf Attribute von außen nur über Get- und Set-Methoden, z.B.:

```
private String name;                    // Attribut
public String getName();                // Get−Methode
public void setName(String aName);      // Set−Methode
```

- Vorteil: Kapselung der Zugriffe
  - feste Schnittstelle nach außen, unabhängig von konkreter Speicherung bzw. Darstellung der Daten
  - Get- und Set-Methoden können Prüfungen vornehmen

3.4 Get- und Set-Methoden ...

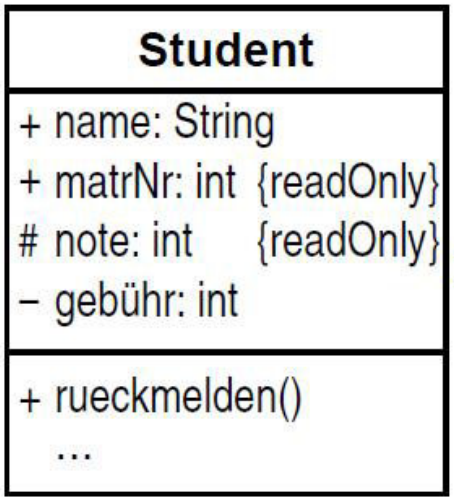
Hinweise zu Get- und Set-Methoden

- Namenskonvention beachten: getXxx(), setXxx()
- Get- und Set-Methoden werden i.d.R. nicht im Klassendiagramm dargestellt
  - nur das Attribut wird gezeigt
- Die Sichtbarkeit des Attributs im Klassendiagramm bestimmt die Sichtbarkeit der Get- und Set-Methoden im Java-Code
  - im Java-Code ist das Attribut selbst immer private
- Bei readOnly-Attributen:
  - Set-Methode ist private bzw. kann auch ganz fehlen
- Get- und Set-Methoden mit Verstand verwenden!
  - nur dort, wo es auch sinnvoll ist ...

3.4 Get- und Set-Methoden ...

Beispiel: eine Studentenklasse

UML



Hier kein setMatrNr(), da matrNr bei der Objekt–erzeugung direkt gesetzt wird

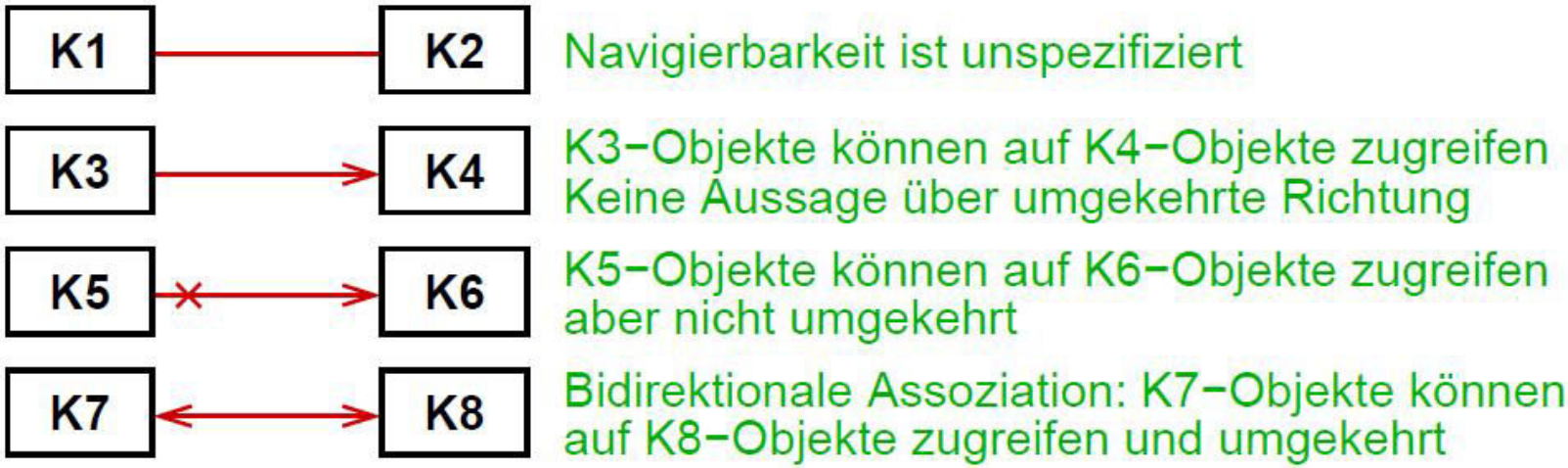
Java

```
class Student
{
  private String name;
  private int matrNr;
  private int note;
  private int gebühr;

  public String getName() {...}
  public void setName(String n) {...}

  public getMatrNr() {...}

  protected int getNote() {...}
  private void setNote(int n) {...}
}
```

Hier keine Get–/Set–Methoden für gebühr, da privates Attribut und keine Kontrolle der Zugriffe nötig ist

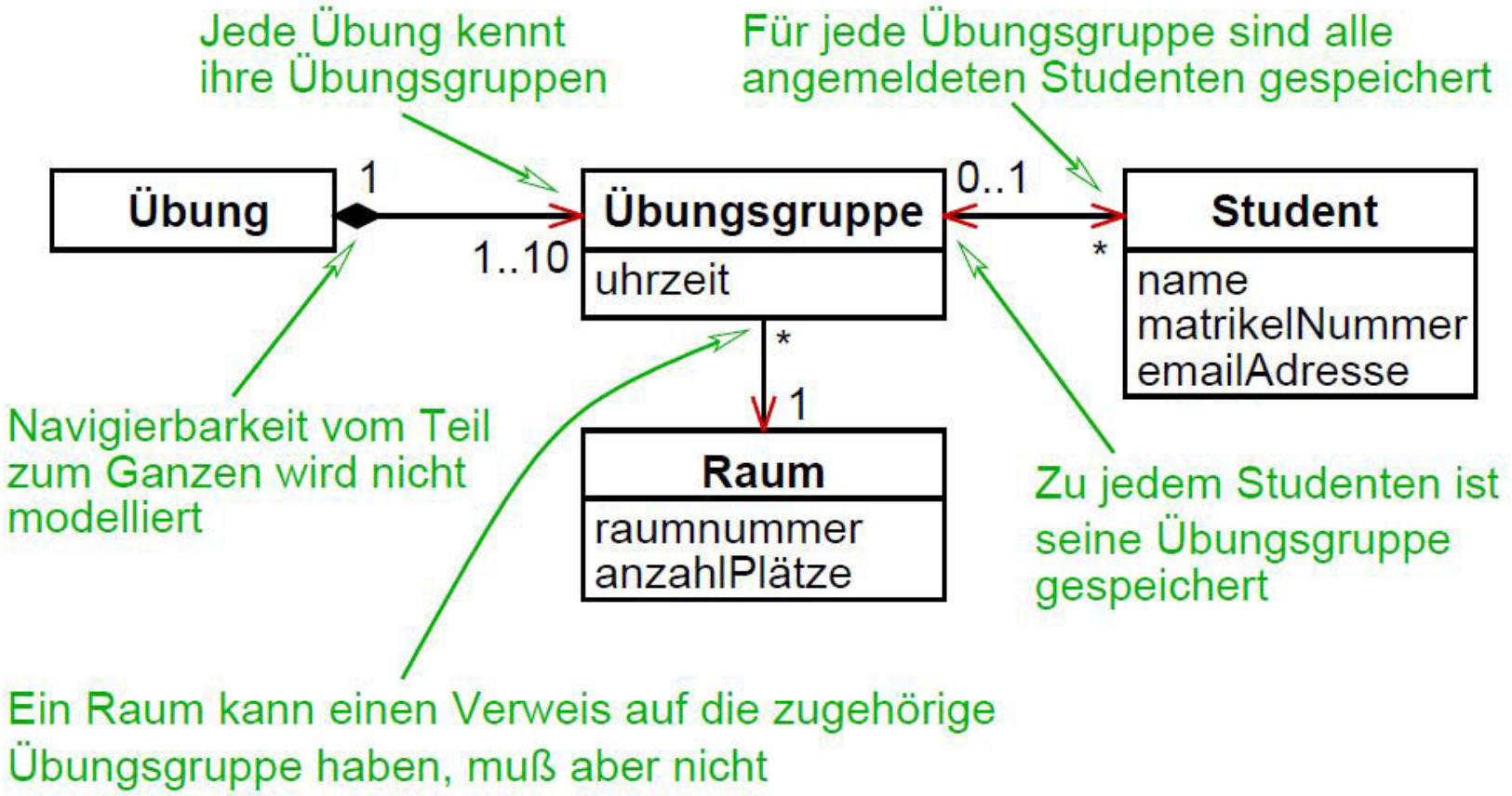
3.5 Assoziationen

- Im Entwurf wird zusätzlich die **Navigierbarkeit** modelliert:
  - Assoziation von A nach B navigierbar => Objekte von A können auf Objekte von B zugreifen (aber nicht notwendigerweise umgekehrt)
- Darstellung in UML:



3.5 Assoziationen ...

Beispiele zur Navigierbarkeit



3.5 Assoziationen ...

Realisierung von Assoziationen

- Was bedeutet die Navigierbarkeit für die Realisierung von Assoziationen?
  - **K1 - > K2** bedeutet, daß das K1-Objekt das K2-Objekt (bzw. die K2-Objekte) ”kennen“ muß
  - d.h., das K1-Objekt muß eine **Referenz** (auch **Verweis**, **Zeiger**) auf das K2-Objekt speichern
- In der Programmierung ist eine Referenz ein spezieller Wert, über den ein Objekt eindeutig angesprochen werden kann
  - z.B. Adresse des Objekts im Speicher des Rechners
  - Referenzen können wie normale Werte benutzt werden:
    - Speicherung in Attributen
    - Übergabe als Parameter / Ergebnis von Operationen

3.5 Assoziationen ...

Referenzen in Java

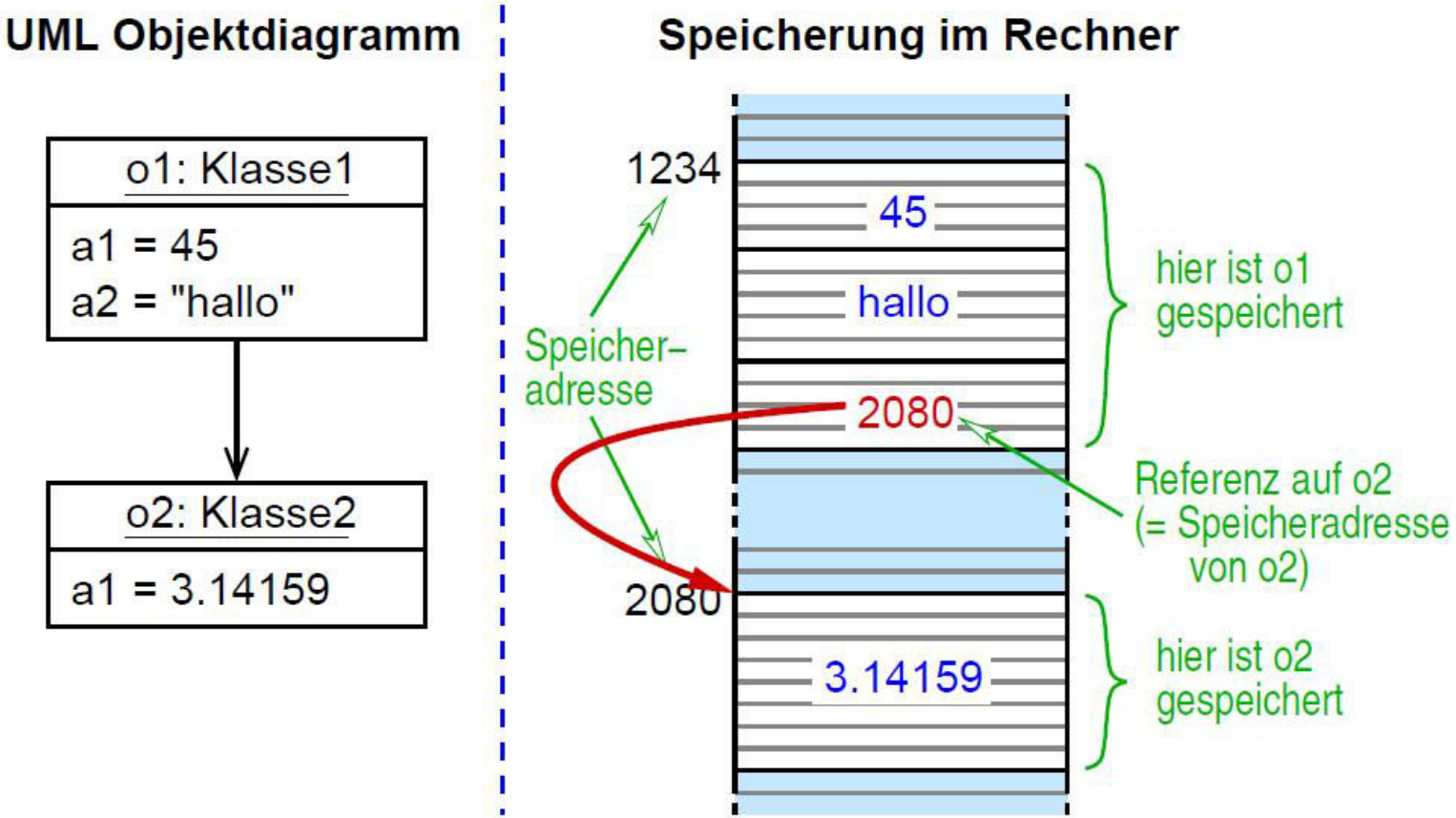
- In Java ist jeder Klassenname auch ein gültiger Datentyp
  - z.B. zur Deklaration von Attributen oder Parametern
- Beispiel:

```
class übungsgruppe {
Raum übungsraum;
...
```

- Der Datentyp ist dabei immer eine **Referenz** auf die angegebene Klasse (genauer: auf ein Objekt dieser Klasse)
  - im Beispiel: das Attribut übungsraum speichert eine Referenz auf ein Raum-Objekt, nicht das Objekt selbst!
- Anmerkung: Java unterscheidet (im Gegensatz zu C++) die Begriffe ”Referenz“ und ”Zeiger“ nicht

3.5 Assoziationen ...

Speicherung von Objekten im Rechner (Modellvorstellung)

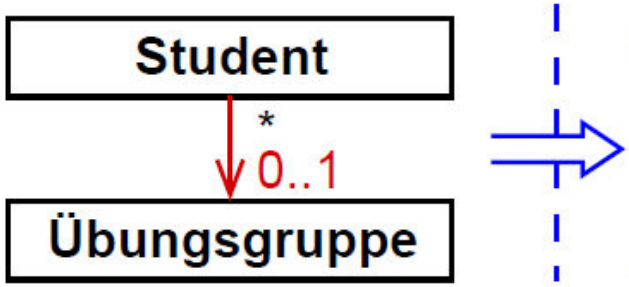


Umsetzung von Assoziationen in Java

- Muß-Assoziation (Navigation in eine Richtung)


```
class Übungsgruppe {
  Raum übungsraum;
  ...
}
class Raum { ... }
```

- Kann-Assoziation (Multiplizität 0..1, einseitige Navigation)

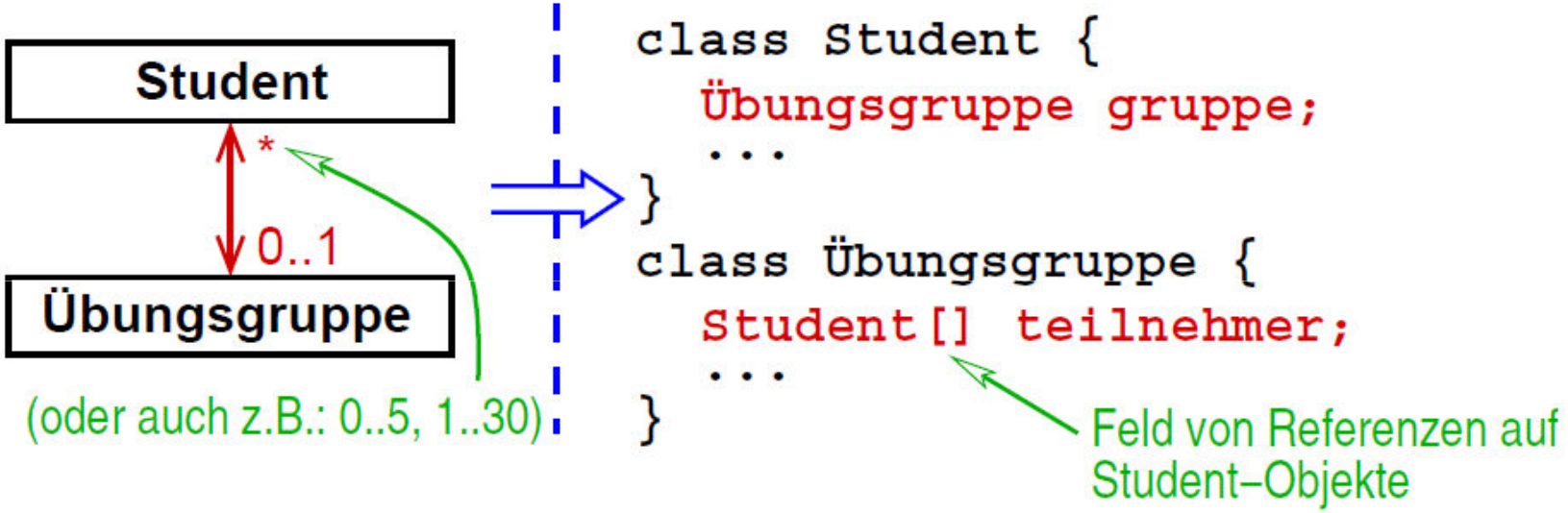



```
class Student {
  Übungsgruppe gruppe;
  ...
}
class Übungsgruppe { ... }
```

- spezieller Referenz-Wert `null` zeigt auf kein Objekt

Umsetzung von Assoziationen in Java ...

- Assoziation mit Multiplizität größer 1, beidseitige Navigation

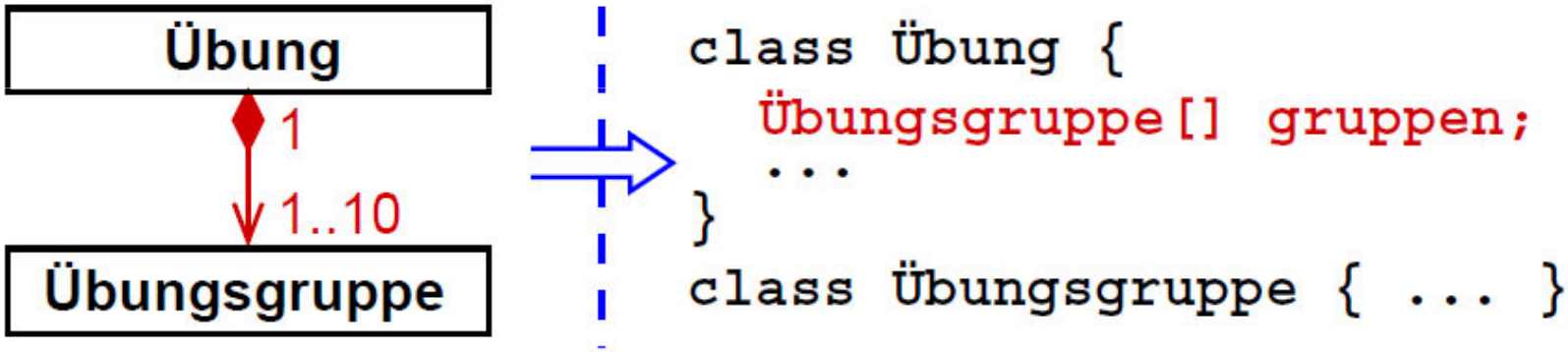


  - wie viele Elemente ein Feld enthalten kann wird erst bei der Initialisierung des Feldes festgelegt (siehe später)
  - statt eines Feldes können auch *Container* -Klassen aus der Java-Laufzeitbibliothek verwendet werden (siehe später)

3.5 Assoziationen ...

Umsetzung von Aggregation und Komposition in Java

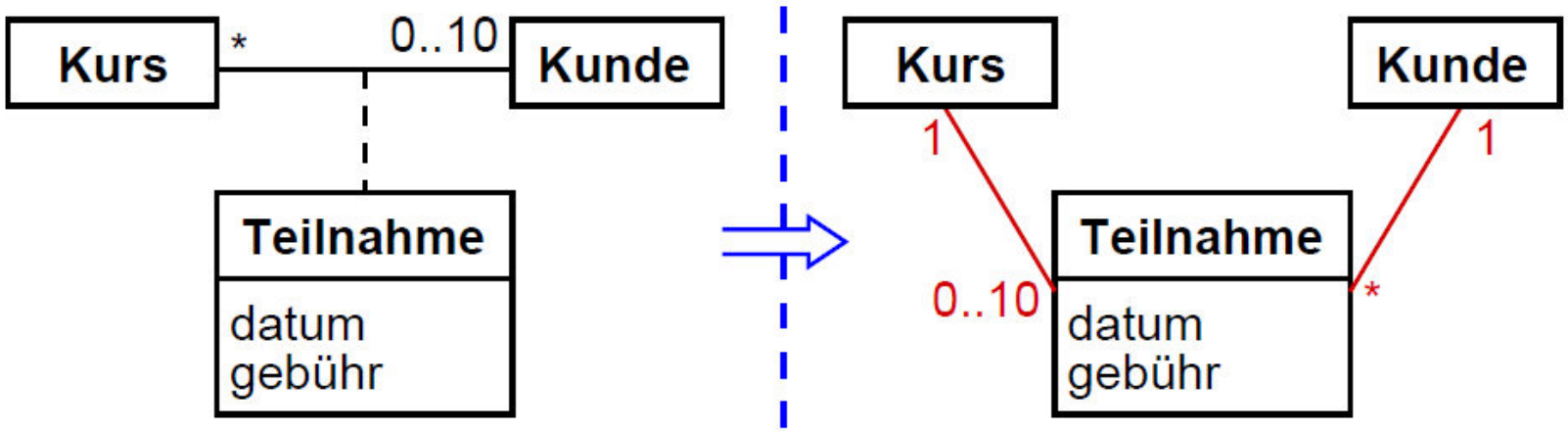
- Wie bei einfachen Assoziationen
  - Aggregat/Komposit-Objekt enthält i.a. Feld von Referenzen auf die Teil-Objekte:



- Bei der Komposition muß ggf. die Lebensdauer-Verwaltung der Teil-Objekte berücksichtigt werden

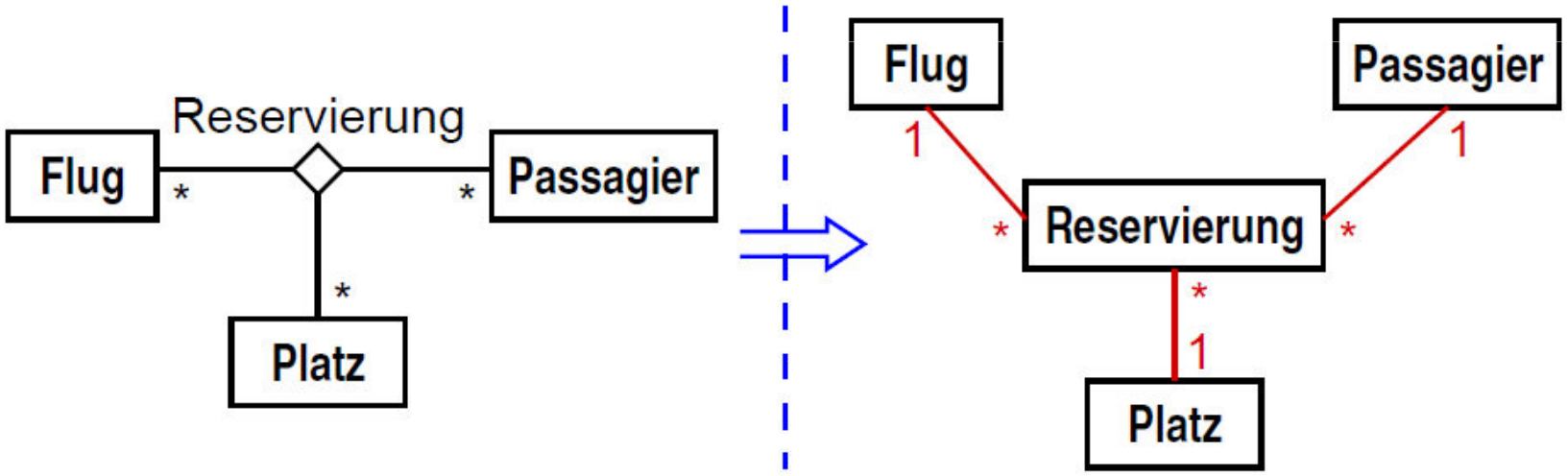
Auflösung von Assoziationsklassen

- Assoziationsklassen können durch Koordinator-Klassen ersetzt werden
  - ihre Haupt-Aufgabe ist, sich zu merken, wer wen kennt
- Beispiel:



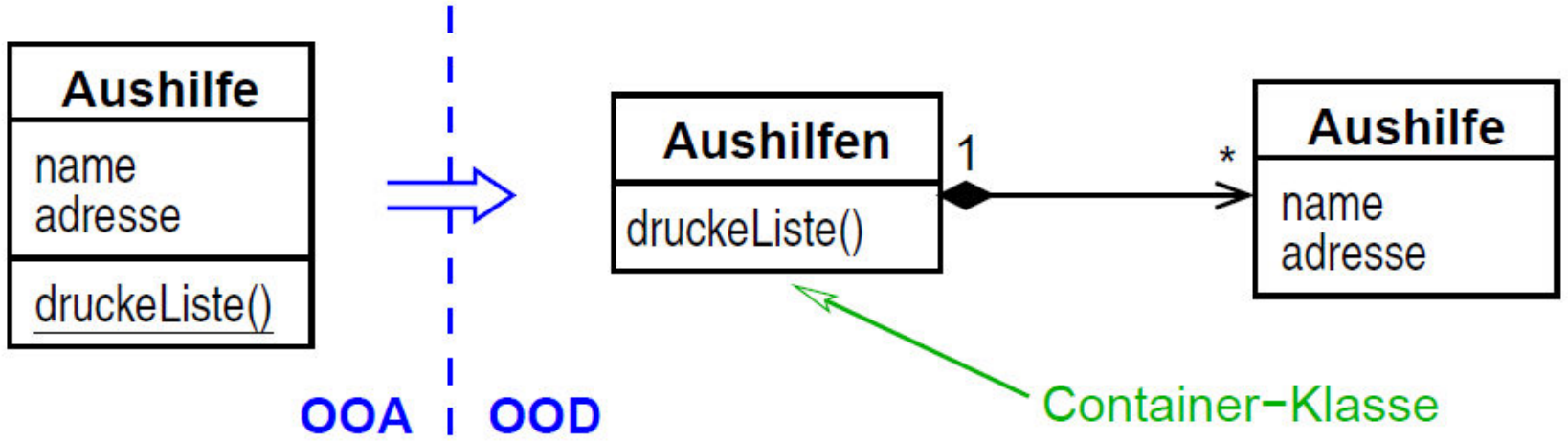
Auflösung von mehrgliedrigen Assoziationen

- Mehrgliedrige Assoziationen werden ebenfalls durch Koordinator-Klassen realisiert
- Beispiel:



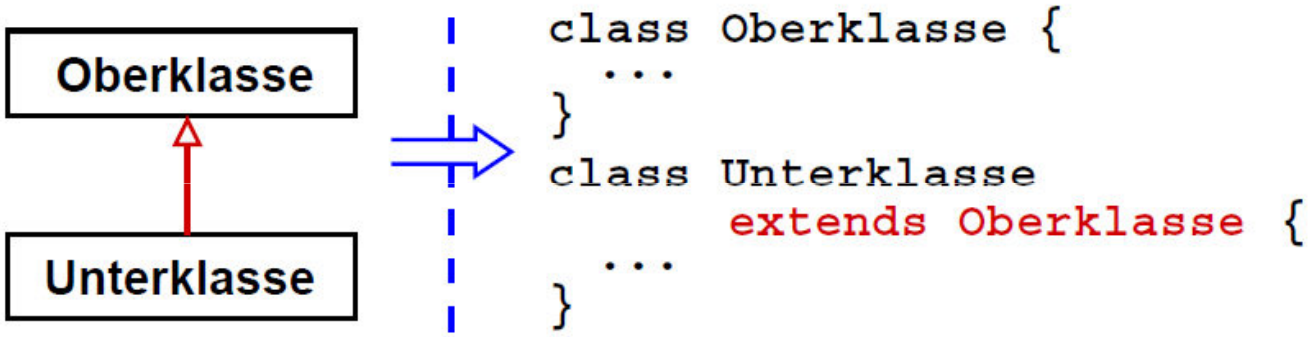
3.6 Objektverwaltung

- In der Analysephase besitzt jede Klasse inhärent eine Objektverwaltung
- Im Entwurf ist diese (falls notwendig!) explizit zu modellieren
  - als ***Container-Klasse***: verwaltet Menge von Objekten einer anderen Klasse
- Beispiel:

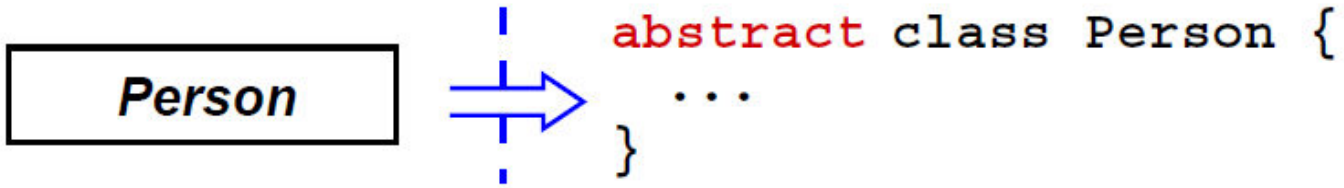


3.7 Generalisierung (Vererbung)

- Anmerkung: keine spezielle Verfeinerung beim Entwurf, hier soll nur die Umsetzung in Java gezeigt werden!



- Umsetzung der Generalisierungsbeziehung in Java:



3.7 Generalisierung (Vererbung) ...

Überschreiben von Methoden

- Beim Überschreiben einer ererbten Methode müssen (in Java 2) Signatur und Ergebnistyp exakt übereinstimmen!

Richtig:

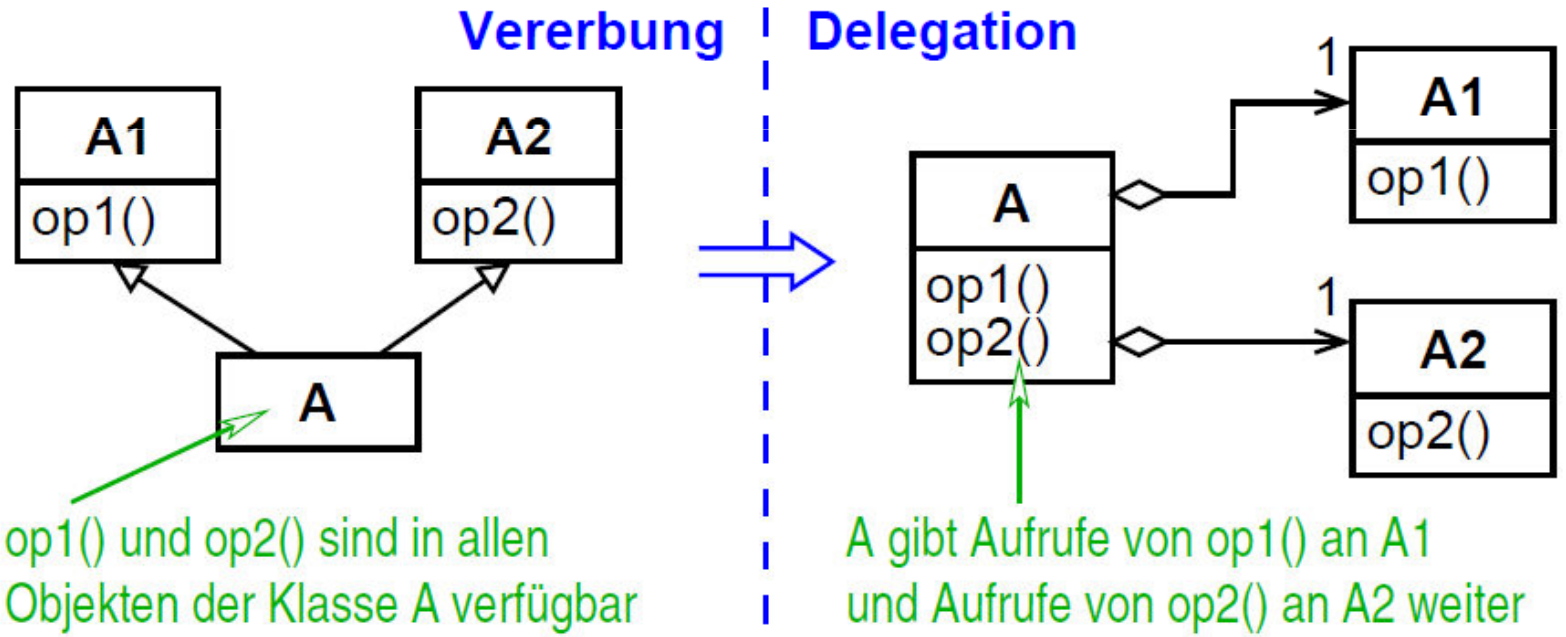
```
class Ober {
   void op(int p) {...}
}

class Unter extends Ober {
   // überschreibt op()
   // aus Basisklasse
   void op(int p) { ... }
}
```

Falsch:

```
class Ober {
   void op(int p) {...}
}

class Unter extends Ober {
   // neue Operation!
   void op(double p) { ... }
   // Fehler!
   int op(int p) { ... }
}
```

Mehrfachvererbung und Delegation

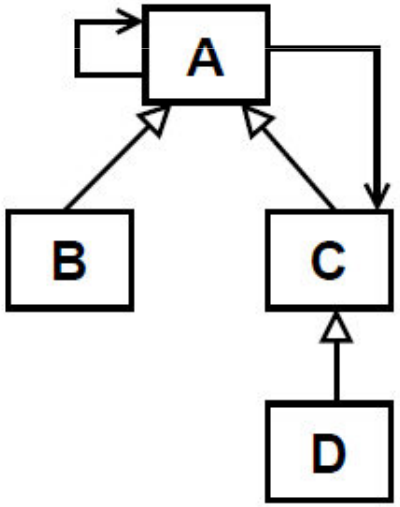
- Java erlaubt im Gegensatz zur UML keine Mehrfachvererbung
- Behelf: **Delegation**
  - Objekt gibt Aufrufe von Methoden an andere Objekte weiter



Referenzen und Generalisierung

- Referenzen können außer auf Objekte der im Typ angegebenen Klasse auch auf Objekte einer **Unter**klasse dieser Klasse zeigen
- Beispiel:

Klassendiagramm



Java-Code

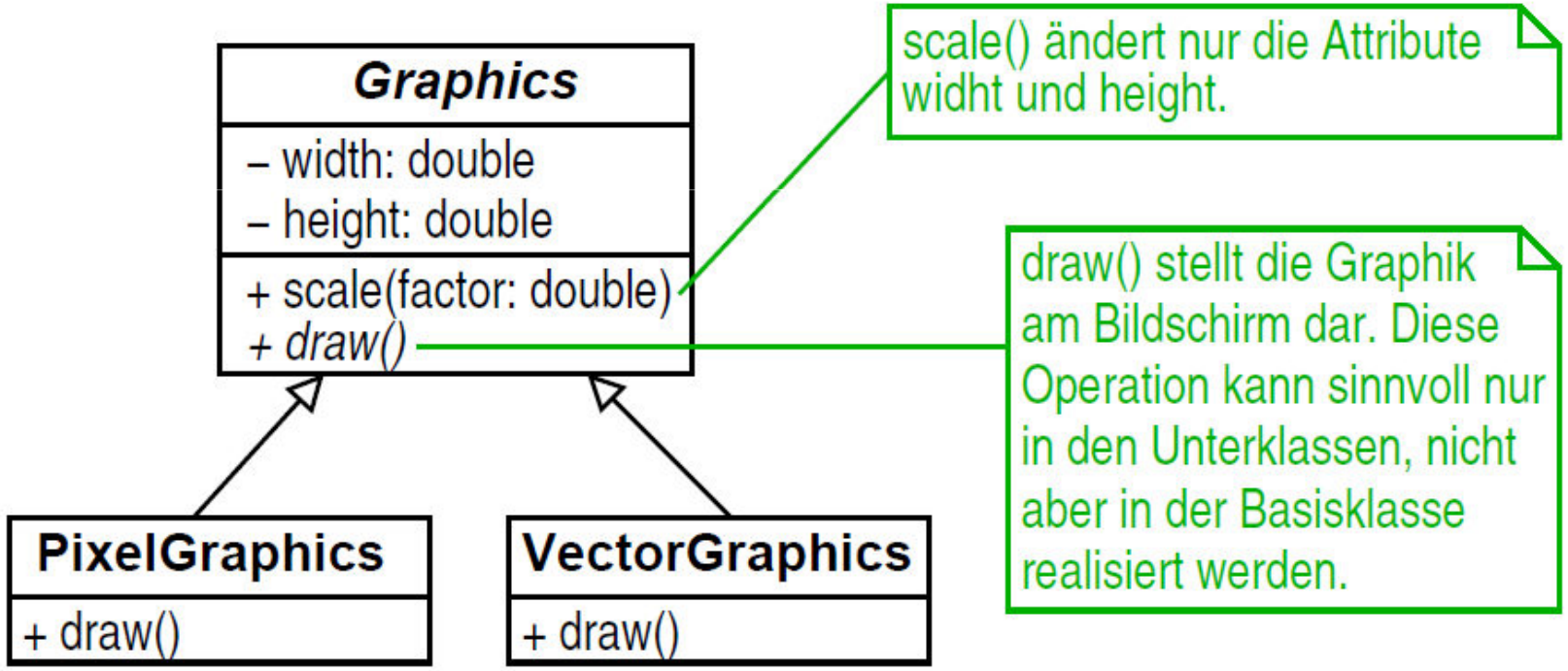
```
class A {
   A ref1;
   C ref2;
}
```

Kann auf Objekte der Klassen A, B, C und D verweisen

Kann auf Objekte der Klassen C und D verweisen, nicht aber auf Objekte der Klassen A und B!

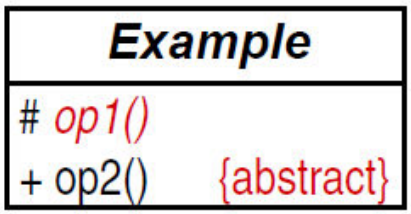
3.8 Abstrakte Operationen und Schnittstellen

- Zur Motivation: ein Beispiel zur Generalisierung
  - eine Graphik in einem Textdokument kann eine Pixelgraphik oder eine Vektorgraphik sein:



3.8.1 Abstrakte Operationen

- Eine **abstrakte Operation** einer Klasse wird von der Klasse nur deklariert, nicht aber implementiert
  - die Klasse legt nur Signatur und Ergebnistyp fest
  - die Implementierung muß in einer Unterklasse durch überschreiben der ererbten Operation erfolgen (=> Folie 105, 162)
- Abstrakte Operationen dürfen nur in abstrakten Klassen auftreten
- Darstellung abstrakter Operationen in UML und Java:



Kursivschrift oder
Zusatz {abstract}

```
abstract class Example {
  protected abstract void op1() ;
  public abstract void op2() ;
}
```

Abstrakte Operationen besitzen keinen Rumpf,
d.h. keine Implementierung.

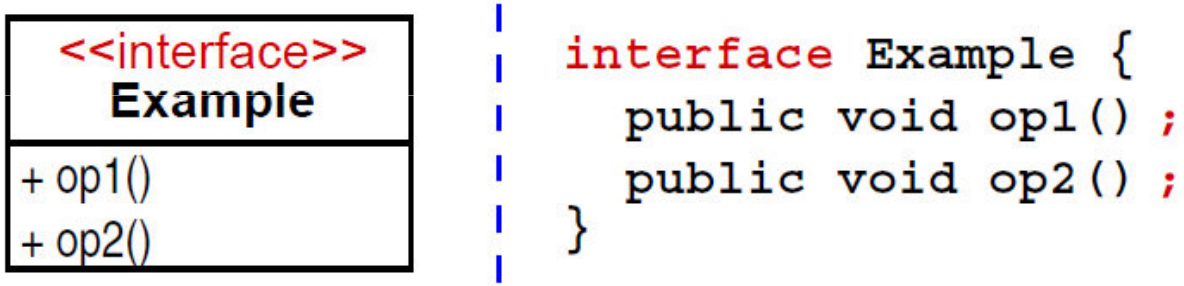
3.8.1 Abstrakte Operationen ...

Umsetzung des Beispiels (Kap.3, Folie 40) in Java

```
abstract class Graphics {
    private double width;
    private double height;
    public void scale( double factor) { ... }
    public abstract void draw();
}
class PixelGraphics extends Graphics {
    ...
    public void draw() { ... }
}
class VectorGraphics extends Graphics {
    ...
    public void draw() { ... }
}
```

3.8.2 Schnittstellen (*Interfaces*)

- Eine **Schnittstelle** beschreibt eine Menge von Signaturen (inkl. Ergebnistyp) von Operationen
  - oder: eine Schnittstelle ist eine (abstrakte) Klasse, die **nur** abstrakte Operationen enthält
- Darstellung in UML und Java:




```
interface Example {
   public void op1() ;
   public void op2() ;
}
```

- Die Operationen einer Schnittstelle sind
  - immer abstrakt⇒spezielle Kennzeichnung kann entfallen
  - immer öffentlich⇒in Java kann public ggf. entfallen (= > **3.9**)

3.8.2 Schnittstellen (*Interfaces*) ...

Motivation

- Schnittstellen definieren ”Dienstleistungen“ für aufrufende Klassen, sagen aber nichts über deren Implementierung aus
  - funktionale Abstraktionen, die festlegen was implementiert werden soll, aber nicht wie
- Schnittstellen realisieren damit das Geheimnisprinzip in der stärksten Form
  - Java-Klassen verhindern über Sichtbarkeiten zwar den Zugriff auf Interna der Klasse, ein Programmierer kann diese aber trotzdem im Java-Code der Klasse lesen
  - der Java-Code einer Schnittstelle enthält nur die öffentlich sichtbaren Definitionen, nicht die Implementierung

3.8.2 Schnittstellen (*Interfaces*) ...

Beispiel: Datenstruktur Keller

Als Java-Klasse

```
class Keller {
   private int[] stack;
   private int sp = -1;
   public void push(int i) {
      stack[++sp] = i;
   }
   public int pop() {
      return stack[sp--];
   }
   public int top() {
      return stack[sp];
   }
}
```

Als Java-Schnittstelle

```
interface Keller {
   public void push(int i);
   public int pop();
   public int top();
}
```

Java-Code enthält keinerlei Implementierungsdetails

Implementierung ist nicht von anderen Klassen aus zugreifbar, aber trotzdem für Programmierer lesbar

3.8.2 Schnittstellen (*Interfaces*) ...

Schnittstellen und Klassen

- Schnittstellen sind von ihrer Struktur und Verwendung her praktisch identisch mit (abstrakten) Klassen
  - sie können wie abstrakte Klassen nicht instanziiert werden
  - Referenzen auf Schnittstellen (und auch abstrakte Klassen) sind aber möglich
    - sie können auf Objekte zeigen, die die Schnittstelle implementieren
- Klassen können von Schnittstellen ”erben“
  - ”vererbt“ werden nur die Signaturen der Operationen
  - die Klassen müssen diese Operationen selbst implementieren
  - man spricht in diesem Fall von einer **Implementierungs-Beziehung** statt von Generalisierung

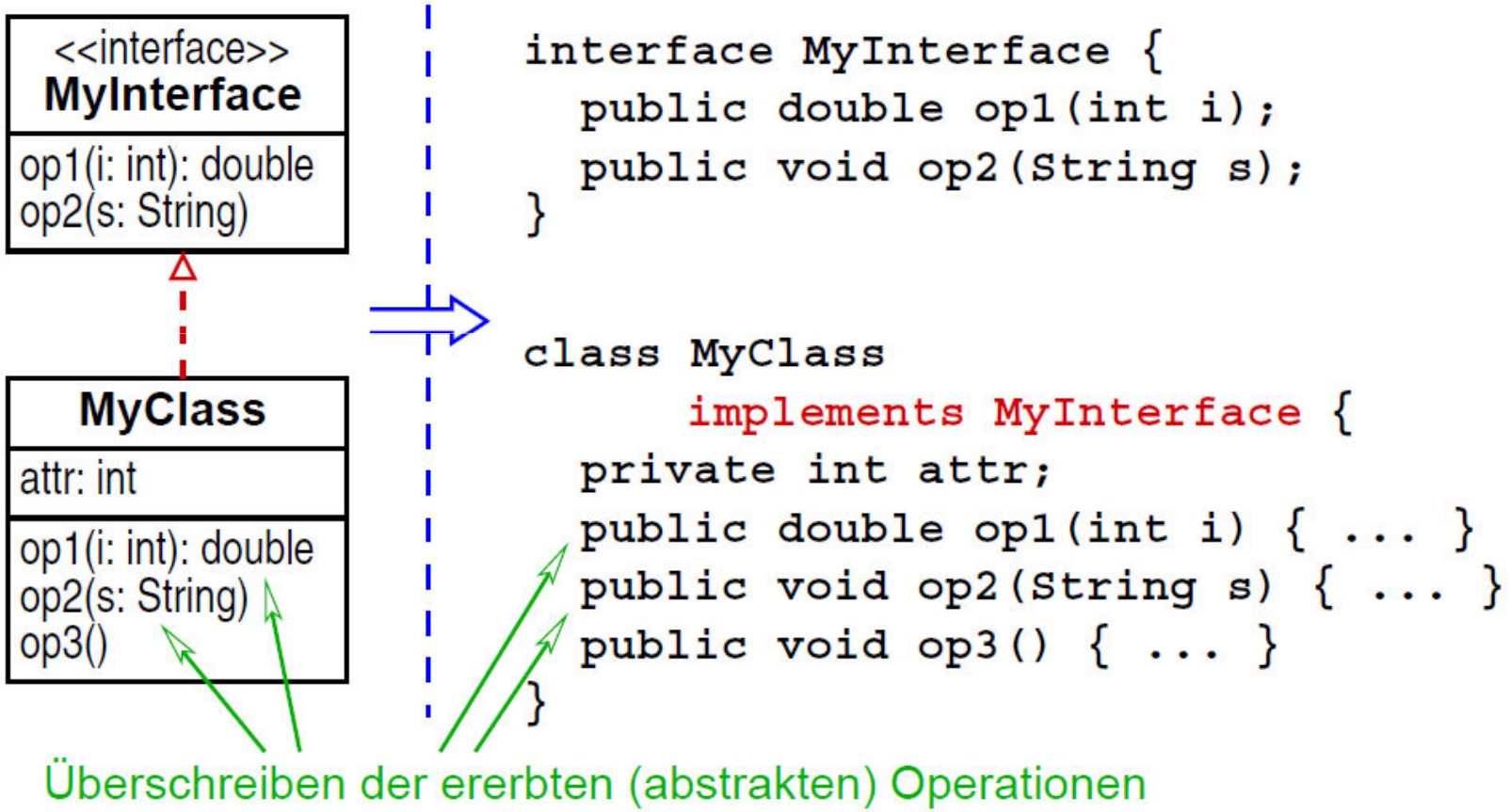
3.8.2 Schnittstellen (*Interfaces*) ...

Die Implementierungs-Beziehung

- Sie besagt, daß eine Klasse die Operationen einer Schnittstelle implementiert
  - die Klasse erbt die abstrakten Operationen
    - d.h. deren Signaturen (incl. Ergebnistyp)
  - diese müssen dann geeignet überschrieben werden
    - werden nicht alle Operationen überschrieben (d.h. implementiert), so bleibt die erbende Klasse abstrakt
  - die überschreibenden Operationen müssen öffentlich sein
  - die Klasse kann zusätzlich weitere Operationen und Attribute definieren
- Eine Klasse kann mehrere Schnittstellen implementieren
  - eine Art Mehrfachvererbung, auch in Java erlaubt

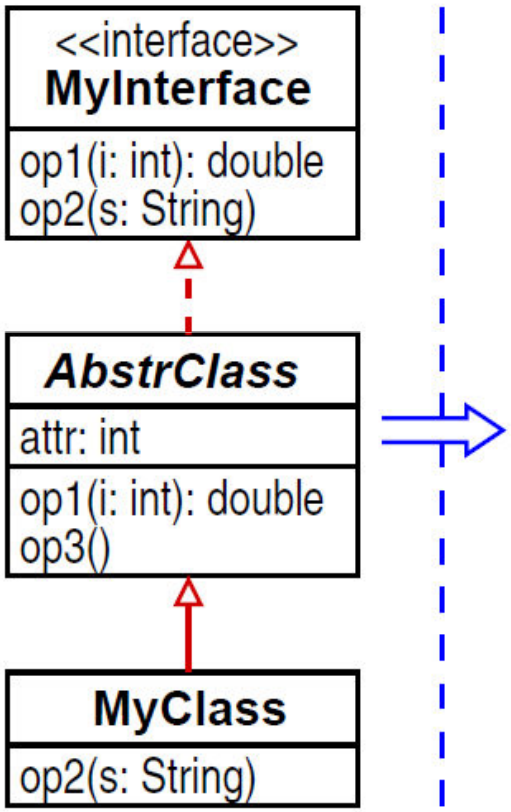
3.8.2 Schnittstellen (*Interfaces*) ...

Implementierungs-Beziehung in UML und Java



3.8.2 Schnittstellen (*Interfaces*) ...

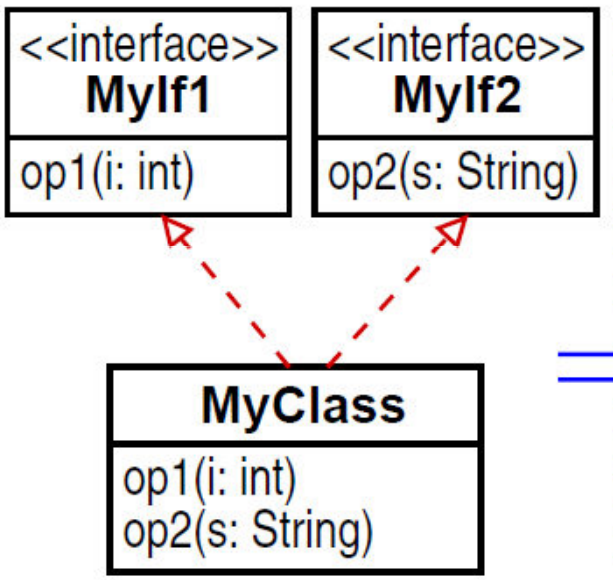
Implementierung einer Schnittstelle über eine abstrakte Klasse




```
interface MyInterface {
  public double op1(int i);
  public void op2(String s);
}

abstract class AbstrClass
          implements MyInterface {
  protected int attr;
  public double op1(int i) { ... }
  public void op3() { ... }
}

class MyClass extends AbstrClass {
  public void op2(String s) { ... }
}
```

3.8.2 Schnittstellen (*Interfaces*) ...

Implementierung mehrerer Schnittstellen

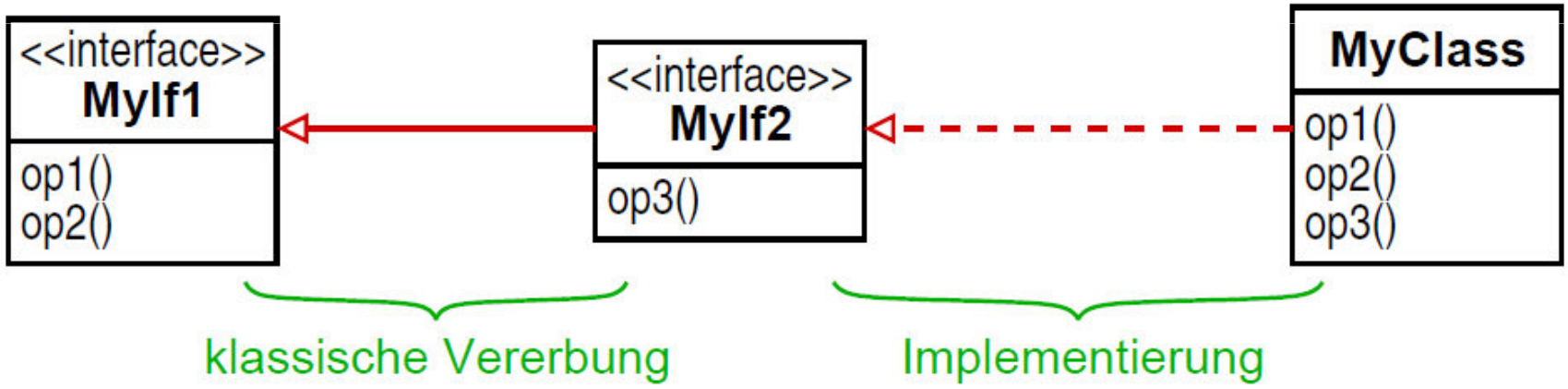



```
interface MyIf1 {
  public void op1(int i);
}

interface MyIf2 {
  public void op2(String s);
}

class MyClass
      implements MyIf1, MyIf2 {
  public void op1(int i) { ... }
  public void op2(String s) { ... }
}
```

3.8.2 Schnittstellen (*Interfaces*) ...

Schnittstellen und Vererbung

- Schnittstellen können von anderen Schnittstellen erben (analog zu Klassen)
  - Darstellung in UML und Java wie bei normaler Vererbung
- Die implementierende Klasse muß die Operationen ”ihrer“ Schnittstelle und aller Ober-Schnittstellen implementieren:



3.8.2 Schnittstellen (*Interfaces*) ...

Attribute in Schnittstellen

- UML 2 erlaubt zusätzlich zu abstrakten Operationen auch die Definition von Attributen in einer Schnittstelle
- Java erlaubt in Schnittstellen nur öffentliche, unveränderliche und initialisierte Klassenattribute (d.h. Konstanten)
  - z.B.: *public static final double M_PI = 3.14159*;
  - Konvention: Namen vollständig in Großbuchstaben, mit _ als Trennzeichen
  - *public*, *static* und *final* können auch entfallen (wird dann implizit angenommen)

3.8.2 Schnittstellen (*Interfaces*) ...

Verwendung von Schnittstellen

- Schnittstellen werden häufig verwendet, wenn ein Programm(teil) bestimmte Dienste (Operationen) von nicht näher bekannten Klassen benötigt
- Beispiel: Plugins in einem WWW-Browser
  - Browser nutzt feste Schnittstelle zur einheitlichen Kommunikation mit unterschiedlichen Plugins
- Beispiel: Ereignis-Behandlung in Java
  - Elemente der graphischen Bedienoberfläche nutzen eine feste Schnittstelle zur Weitergabe von Ereignissen an Klassen des Anwendungsprogramms
    - die betroffenen Klassen müssen (u.a.) diese Schnittstelle implementieren

3.8.2 Schnittstellen (*Interfaces*) ...

Praktisches Beispiel

- Beim Drücken der ESC-Taste soll das Fenster einer Anwendung geschlossen werden
- Fenster gibt Tastatur-Ereignisse über die Schnittstelle *KeyListener* weiter:

```
interface KeyListener extends EventListener
{
    public void keyPressed( KeyEvent event);
    public void keyReleased( KeyEvent event);
    public void keyTyped( KeyEvent event);
}
```

- Eine der Anwendungsklassen implementiert diese Schnittstelle
  - hier ist nur *keyPressed* relevant, alle anderen Operationen können leer implementiert werden

3.8.2 Schnittstellen (*Interfaces*) ...

Praktisches Beispiel ...

```
class MyAppClass implements KeyListener {

    .
    . // Attribute und Methoden der Anwendungsklasse
    .
    public void keyPressed(KeyEvent event) {
    .
    . // Falls gedrückte Taste = ESC−Taste: schließe Fenster
    .
    }
    public void keyReleased(KeyReleased event) {}
    public void keyTyped(KeyTyped event) {}
}
```

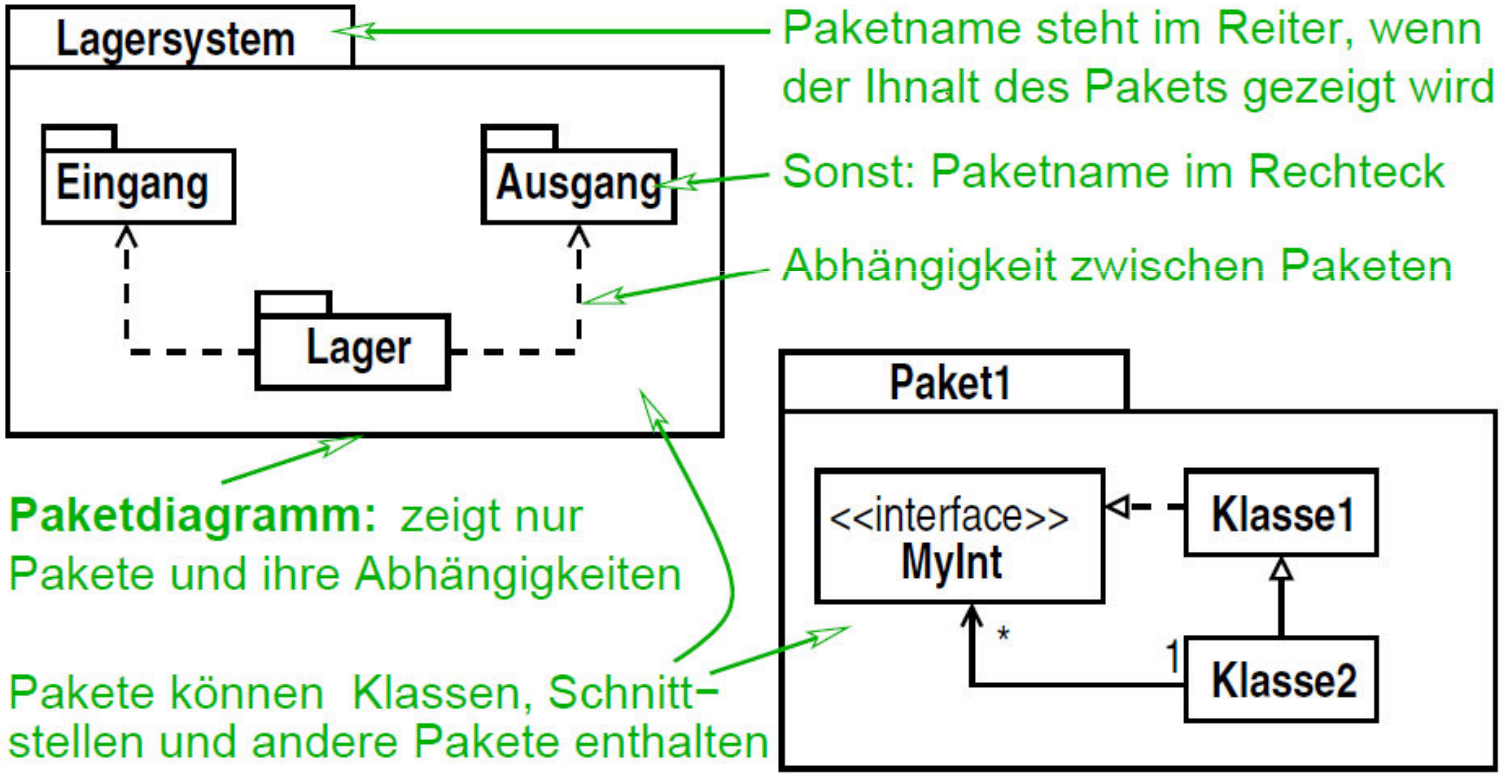
Leere Implementierung (keine Anweisungen!)

3.9 Pakete

- Große Software-Projekte f ühren zu einer hohen Zahl von Klassen und Schnittstellen
- Pakete erlauben die Strukturierung von UML-Diagrammen und Java-Code
  - Zusammenfassung logisch zusammengehöriger Klassen und Schnittstellen in einem Paket
  - ein Paket entspricht einem Modul bzw. einer SW-Bibliothek
- Pakete können auch weitere Pakete enthalten
  - hierarchische Strukturierung der Software
- Pakete erlauben verfeinerte Spezifikation von Sichtbarkeiten
- Sie helfen zudem, Namenskonflikte zu vermeiden
  - gleiche Namen in unterschiedlichen Paketen möglich

Pakete in UML

- Darstellung (Beispiele):



Pakete in Java

- Am Anfang einer Java Quellcode-Datei kann die folgende Anweisung stehen:

  package <Paketname> ;

  - damit gehören alle in dieser Datei definierten Klassen und Schnittstellen dem genannten Paket an

- Beispiel:

```
package Musikverwaltung;
class Musikstück {
...
}
class Musikmedium {
...
}
```

Beide Klassen liegen im Paket "Musikverwaltung"

Pakete in Java ...

- Java definiert ein *Default*-Paket
  - in diesem Paket sind alle Klassen und Schnittstellen, die nicht explizit einem Paket zugeordnet wurden

Benennung von Klassen in Paketen

- Klassen in verschiedenen Paketen können denselben Namen besitzen
- Sie werden daher über hierarchische Namen angesprochen:
  - in Java: Paket.Unterpaket1.Unterpaket2.Klasse
  - in UML: Paket::Unterpaket1::Unterpaket2::Klasse
- Anmerkung: dies gilt genauso für Schnittstellen und Pakete

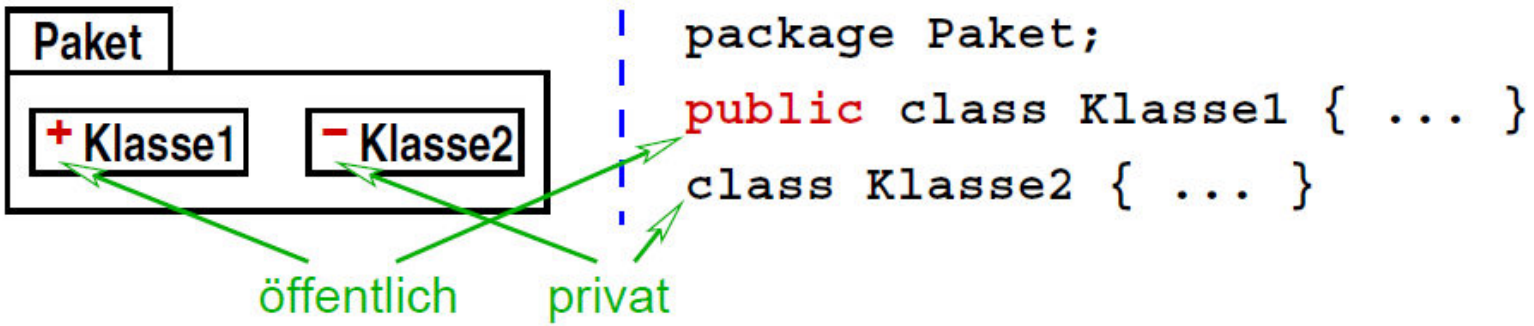
3.9 Pakete ...

Importieren von Paketen in Java

- Um Klassen (bzw. Schnittstellen) in Java zu nutzen, gibt es verschiedene Möglichkeiten:
  - Angabe des vollen Namens, z.B.
    ```
    java.util.Date datum; // Klasse Date aus Paket java.util
    ```
  - Importieren der Klasse:
    ```
    import java.util.Date; // Am Anfang der Programmdatei
    ...
    Date datum;
    ```
  - Importieren aller Klassen eines Pakets:
    ```
    import java.util.*; // Am Anfang der Programmdatei
    ```
- Bei Klassen aus dem eigenen Paket reicht immer der einfache Klassenname aus

Pakete und Sichtbarkeiten

- Für die in einem Paket enthaltenen Klassen können Sichtbarkeiten definiert werden:
  - ***public***: Klasse ist für alle Pakete sichtbar
  - ***private***: Klasse ist nur innerhalb ihres Pakets sichtbar
- Darstellung:

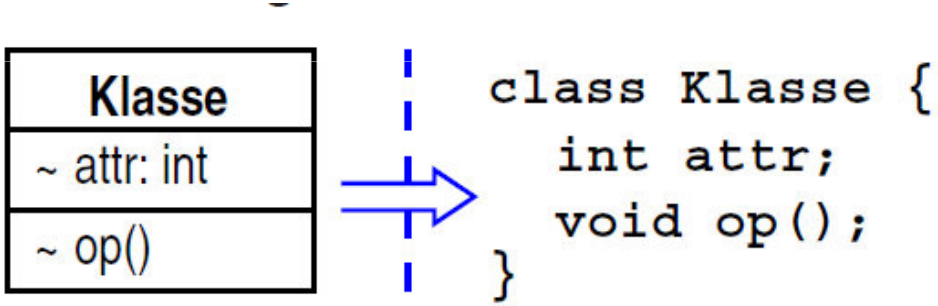


- In einer öffentlichen **Schnittstelle** sind automatisch auch alle Operationen öffentlich (ohne Angabe von public)

3.9 Pakete ...

Pakete und Sichtbarkeiten ...

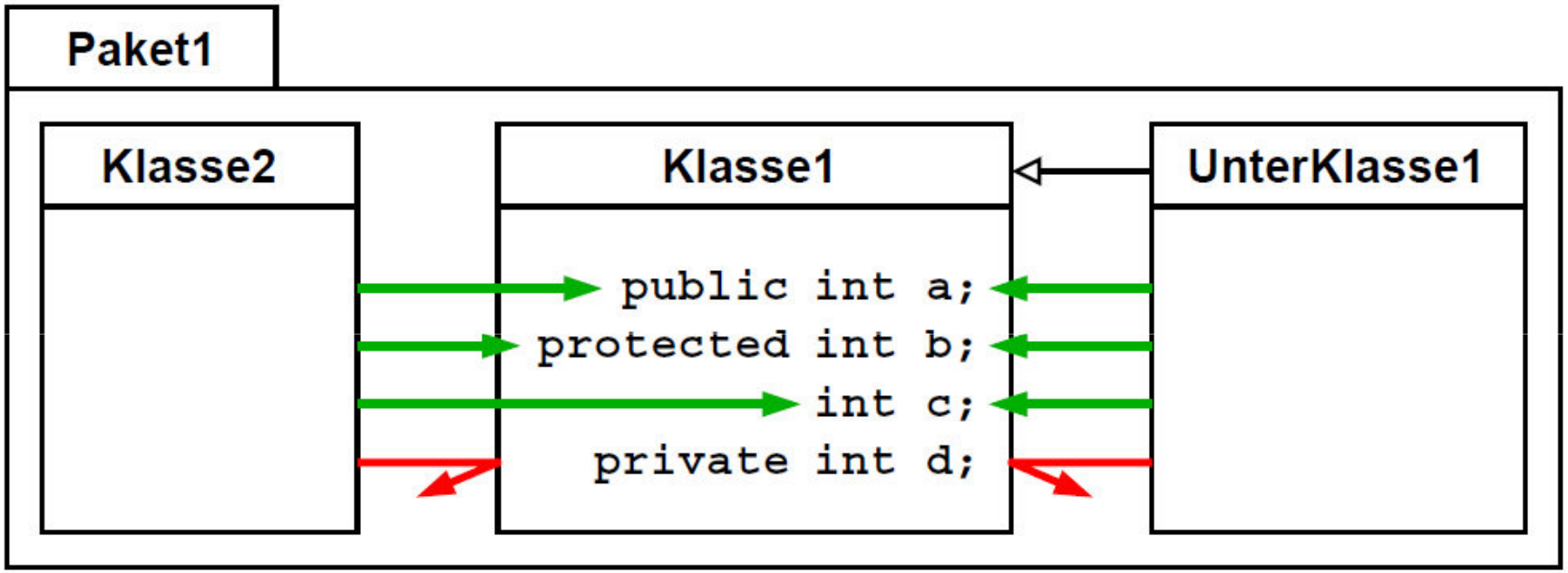
- Für Attribute und Operationen von Klassen (und Schnittstellen) kann eine weitere Sichtbarkeit definiert werden:
  - ***package***: sichtbar in allen Klassen des selben Pakets und nur in diesen
- Darstellung:



In Java: fehlende Sichtbarkeitsangabe bedeutet Paket-Sichtbarkeit

- Java definiert im Zusammenhang mit Paketen auch die Bedeutung von *protected* neu (und anders als UML!):
  - sichtbar in Unterklassen und Klassen des selben Pakets

Java: Zugriffe innerhalb des Pakets

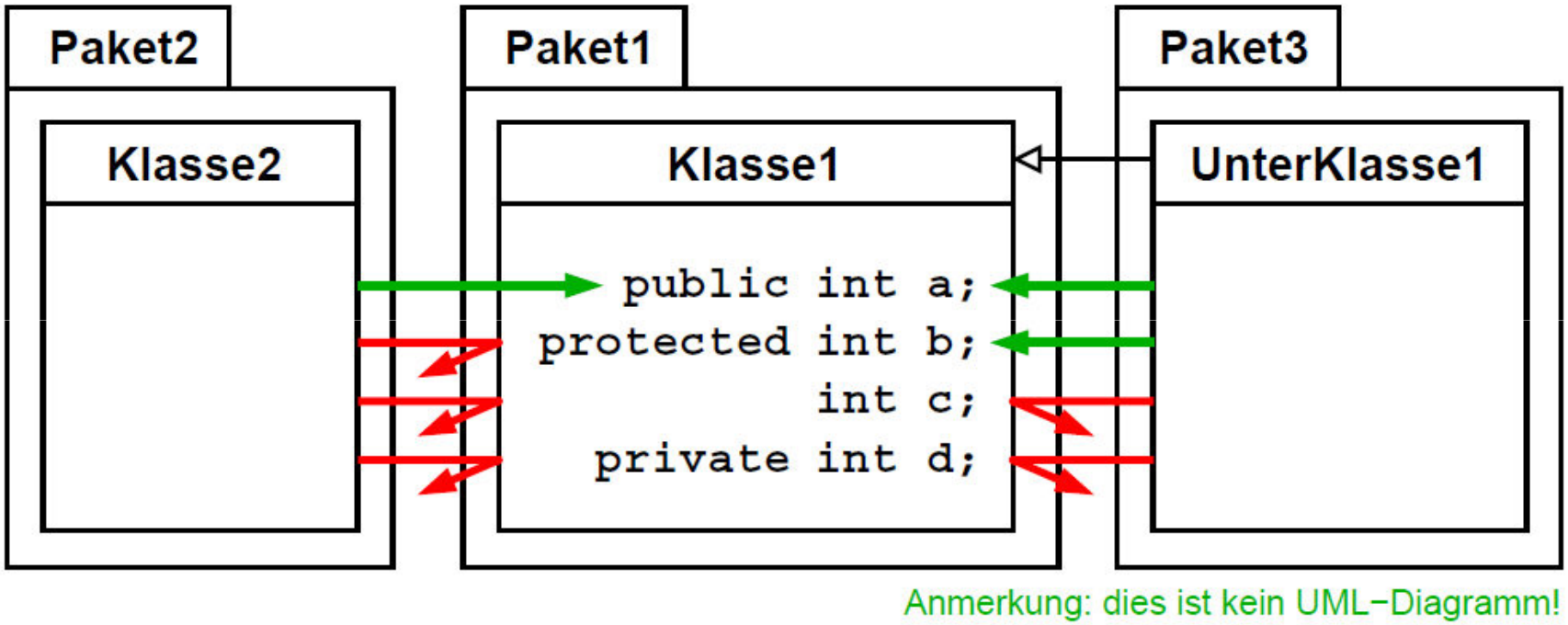


Anmerkung: dies ist kein UML−Diagramm!

- Gilt genauso für Methoden

3.9 Pakete ...

Java: Zugriffe innerhalb des Pakets



- Gilt genauso für Methoden

Zusammenfassung der Sichtbarkeitsangaben in Java

Sichtbarkeit	Klasse	Operation	Attribut	Bedeutung
(keine)	•	•	•	nur im Paket zugreifbar
`public`	•	•	•	für **alle** zugreifbar
`protected`		•	•	im eigenen Paket und in Unterklassen zugreifbar
`private`		•	•	nur in eigener Klasse zugreifbar

3.10 Zusammenfassung

- Aufgabe beim Entwurf (in der OFP): Verfeinerung des Klassendiagramms
  - Typen für Attribute
  - Typen und Parameter von Operationen (Signatur)
  - Sichtbarkeiten: *public*, *protected*, *private*, *package*
  - Assoziationen: Navigierbarkeit und Realisierung durch Referenzen und Koordinator-Klassen
  - Objektverwaltung: Einführen von *Container* –Klassen
  - Einführen von abstrakten Operationen und Schnittstellen
  - Gliederung der Klassen in Pakete