Grundlagen der Programmierung

Dr. Christian Herzog
Technische Universität München

Wintersemester 2009/2010

Kapitel 3: Klassen und Objekte

Überblick über Kapitel 3 der Vorlesung

- Objekte
  - Attribute, Operationen
- Klasse von Objekten (Objekt vs. Klasse)
- Klassendiagramm und Objektdiagramm in UML
- Sichtbarkeit von Merkmalen
- Implementation von Klassen und Objekten in Java
- Konstruktoren in Java
- Die Vererbungs-Beziehung
  - Beispiele von Vererbung
- Kombination von Aggregation und Vererbung
- Das Kompositions-Muster

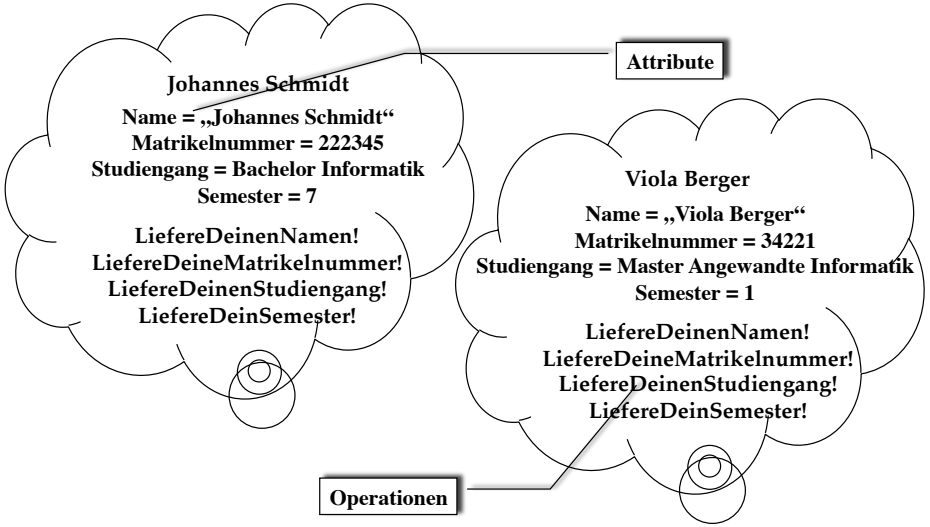
Unser Grundmodell der Modellierung

- Ein System besteht aus Subsystemen, die wieder aus Subsystemen bestehen, und diese dann letztendlich aus Gegenständen.
  - Diese Gegenstände bezeichnen wir auch als **Objekte**.
- Alle zu verarbeitende Informationen in einem System sind auf diese Objekte verteilt.
- Die Verarbeitung von Information geschieht
  - entweder innerhalb der Objekte
  - oder durch Kommunikation von Nachrichten zwischen zwei Objekten.

Objekt

- **Definition Objekt**: Ein Objekt ist ein elementares Teilsystem. Es repräsentiert einen beliebigen Gegenstand in einem System.
- Ein Objekt ist durch seinen **Zustand** und seine **Funktionalität** gegeben.
- Zustand und Funktionalität setzen sich im Allgemeinen aus Teilzuständen und einzelnen Operationen zusammen.
  - wir nennen die Teilzustände auch **Attribute**
  - wir nennen die einzelnen Operationen auch **Methoden** des Objektes
- Wir nennen die Operationen eines Objektes, die von anderen Objekten aufgerufen werden können, die **Schnittstelle** des Objektes.

Zwei Beispiels-Objekte



Attribute, Operationen, Merkmale

- Ein Objekt besitzt Attribute und Operationen
  - **Definition Attribut:** Messbare, durch Werte erfassbare Eigenschaft des Objektes.
  - **Definition Operation:** Eine Tätigkeit, die ein Objekt ausführen kann, um Berechnungen durchzuführen, Ereignisse auszulösen sowie Botschaften zu übermitteln.
- **Definition Merkmale:** Die zu einem Objekt gehörigen Attribute und Operationen.
- **Definition Schnittstelle:** Die Menge der Operationen eines Objektes, die von anderen Objekten aufgerufen werden können.

Nicht alle Operationen müssen zur Schnittstelle gehören!

Klasse und Instanz

- Wir können Objekte mit gleichen Merkmalen zusammenfassen bzw. Objekte nach ihren Merkmalen *klassifizieren*:
- **Definition Klasse:**
  - Die Menge aller Objekte mit gleichen Merkmalen, d.h. mit gleichen Attributen und Operationen.
- **Definition Instanz:**
  - Ein Objekt ist eine Instanz einer Klasse K, wenn es Element der Menge aller Objekte der Klasse K ist.
- Künftig werden wir die Klasse weniger als Menge von Objekten auffassen sondern als *Beschreibung der Merkmale* ihrer Objekte.
  - Dabei wirkt sie wie eine Schablone zur Generierung (*Instantiierung*) von ihr zugeordneten Objekten (Instanzen).

Graphische Darstellung von Klassen in UML (Klassendiagramm)

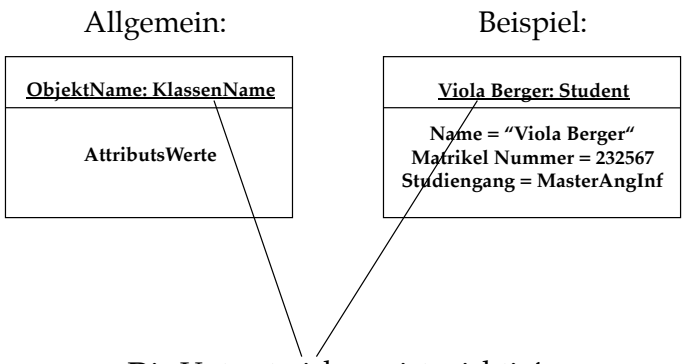
Allgemein:

KlassenName
Attribute
Operationen

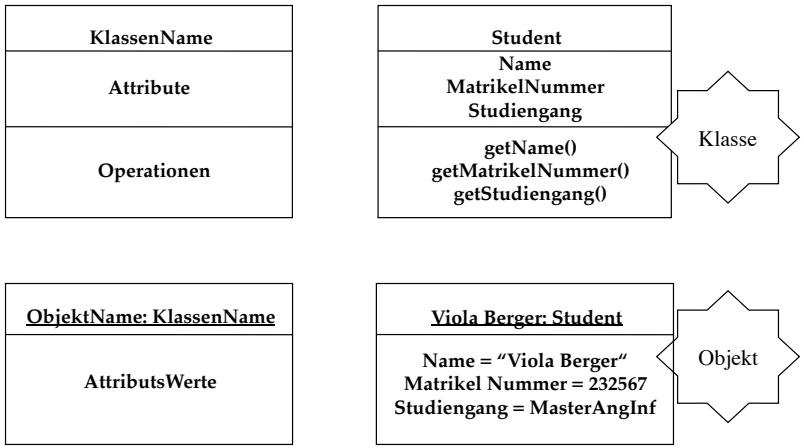
Beispiel:

Student
Name MatrikelNummer Studiengang
getName() getMatrikelNummer() getStudiengang()

Graphische Darstellung von Objekten in UML (Objektdiagramm oder Instanzendiagramm)



Graphische Darstellung: Objekt vs. Klasse



Attribute

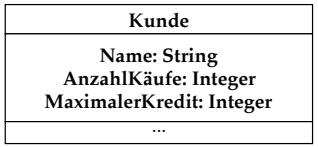
- Ein **Attribut** einer Klasse wird in der Attributliste der Klasse als
  - *Name* (während der Analyse) oder als
  - *Name: Typ* (während des detaillierten Entwurfs) aufgelistet.
- Beispiele von Typen sind
  - **String:** Die Menge aller Zeichenketten
  - **Integer:** Die Menge aller ganzen Zahlen
  - **Boolean:** Die Menge der Wahrheitswerte {Wahr, Falsch}
  - **Studiumstyp:** Die Menge der Studiengänge {BachelorInf, MasterInf, MasterAngInf, DiplBerufsPäd}
- Wird in der Attributliste der Klasse zusätzlich ein Initialisierungswert
  - *Name: Typ = InitialWert*

  angegeben, dann bekommt jedes Objekt dieser Klasse diesen Wert als Anfangswert für dieses Attribut.

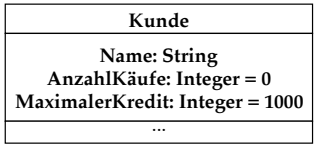
Beispiele für Attributlisten

- Nur Namen (während der Analyse):

- Namen und Typ (während des detaillierten Entwurfs):



- Zusätzliche Initialisierungswerte:

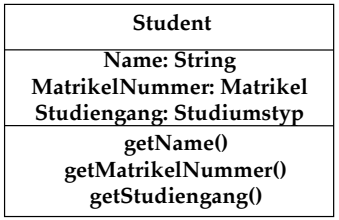


Attribut als Beziehung zu einer Klasse

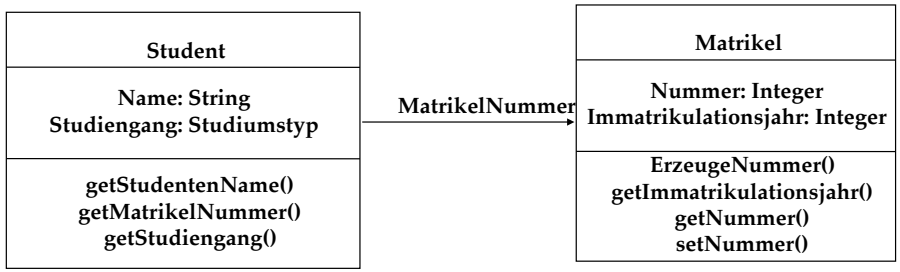
- Ein Attribut kann auch als Beziehung zu einer Klasse gezeichnet werden, insbesondere wenn die Beziehung zwischen beiden Klassen klargemacht werden soll.
  - Der Name des Attributes ist dann der Name der Beziehung.

Beispiel: Attribut als Beziehung

Bisher: Attribut mit Klassenname als Typ:



Attribut als Beziehung zwischen Klassen:



Operation

- Die **Operationen** arbeiten auf Attributen der Klasse und anderen Objekten, mit denen die Klasse eine Beziehung hat.
- Notation von Operationen in UML:
  - *Name ()* oder
  - *Name (Parameterliste)* oder
  - *Name (Parameterliste): Ergebnistyp*
- Die Menge von Operationen, die eine Klasse oder eine Menge von Klassen (Subsystem) zur Verfügung stellt, bezeichnen wir als **Schnittstelle** der Klasse (des Subsystems).
- Welche der Operationen von einer Klasse zur Verfügung gestellt werden, wird durch die **Sichtbarkeit** der Operationen geregelt.

Sichtbarkeit von Operationen

- Die **Sichtbarkeit** einer Operation regelt, welche Objekte diese Operation verwenden dürfen.
- Die Sichtbarkeit ist zwischen Klassen definiert, d.h. alle Objekte einer Klasse K_1 haben auf eine Operation eines Objekts einer Klasse K_2 dieselben Zugriffsrechte.
- Wir unterscheiden zunächst zwei Sichtbarkeiten für Operationen (weitere Sichtbarkeiten werden wir später bei der objektorientierten Programmierung einführen):
  - **public**: jedes Objekt jeder Klasse hat unbeschränkten Zugriff;
  - **private**: nur die Objekte derselben Klasse dürfen die Operation verwenden.
- In UML wird „public“ durch ein vorangestelltes „+“-Zeichen gekennzeichnet, „private“ durch ein „-“-Zeichen.

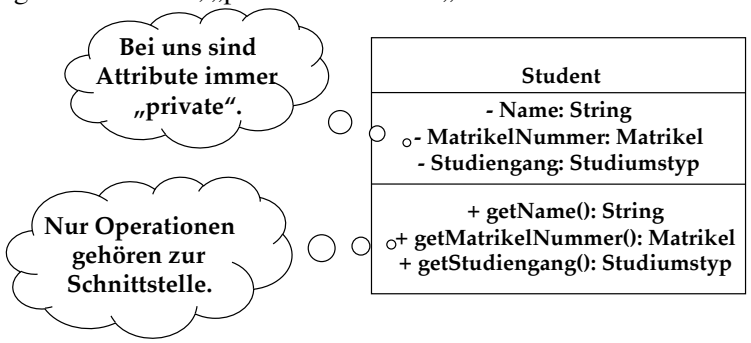
Sichtbarkeit von Attributen

- In UML (und vielen Programmiersprachen) können auch Attribute dieselben Sichtbarkeiten wie Operationen haben.
- Auf ein Attribut mit der Sichtbarkeit „public“ kann also von Objekten anderer Klassen aus direkt zugegriffen werden.

- Konvention in Grundlagen der Programmierung:
  - Attribute sind (vorerst) immer „private“.
    Attribute gehören also nicht zur Schnittstelle.
  - Wenn Attribute von Objekten anderer Klassen aus gelesen oder verändert werden sollen, so müssen dazu „public“-Operationen setAttribut() bzw. getAttribut() zur Verfügung gestellt werden.

Sichtbarkeit von Merkmalen in UML

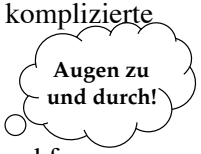
- In UML wird „public“ durch ein vorangestelltes „+“-Zeichen gekennzeichnet, „private“ durch ein „-“-Zeichen.



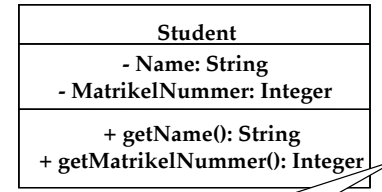
- Abkürzende Schreibweise in Grundlagen der Programmierung:
  - Wir lassen das „-“ bei Attributen oft weg.
  - Wir lassen das „+“ bei Operationen oft weg (nur das „-“ wird explizit notiert).

Einschub: Zwei Prinzipien der Didaktik

- Erstes Prinzip:
  - Verwende keine Konzepte, die du nicht gründlich eingeführt hast!
- Zweites Prinzip:
  - Programmieren lernt man nur durch Programmieren!
  - Also: so früh wie möglich programmieren!
- **Problem**:
  - Bereits das kleinste Java-Programm verwendet komplizierte Konzepte.
- **Kompromiss**:
  - Wir fangen früh an, in Java zu programmieren.
  - Wir betrachten jetzt einiges als „*so ist es halt*“ und freuen uns auf das Aha-Erlebnis, wenn wir später die dahinter stehenden Konzepte kennen lernen.



Umsetzung des Klassendiagramms nach Java



„//“ leitet in Java Kommentarzeilen ein

```
public class Student {

// Attribute:
  private String name;
  private int matrikelNummer;

// Operationen (Methoden):
  public String getName() {

  }
  public int getMatrikelNummer() {

  }
}
```

In Java haben auch Klassen eine Sichtbarkeit. Wir verwenden zunächst nur „public“.

- **Weitere GrProg - Konventionen:**
  - **Klassennamen werden in Java groß geschrieben,**
  - **Merkmalsnamen werden klein geschrieben.**

Implementation der Operationen in Java

Student
- Name: String - MatrikelNummer: Integer
+ getName(): String + getMatrikelNummer(): Integer

```
public class Student {

// Konstruktor:
  public Student() {}

// Attribute:
  private String name;
  private int matrikelNummer;

// Operationen (Methoden):
  public String getName() {
     return name;
  }
  public int getMatrikelNummer() {
     return matrikelNummer;
  }
}
```

Der Konstruktor ist eine spezielle Operation, die automatisch bei der Instantiierung ausgeführt wird.

Hier werden jeweils nur die Werte der entsprechenden Attribute als Ergebnis ausgeliefert.

Instantiierung von Objekten und Konstruktor

```
public class Student {

// Konstruktor:
  public Student() {}

// Attribute:
  private String name;
  private int matrikelNummer;

// Operationen (Methoden):
  public String getName() {
     return name;
  }
  public int getMatrikelNummer() {
     return matrikelNummer;
  }
}
```

- Der Konstruktor ist eine spezielle Methode.
- Sein Name ist identisch mit dem Klassennamen.
- Der Konstruktor wird ausgeführt, wenn ein Objekt der Klasse instantiiert wird. (Objekte müssen explizit instantiiert werden.)
- Er wird (u.a) dazu benutzt, um die Attribute zu initialisieren.

- Instantiierung eines Objekts der Klasse Student:

```
Student s = new Student();
```

Mit „new“ wird ein Objekt instantiiert und der Konstruktor aufgerufen.

Vorbesetzung der Attribute durch Angabe von Initialisierungswerten (Variante 1)

```
public class Student {

// Konstruktor:
  public Student() {}

// Attribute:
  private String name = "Viola";
  private int matrikelNummer = 1234567;

// Operationen (Methoden):
  public String getName() {
     return name;
  }
  public int getMatrikelNummer() {
     return matrikelNummer;
  }
}
```

- Initialisierung der Attribute in der Klassendefinition
  - Default-Werte

Student
- Name: String = „Viola“ - MatrikelNummer: Integer = 1234567
+ getName(): String + getMatrikelNummer(): Integer

Vorbesetzung der Attribute im Konstruktor (Variante 2)

```
public class Student {

// Konstruktor:
  public Student() {
     name = "Viola";
     matrikelNummer = 1234567;
  }

// Attribute:
  private String name;
  private int matrikelNummer;

// Operationen (Methoden):
  public String getName() {
     return name;
  }
  public int getMatrikelNummer() {
     return matrikelNummer;
  }
}
```

Student
- Name: String = „Viola“ - MatrikelNummer: Integer = 1234567
+ getName(): String + getMatrikelNummer(): Integer

Keine Initialisierungswerte sondern Vorbesetzung durch Parameter des Konstruktors (Variante 3)

```
public class Student {

// Konstruktor:
  public Student(String n, int m) {
     name = n;
     matrikelNummer = m;
  }

// Attribute:
  private String name;
  private int matrikelNummer;

// Operationen (Methoden):
  public String getName() {
     return name;
  }
  public int getMatrikelNummer() {
     return matrikelNummer;
  }
}
```

Student
- Name: String - MatrikelNummer: Integer
+ getName(): String + getMatrikelNummer(): Integer

- Instantiierung eines Objekts bei einem parametrisierten Konstruktor:

```
Student s =
  new Student("Viola",1234);
```


System und Umgebung in Java

```
public class Student {
  public Student(String n, int m) {
     name = n;matrikelNummer = m; }
  private String name;
  private int matrikelNummer;
  public String getName() {
     return name; }
  public int getMatrikelNummer() {
     return matrikelNummer; }
}
```

System

Schnittstelle

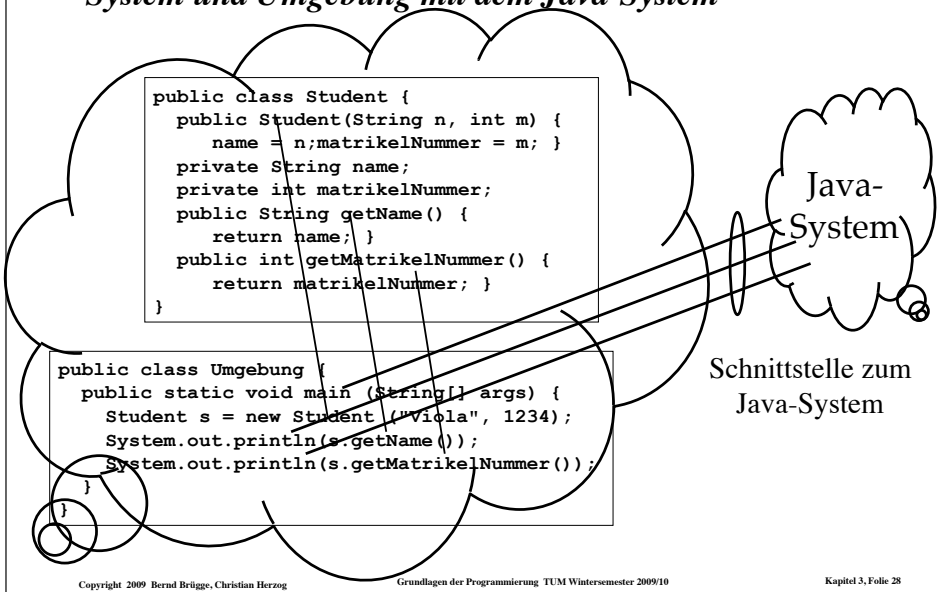
```
public class Umgebung {
  public static void main (String[] args) {
    Student s = new Student ("Viola", 1234);
    System.out.println(s.getName());
    System.out.println(s.getMatrikelNummer());
  }
}
```

Umgebung

Editieren, Compilieren, Programmlauf

- **Editieren**:
  - Klassendefinition Student in Datei **`Student.java`**
  - Klassendefinition Umgebung in Datei **`Umgebung.java`**
- **Kompilieren**:
  - **`javac Student.java`** liefert Datei **`Student.class`**
  - **`javac Umgebung.java`** liefert Datei **`Umgebung.class`**
  - (Es hätte auch nur der Befehl **`javac Umgebung.java`** genügt. Das Java-System ist so „intelligent“, alle zusätzlich benötigten Klassen mit zu kompilieren.)
- **Ablauf des Programms** (Exekutieren):
  - **`java Umgebung`** (ohne Extension **`.class`**)
  - Das Java-System führt die **`main`**-Methode der Klasse Umgebung aus

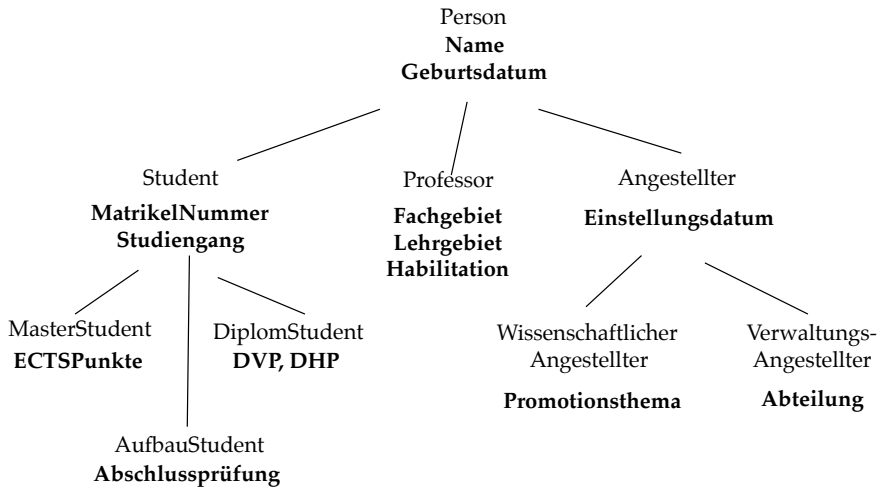
System und Umgebung mit dem Java-System



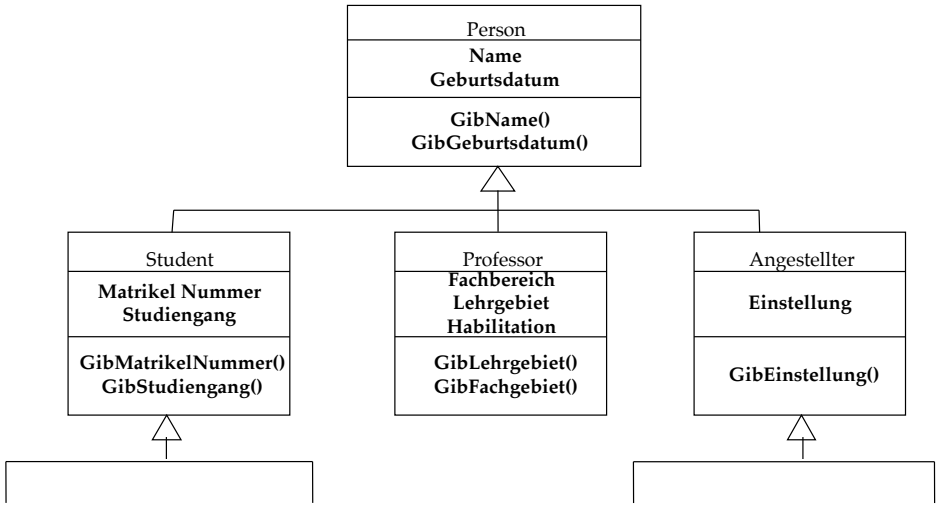
Zwei wichtige Prinzipien der Modellierung

- **Informationskapselung** (*information hiding*): Objekte können auf andere Objekte nur über deren Schnittstelle zugreifen.
  - Ein Objekt kann also nicht direkt auf die Attribute eines anderen Objektes zugreifen.
- **Klassifikation**: Komponenten können nach ihren Merkmalen klassifiziert werden.
  - Beispiel: Zwei Objekte Obj1 und Obj2 können zusammengefasst werden, wenn sie dieselbe Operation *print()* bereit stellen.
- **Klassifikationen kann man benutzen, um Mengen von Objekten hierarchisch zu strukturieren.**
  - Beispiel: Die Personengruppen an einer Universität.

Klassifikation von Personengruppen an einer Universität



Klassifikation von Personengruppen an einer Universität



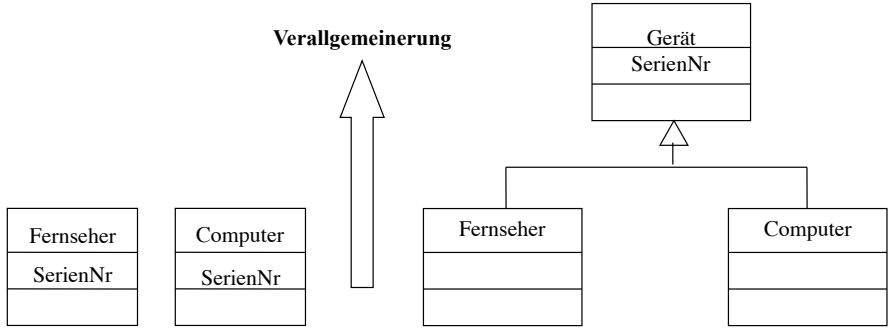
Die Vererbungsbeziehung

- Zwei Klassen stehen in einer **Vererbungsbeziehung** (*inheritance relationship*) zueinander, falls die eine Klasse, auch **Unterklasse** (Subklasse) genannt, alle Merkmale der anderen Klasse, auch **Oberklasse** genannt, besitzt, und eventuell darüber hinaus noch zusätzliche Merkmale.
- Es gilt somit für die Mengen A_U, A_O der Attribute und die Mengen O_U, O_O der Operationen der Unterklasse U und Oberklasse O:
  - $A_O \subseteq A_U$ und $O_O \subseteq O_U$
- Eine Unterklasse wird also durch Hinzufügen von Merkmalen **spezialisiert**.
- Umgekehrt verallgemeinert die Oberklasse die Unterklasse dadurch, dass sie spezialisierende Eigenschaften weglässt. Wir nennen das auch **Verallgemeinerungsbeziehung** (*generalization relationship*).

Vererbungsbeispiel

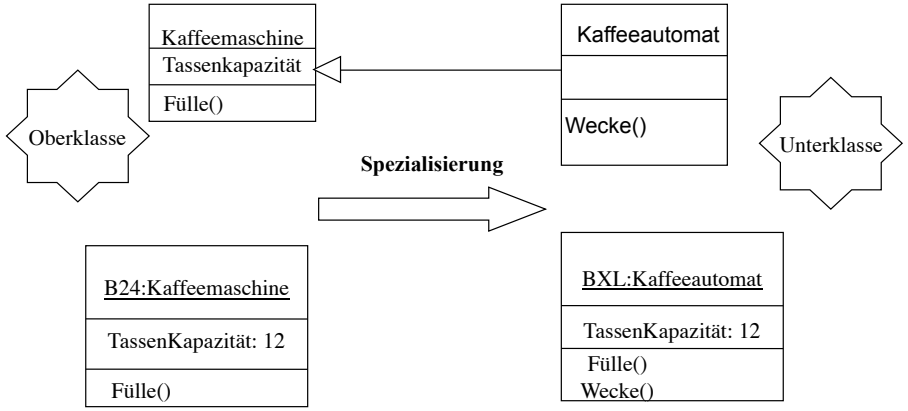
Eine Firma stellt sowohl Fernsehgeräte als auch Computer her. Beide haben Seriennummern.

Die Seriennumer wird in einer Oberklasse Gerät angeführt und von dort vererbt.



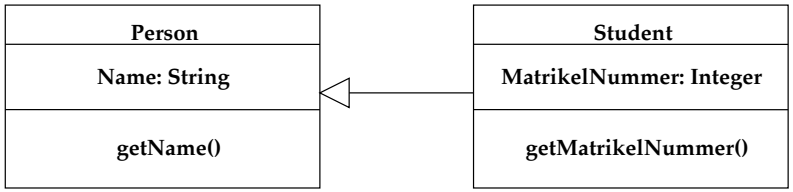
Noch ein Vererbungsbeispiel

- Eine Kaffeemaschine kann eine Anzahl von Tassen füllen.
- Das Luxusmodell hat noch eine Weckfunktion



Java unterstützt Vererbung

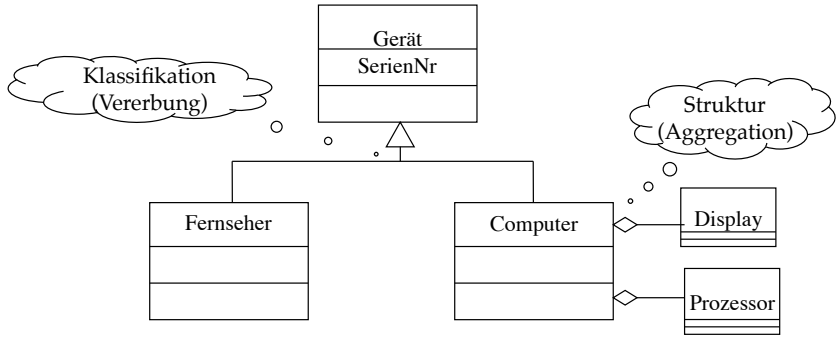
- UML: Klasse Student als Unterklasse von Person:



- Java:
  - public class Person { … }
  - public class Student extends Person { … }
- Näheres dazu im Kapitel „Objektorientierte Programmierung“ später im Semester.

Kombination von Vererbung und Aggregation

- In der Modellierung tritt oft der Fall auf, dass wir Gegenstände klassifizieren müssen, aber gleichzeitig auch deren Struktur erkenntlich machen wollen.
- Wir benutzen dann sowohl Vererbung als auch Aggregation:



- *Heuristik*: In jedem guten Modell gibt es eine Kombination von Klassen, die in Vererbungs- und Aggregationsbeziehungen stehen.

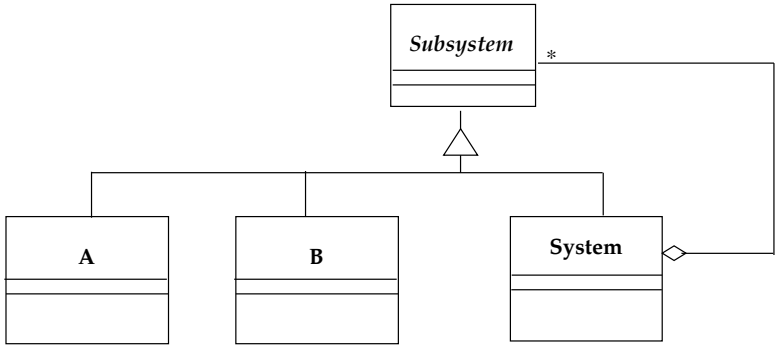
Modellierung unserer Systemdefinition

- **Definition eines Systems (Wiederholung):** Unter einem System versteht man eine *Menge von Komponenten (Gegenständen)*, die in einem gegebenen Bezugssystem in einem Zusammenhang stehen, und die *Beziehungen zwischen diesen Komponenten*.
- Die Komponenten eines Systems können selbst wieder (Sub-)Systeme sein.

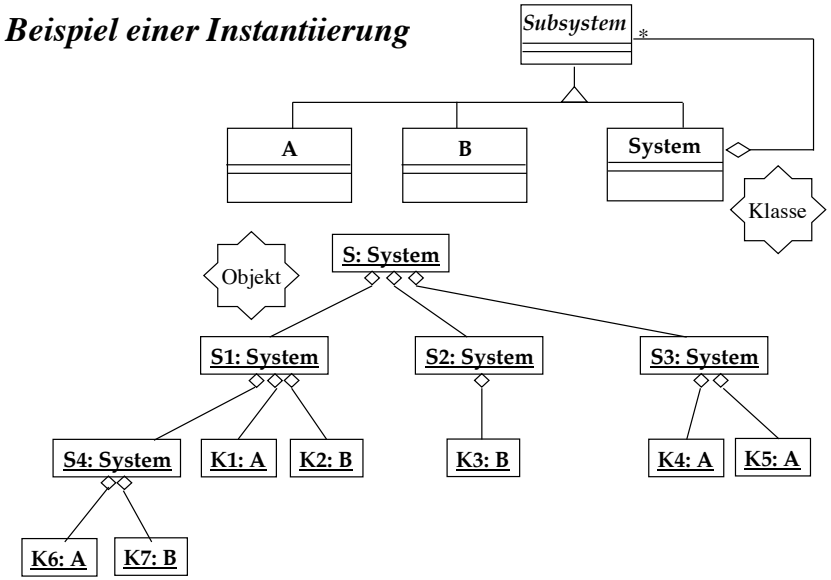
- *Heuristik*: In jedem guten Modell gibt es eine Kombination von Klassen, die in Vererbungs- und Aggregationsbeziehungen stehen.

Modellierung des Systembegriffs

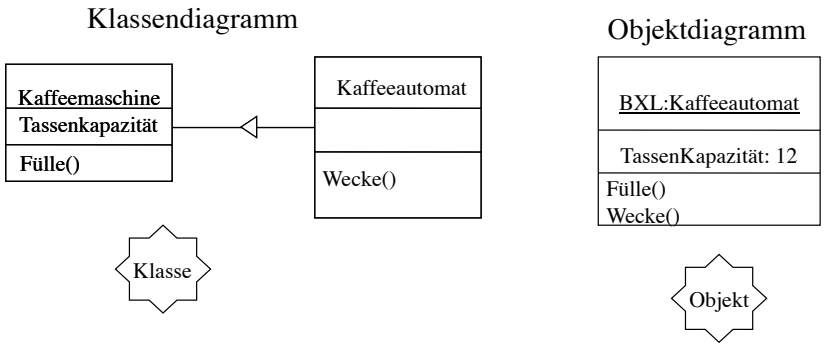
- Ein System besteht aus beliebig vielen Subsystemen => Aggregation.
- Die Subsysteme sind entweder selbst wieder Systeme oder Komponenten A oder B => Vererbung.



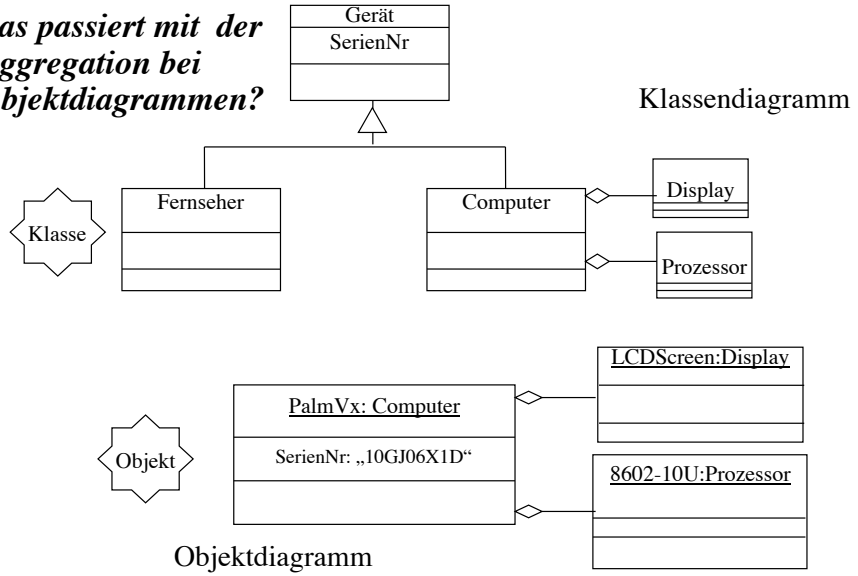
Beispiel einer Instantiierung



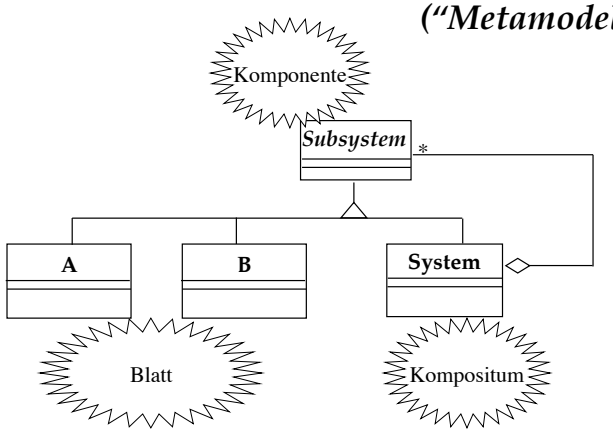
Was passiert mit der Vererbung bei Objektdiagrammen?



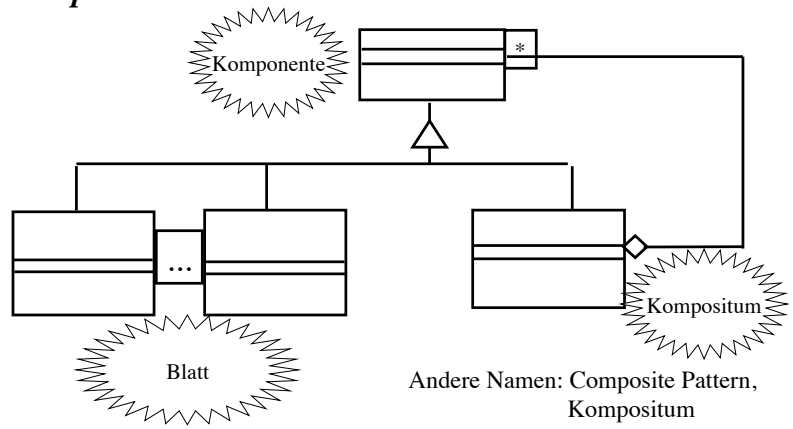
Was passiert mit der Aggregation bei Objektdiagrammen?



Betrachtungen über unsere Modellierung ("Metamodellierung")



Kompositionsmuster

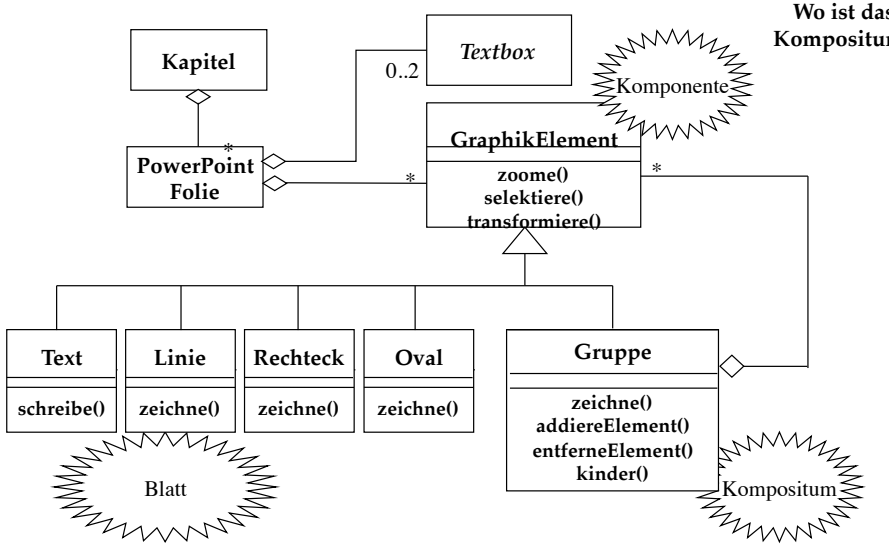


Andere Namen: Composite Pattern, Kompositum

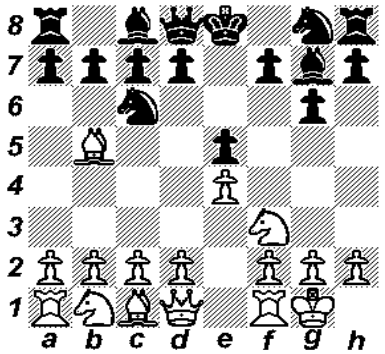
Das Kompositionsmuster ist immer anwendbar, wenn wir Strukturen beschreiben, die eine dynamische Höhe und dynamische Breite haben.

Beispiel: Modellierung eines Foliensatzes

Wo ist das Kompositum?



Muster im Schach



- Spanische Eröffnung
- Schwarz: Läufer Fiancetto
- Weiss: Kurze Rochade

Nützlichkeit von Entwurfsmustern

- Entwurfsmuster sind wieder verwendbares Wissen bei der Entwicklung von Informatik-Systemen, vor allem bei der Analyse und beim Systementwurf.
- Entwurfsmuster lassen sich zu einem Gesamtentwurf kombinieren, der dann als Grundlage für ein Informatik-System dienen kann.
- Beispiele für weitere Entwurfsmuster:
  - Beobachter-Muster (Observer Pattern): Trennt die Veröffentlichung von Information und das Lesen dieser Information (Publish-Subscribe)
  - Adapter-Muster (auch „Wrapper“ genannt): Zum Aufruf von alten, nicht mehr änderbaren Schnittstellen
  - Brückenmuster (Bridge Pattern): Zur dynamischen Anpassung an unterschiedliche Implementationen einer Schnittstelle

Zusammenfassung

- Objekt: Attribute, Operationen, Merkmale
- Objekt als Instanz einer Klasse
- Instanzendiagramm, Klassendiagramm
- Klassen und Instanzen in Java
  - die main-Methode
  - Konstruktoren
- Wichtige Beziehungen in der Modellierung:
  - Aggregation
  - Vererbung
  - Man nennt sie deshalb auch kanonische Assoziationen
- Kompositionsmuster