EINI LW

Einführung in die Informatik für Naturwissenschaftler und Ingenieure

Vorlesung 2 SWS WS 14/15

Dr. Lars Hildebrand
Fakultät für Informatik – Technische Universität Dortmund
lars.hildebrand@tu-dortmund.de
http://ls1-www.cs.tu-dortmund.de

Thema

- **Kapitel 7**
  Objektorientierte Programmierung - Vererbung

- **Unterlagen**
- Echtle, Goedicke: Einführung in die objektorientierte Programmierung mit Java, dpunkt-Verlag.
- Doberkat, Dissmann: Einführung in die objektorientierte Programmierung mit Java, Oldenbourg-Verlag, 2. Auflage.

In diesem Kapitel:

Übersicht

Begriffe

- Spezifikationen, Algorithmen, formale Sprachen, Grammatik
- Programmiersprachenkonzepte
- Grundlagen der Programmierung

- Algorithmen und Datenstrukturen
  - Felder
  - Sortieren
  - Rekursive Datenstrukturen (Baum, binärer Baum, Heap)
  - Heapsort

- Objektorientierung
  - Einführung
  - Vererbung
  - Anwendung

Gliederung

- Vererbung (anschaulich)
  - Transportmittel
  - Konto
- Begriffe
- Vererbung in Java
- Attribute & Methoden
  - Zugriffsrechte
  - Überschreiben
  - abstrakte Methoden / Klassen
- Polymorphie

In diesem Kapitel:

Vererbung (anschaulich)

Klassen können zueinander in einer "ist ein"-Beziehung stehen

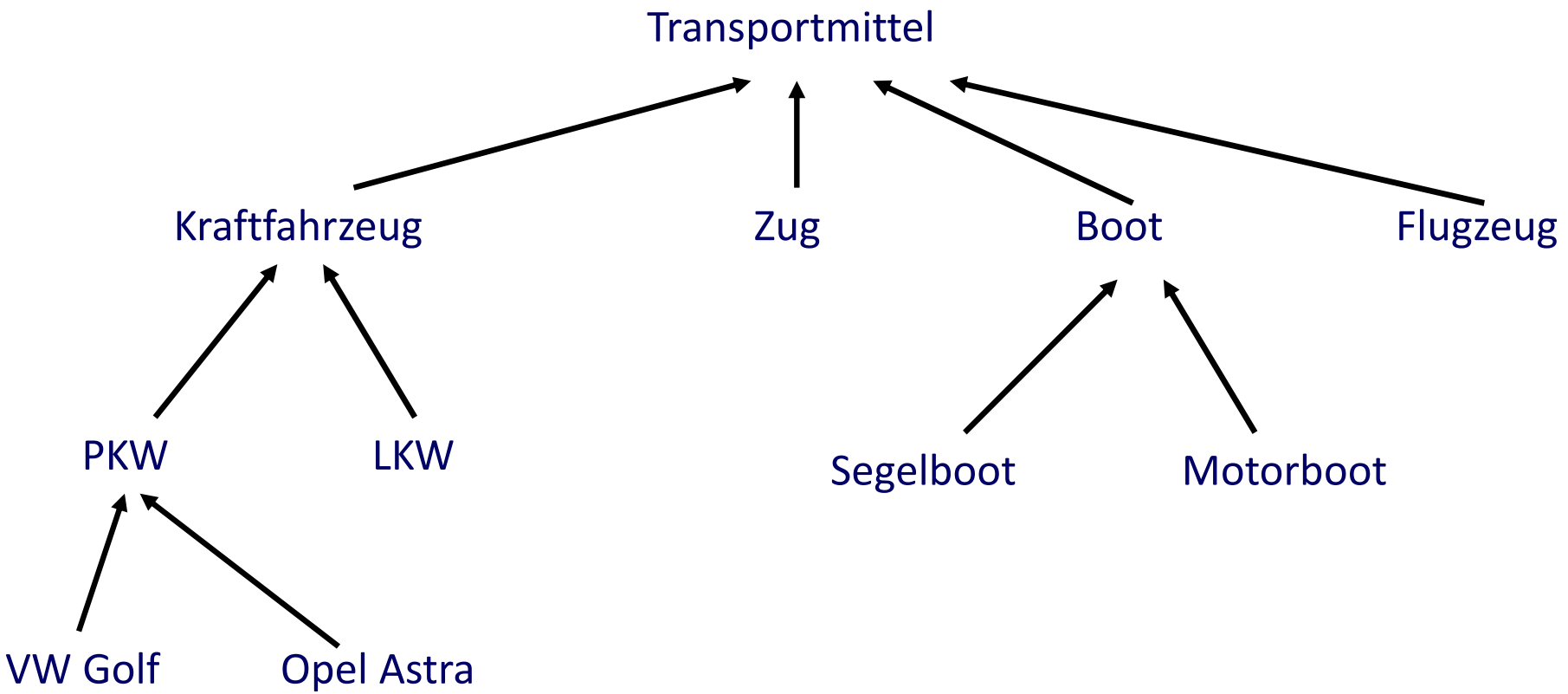
Beispiel

- jeder **PKW** ist ein **Kraftfahrzeug**
- jedes **Kraftfahrzeug** ist ein **Transportmittel**

aber auch

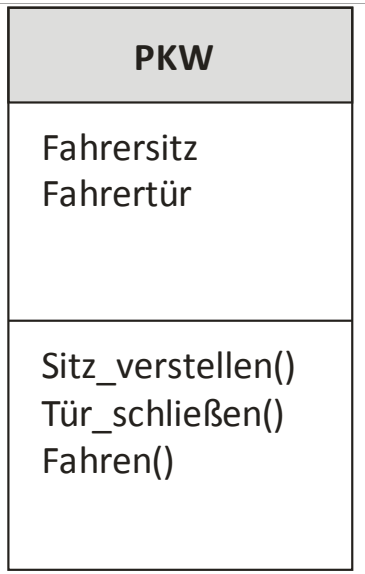
- jeder **LKW** ist ein **Kraftfahrzeug**
- jeder **Zug**,
- jedes **Schiff** und
- jedes **Flugzeug** ist ein **Transportmittel**

Vererbung (anschaulich)

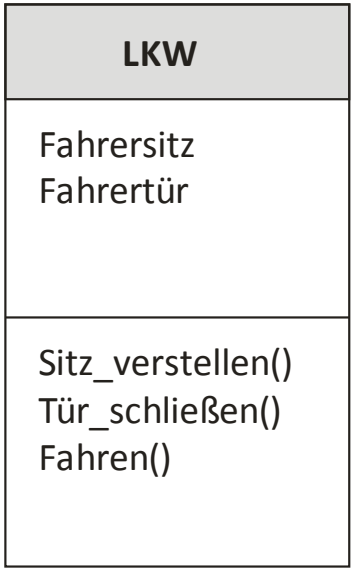


Vererbung (anschaulich)

- Ein **PKW** besitzt
  - Fahrersitz und Fahrertür
  - Funktion, den Sitz zu verstellen
  - Funktion, die Fahrertür zu schließen
  - Funktion, zu fahren



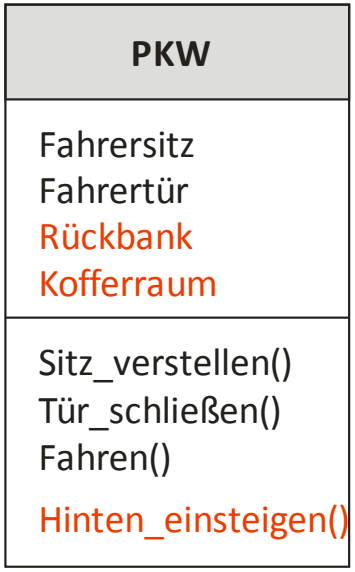
- Ein **LKW** besitzt
  - Fahrersitz und Fahrertür
  - Funktion, den Sitz zu verstellen
  - Funktion, die Fahrertür zu schließen
  - Funktion, zu fahren



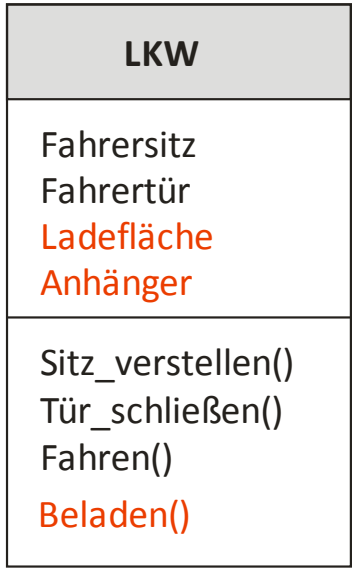
In diesem Kapitel:

Vererbung (anschaulich)

- PKWs haben jedoch mit der
  - Rückbank und dem Kofferraum eigene Attribute
  - und mit "hinten einsteigen" eigene Methoden



- LKWs haben mit der
  - Ladefläche und dem Anhänger auch eigene Attribute
  - und "beladen" ist eine eigene Methode



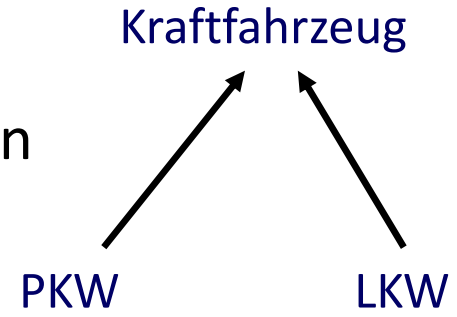
→ PKW und LKW haben Gemeinsamkeiten

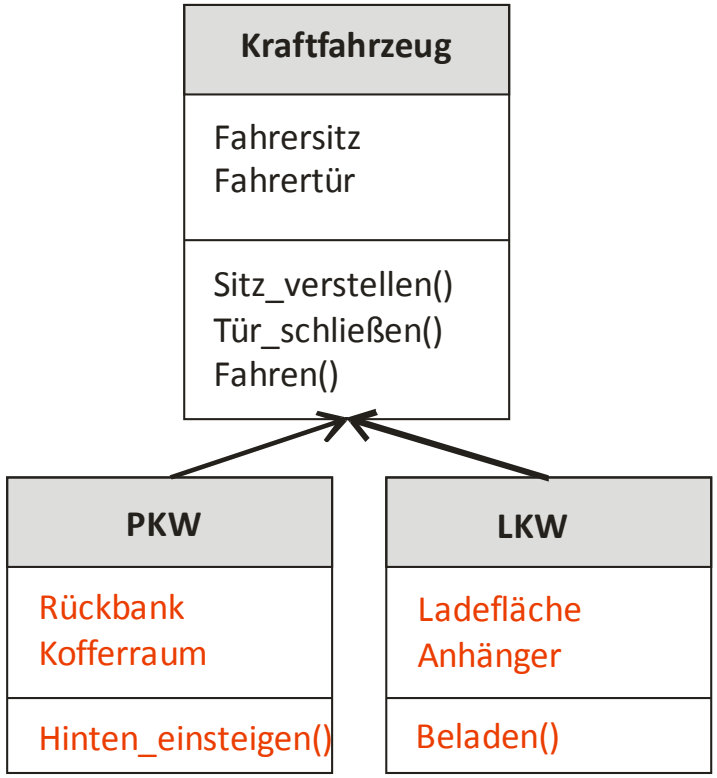
→ PKW und LKW haben Unterschiede

In diesem Kapitel:

Vererbung (anschaulich)

- Wir nutzen nun die Fahrzeughierarchie, die wir beschrieben haben
  - Gemeinsamkeiten werden in dem übergeordneten Transportmittel beschrieben → Allgemein
  - Unterschiede in den untergeordneten Transportmitteln → Speziell





In diesem Kapitel:

Vererbung

Ähnlichkeiten bei Objekten- Beispiel Bankkonten

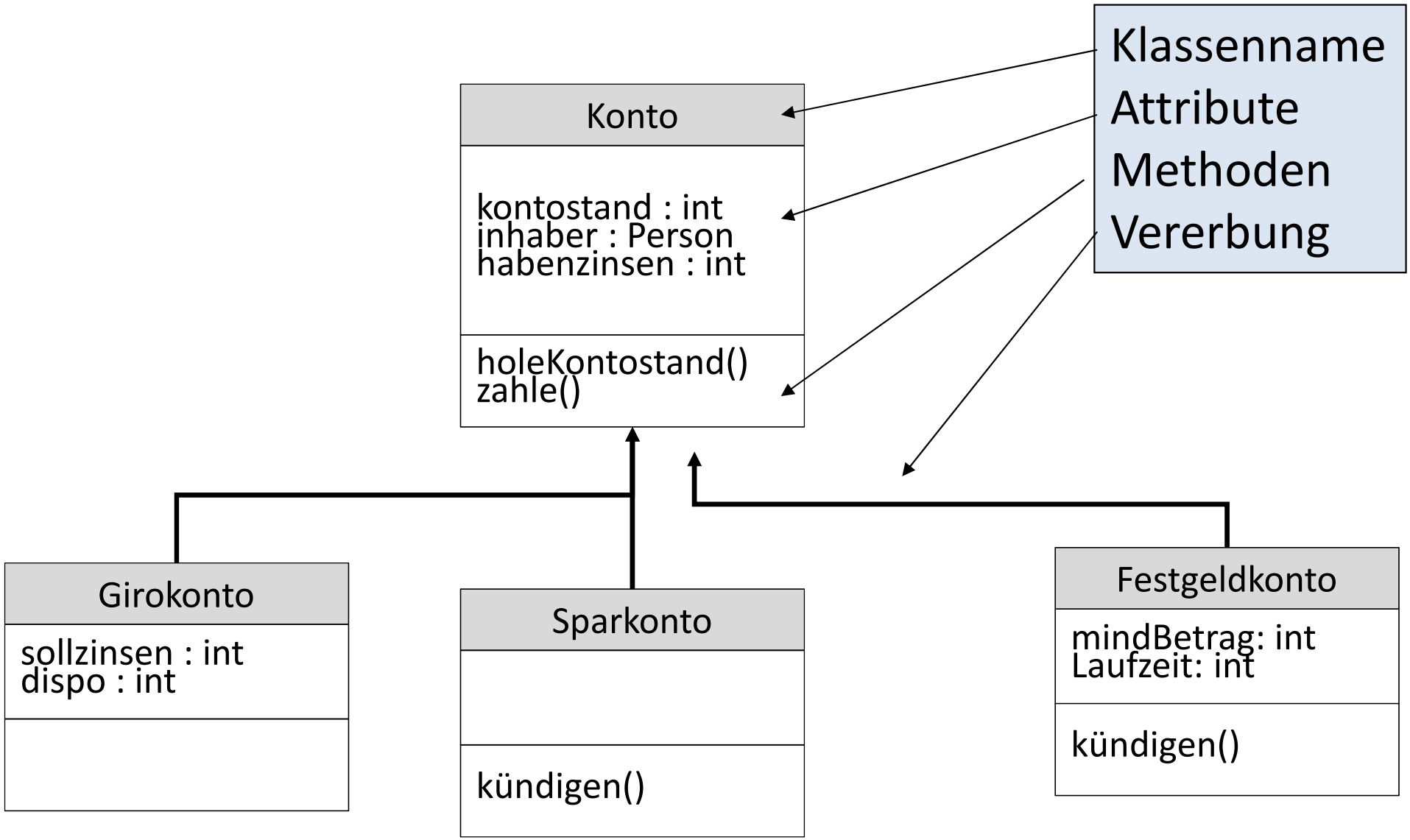
- Identifizieren von
  - **Gemeinsamkeiten**
  - **Unterschieden**

Girokonto
kontostand: int **inhaber**: Person **habenzinsen**: int **sollzinsen: int** **dispo: int**
holeKontostand() **zahle()**

Sparkonto
kontostand: int **inhaber**: Person **habenzinsen**: int
holeKontostand() **zahle()** **kündigen**()

Festgeld
kontostand: int **inhaber**: Person **habenzinsen**: int **mindBetrag**: int **laufzeit: int**
holeKontostand() **zahle()** **kündigen()**

Vererbung


Klassenname
Attribute
Methoden
Vererbung
Konto
kontostand : int
inhaber : Person
habenzinsen : int
holeKontostand()
zahle()
Girokonto
sollzinsen : int
dispo : int
Sparkonto
kündigen()
Festgeldkonto
mindBetrag: int
Laufzeit: int
kündigen()

Gliederung

- Vererbung (anschaulich)
  - Transportmittel
  - Konto
- Begriffe
- Vererbung in Java
- Attribute & Methoden
  - Zugriffsrechte
  - Überschreiben
  - abstrakte Methoden / Klassen
- Polymorphie

In diesem Kapitel:

- Prolog
- Vererbung
- **Begriffe**
- Vererbung in Java
- Attribute und Methoden
- Polymorphie

Begrifflichkeiten

- Die **vererbende** Klasse heißt Super- oder **Oberklasse**.

- Die **erbenden** Klassen sind **Unter**- oder Sub**klassen**.
  - Konto ist also die Super-/Oberklasse der Klassen
  - Girokonto, Festgeldkonto, Sparkonto.
  - Diese sind die Sub-/Unterklassen der Klasse Konto.

Welche Möglichkeiten entstehen durch diese Konstruktion?

- Abstraktion & Spezialisierung:
  - Attribute & Methoden werden möglichst problemadäquat zugeordnet.
  - Allgemeine Lösungen sind von allgemeinem Nutzen

Gliederung

- Vererbung (anschaulich)
  - Transportmittel
  - Konto
- Begriffe
- Vererbung in Java
- Attribute & Methoden
  - Zugriffsrechte
  - Überschreiben
  - abstrakte Methoden / Klassen
- Polymorphie

In diesem Kapitel:

- Prolog
- Vererbung
- Begriffe
- **Vererbung in Java**
- Attribute und Methoden
- Polymorphie

Beispiel: Die Klasse Konto

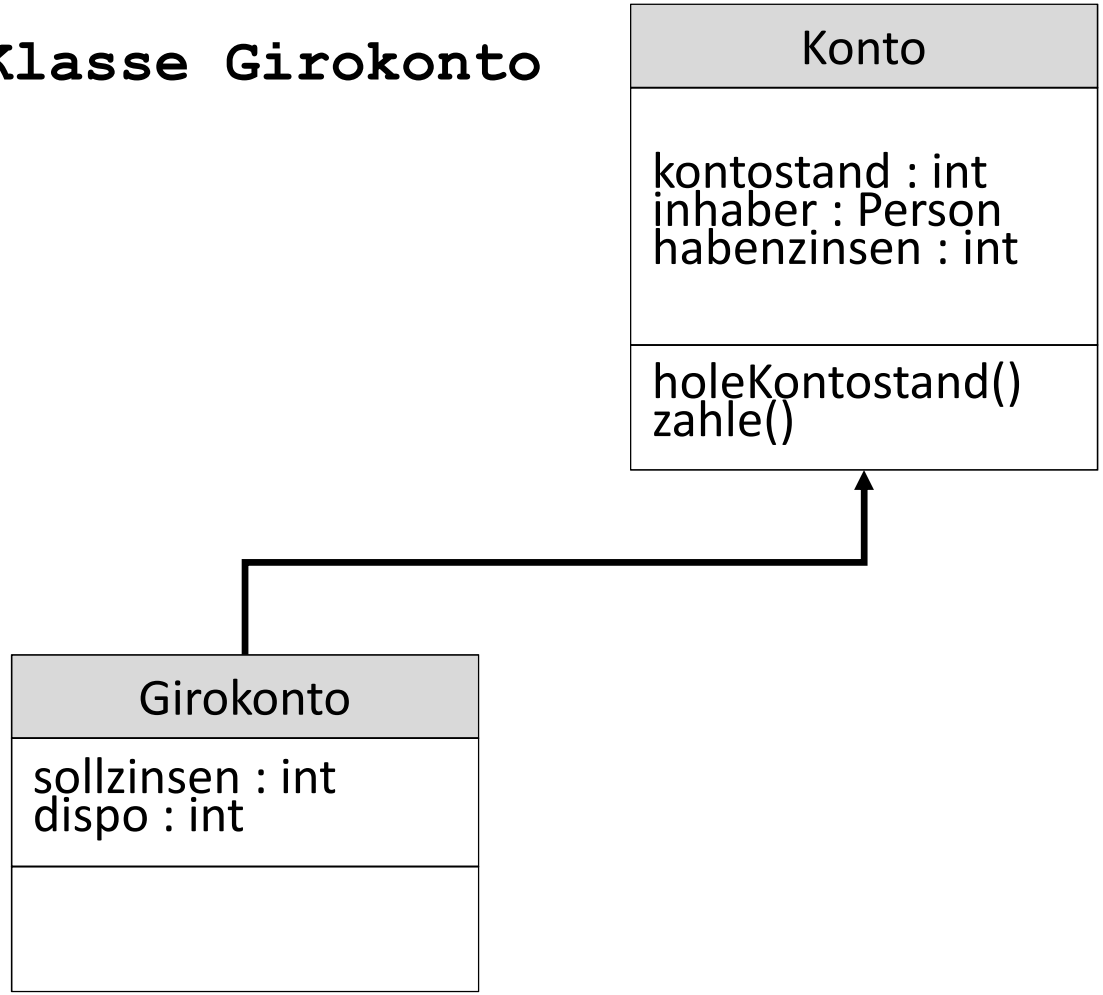
```
01 public class Konto {
02    private String inhaber;
03    private int habenZinsen;
04    private int kontoStand;
05
06    public Konto(String inhaber) {
07       this.inhaber = inhaber;
08       this.kontoStand = 0;
09       this.habenZinsen = 1;
10    }
11    public void zahle (int cent) {
12       kontoStand += cent;
13    }
14    public int holeKontostand() {
15       return (this.kontoStand);
16    }
17 } // Ende der Klasse Konto
```

Beispiel: Die Klasse Girokonto

```
public class Girokonto extends Konto {

   private int sollZinsen;
   private int dispo;

} // Ende der Klasse Girokonto
```



Vererbung in Java (technische Details)

- Vererbung wird über Schüsselwort **`extends`** realisiert:

```
class Unterklasse extends Oberklasse {
    ... // Hier zusätzliche Attribute und Methoden
}
```

- Die **neu definierte Unterklasse** erweitert also die **anderswo definierte Oberklasse** um
  - neue Attribute und
  - Methoden

- Alle Methoden und Attribute der Oberklasse werden übernommen, wenn sie nicht **`private`** deklariert sind
  - oh, haben wir nun ein Problem?

Vererbung in Java (technische Details)

- Ist **keine** Oberklasse definiert (kein **`extends`**), so ist die Systemklasse

  `Object`

  die Oberklasse

- `Object` ist eine Oberklasse für alle Klassen (bis auf `Object` selbst)

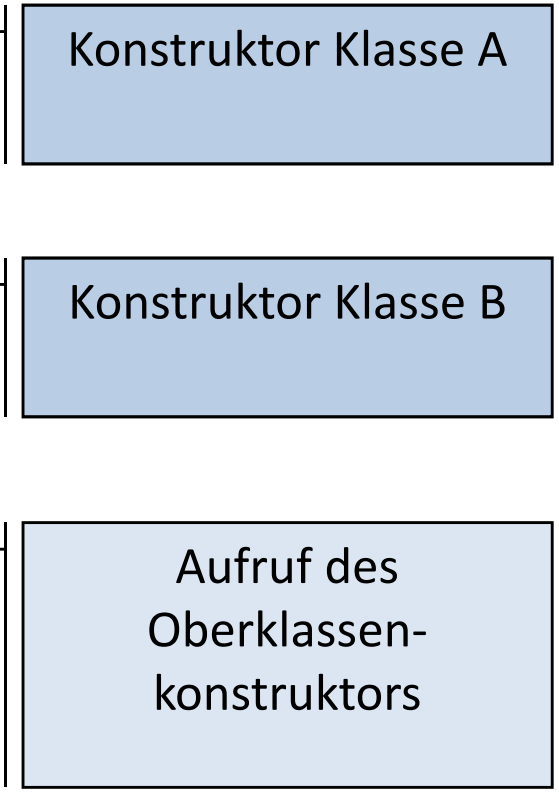
- Aus wievielen Oberklassen kann geerbt werden?
  - Java: jede Klasse hat genau eine Oberklasse.
  - Nicht mehr.
  - Nicht weniger.

Vererbung in Java (technische Details)

- Konstruktoren werden nicht vererbt, Konstruktoren der abgeleiteten Klasse müssen neu definiert werden!
- Über Schlüsselwort **super** kann am Anfang eines Konstruktors der abgeleiteten Klasse ein Konstruktor der Oberklasse aufgerufen werden.

Beispiel:

```
class A {
    A(String name) { ...
 }
}
class B extends A {
    B(String name, int a) {
        super(name);
    ...
 }
}
```



Vererbung in Java (technische Details)

- Wenn in der ersten Anweisung des Unterklassen-Konstruktors
  - nicht einer der Konstruktoren der Oberklasse aufgerufen wird,
  - dann wird der parameterlose Oberklassen-Konstruktor (Standard-Konstruktor) automatisch aufgerufen,
  - bevor irgendeine andere Anweisung des Unterklassen-Konstruktors aufgerufen wird.

Weitere Fragestellungen:

- Wie lassen sich die Variationen von Attributen & Methoden innerhalb der Hierarchie kontrollieren ?

Gliederung

- Vererbung (anschaulich)
  - Transportmittel
  - Konto
- Begriffe
- Vererbung in Java
- Attribute & Methoden
  - Zugriffsrechte
  - Überschreiben
  - abstrakte Methoden / Klassen
- Polymorphie

In diesem Kapitel:

- Prolog
- Vererbung
- Begriffe
- Vererbung in Java
- **Attribute und Methoden**
- Polymorphie

Attribute und Methoden

- Aufgrund der Beziehung in der Vererbung sind Attribute & Methoden von Oberklassen noch sinnvoll nutzbar

- Folgefragen:
  - Wie lassen sich bestehende Methoden anpassen?
  - Lässt sich diese Möglichkeit auch von der Oberklasse aus verhindern?

- Zugriffsrechte bisher:
  - **private**: Zugriff nur innerhalb der Klasse (keine Vererbung)
  - **public**: Zugriff auch von außerhalb der Klasse (Vererbung, aber gleichzeitig völlig uneingeschränkter Zugriff)

- Gibt es Regelungen auch für die Zugriffsrechte innerhalb der Vererbungshierarchie?

Attribute und Methoden - Zugriffsrechte

Zugriffsrecht: protected (in Java)

- `private` Methoden und Attribute sind nur in der Klasse zugreifbar, in der sie definiert sind. Sie sind **nicht in den erbenden Klassen zugreifbar**
- Oft ist es so, dass Methoden und Attribute nicht von außen zugreifbar sein sollen, dass sie aber schon vererbt werden sollen. Genau dies wird durch das Schlüsselwort `protected` vereinbart
- `protected` Methoden und Attribute sind in der Klasse selbst und in allen Unterklassen sichtbar und zugreifbar

Attribute und Methoden - Zugriffsrechte


```
01 public class Konto {
02    protected String inhaber;
03    protected int habenZinsen;
04    private int kontoStand;
05
06    public Konto(String inhaber) {
07     this.inhaber = inhaber;
08     this.kontoStand = 0;
09     this.habenZinsen = 1;
10    }
11    public void zahle (int cent) {
12      kontoStand += cent;
13    }
14    public int holeKontostand() {
15      return (this.kontoStand);
16   }
17 } // Ende der Klasse Konto
```

Attribute und Methoden - Überschreiben

Überschreiben von Methoden in Vererbungshierarchien

- Aufgabenstellung: Berechnung von Zinsen
- Methode: **`berechneZinsen (int tage)`**
  - **gleiche Implementierung** in Sparkonto und Festgeld
  - da keine Sollzinsen existieren
  - aber: in Girokonto Berechnung aus Sollzinsen und Habenzinsen
- Lösung unter Nutzung der Vererbungshierarchie:
  - Standard-Implementierung in Konto
  - **Überschreiben** der Methode in Girokonto für den Spezialfall

Attribute und Methoden - Überschreiben

Allgemeiner Fall wird in der Oberklasse implementiert.

```
public class Konto {
    ...
```

Definition in der Oberklasse

```
  protected int berechneZinsen(int tage) {

    int zinsen =
          kontoStand*(habenZinsen/100)*(tage/365);

    return (zinsen);
  }
    ...
}
```

Attribute und Methoden - Überschreiben

Spezieller Fall überschreibt Methode der Oberklasse.

```
public class Girokonto extends Konto {
    ...
```

Überschreiben der Definition

```
  protected int berechneZinsen(int tage) {

   int guthaben = holeKontostand();
   int zinsen;

   if (guthaben > 0) {
      zinsen = guthaben * (habenZinsen/100)*(tage/365);
   } else {
      zinsen = -guthaben * (sollZinsen/100)*(tage/365);
   }

   return (zinsen);
  }
}
```


In diesem Kapitel:

Attribute und Methoden - Überschreiben

Zugriff auf überschriebene Attribute / Methoden

- In einem Objekt einer abgeleiteten Klasse ist **`super`** eine Referenz auf das Teilobjekt der Oberklasse
- Attribute und Methoden der Oberklasse lassen sich so ansprechen (auch überschriebene Attribute und Methoden)
- Beispiel:

```
class A {
 int variable;
 void methode() {
     ...
 }
}
```

```
class B extends A {
    int variable;
    void methode() {
       ...
    }
    void methode2() {          // Zugriff auf
        super.variable = 3;    // überschriebene
        super.methode();       // Attribute und
    }                          // Methoden der
                               // Oberklasse
}
```

Attributen & Methoden - Überschreiben

Schlüsselwort: final

- Verhindert, dass eine **Methode** überschrieben wird

```
public final int holeKontostand() {...}
```

- Erben von einer **Klasse** verbieten:

```
public final class Girokonto extends Konto {
...
}
```

- Alle Methoden und Attribute einer finalen Klasse sind implizit auch final

Attributen & Methoden - Überschreiben

Schlüsselwort: final

- Finale **Klassen** und **Methoden** sind aus Sicherheitsgründen zuweilen erforderlich.
  - Sie tun das, was sie tun sollen und
  - können nicht manipuliert werden.

- Typische Anweisung: eine Methode zur Passwort-Prüfung.

- **`final`** - **Attribute** sind Konstanten, sie dürfen nicht verändert werden.
  - Beispiel:

```
public final int mwst;
```

Abstrakte Methoden/Klassen

- Situation:

  Jede Unterklasse hat die gleiche Methode aber unterschiedliche Implementierung.

- Beispiel: **`auszahlen(int betrag)`**
  - Girokonto: beliebige Auszahlung bis Limit
  - Sparkonto: Restguthaben von € 5,- nötig (außer nach Kündigung)
  - Festgeld: Auszahlung erst nach Ende der Laufzeit

- Lösung: **abstrakte Methode** in der Oberklasse.
  - Eine abstrakte Methode ist eine **Methode, die nicht realisiert ist.**
  - Die **abstrakte Methode** der Oberklasse **gibt** dann **nur** die **Signatur** der Methode **an**, nicht aber ihre Realisierung.

Abstrakte Methoden/Klassen

```
public abstract class Konto {

   ...

   public void einzahlen(int betrag) {
    zahle(betrag);
   }

   ...

   public abstract int auszahlen(int betrag);
}
```

Einzahlen() für alle Unterklassen gleich

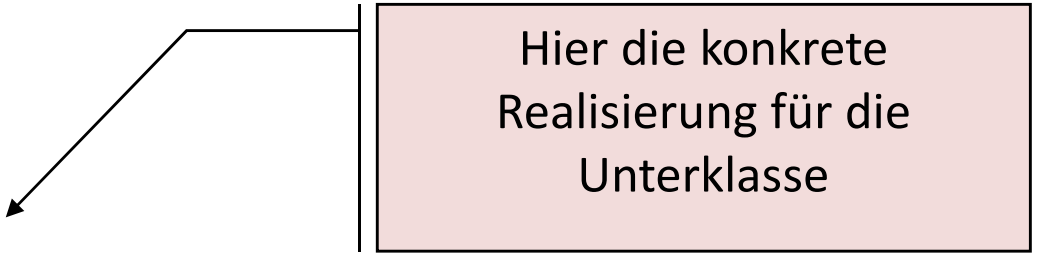
Auszahlen() für alle Unterklassen unterschiedlich

In diesem Kapitel:

Abstrakte Methoden/Klassen

```
class Girokonto extends Konto {

   ...
```




```
 public int auszahlen(int betrag) {

  if (kontostand-betrag > dispo) {
     zahle(-betrag);
     return (betrag);
  } else {
     System.out.println("Kein Auszahle möglich");
     return (0);
  }
 }
}
```

Abstrakte Methoden/Klassen

- Enthält eine Klasse eine abstrakte Methode, so ist die ganze Klasse **abstract.**

- Eine **abstrakte Klasse kann nicht instanziiert werden**.
  - D.h., es können keine Objekte zu dieser Klasse erzeugt werden.
  - Es kann nur Objekte zu den nicht abstrakten Unterklassen geben.

- Abstrakte Methoden **müssen** in den Unterklassen implementiert werden (oder die Unterklassen sind wieder abstrakt)

Gliederung

- Vererbung (anschaulich)
  - Transportmittel
  - Konto
- Begriffe
- Vererbung in Java
- Attribute & Methoden
  - Zugriffsrechte
  - Überschreiben
  - abstrakte Methoden / Klassen
- Polymorphie

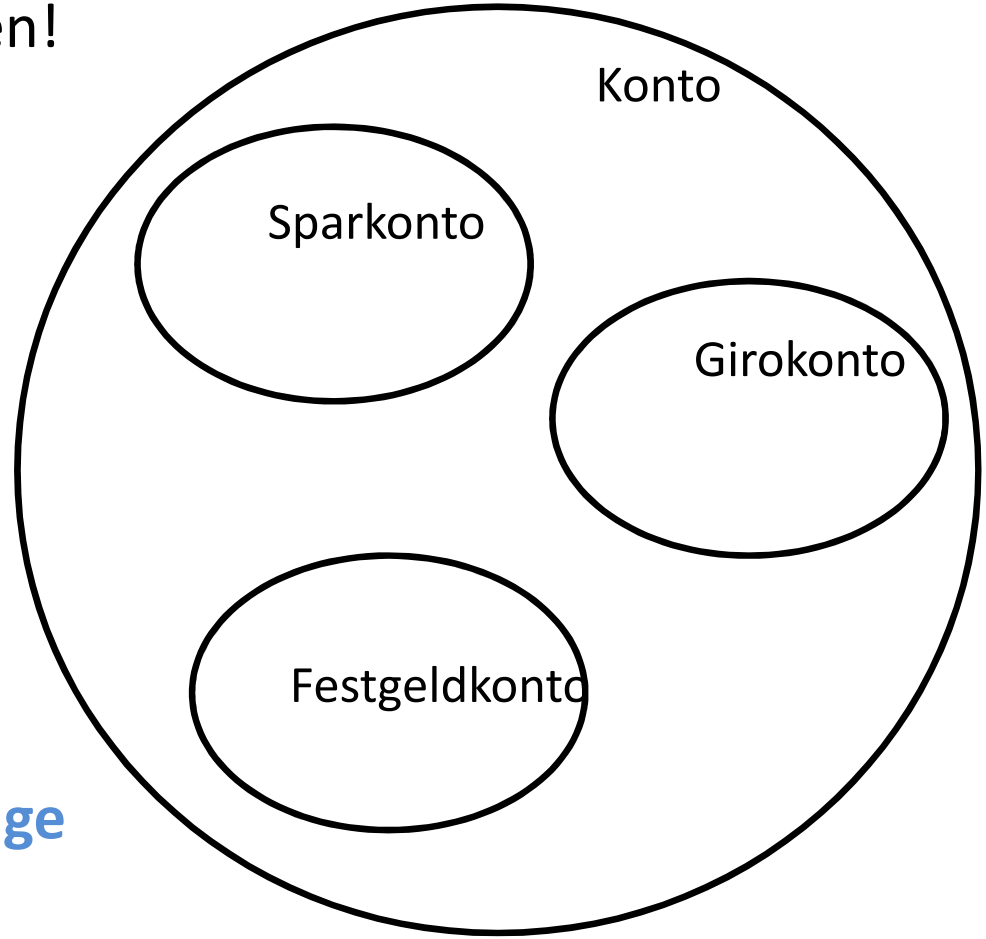
In diesem Kapitel:

- Prolog
- Vererbung
- Begriffe
- Vererbung in Java
- Attribute und Methoden
- **Polymorphie**

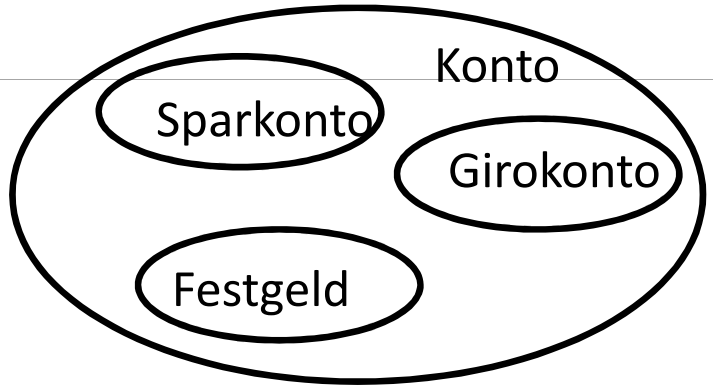
Polymorphie

Darstellung aus mengentheoretischer Sicht

- Alle Objekte sind Konten!
- Einige sind besondere Arten von Konten.
- Die **Menge** der
  - Sparkonten,
  - Girokonten,
  - Festgeldkonten
- ist jeweils eine **Teilmenge** der **Menge der Konten**
- Die Teilmengen sind **disjunkt**



Polymorphie



Wir nehmen folgende Deklarationen an:

```
Girokonto einGirokonto;
Sparkonto einSparkonto;
Konto einKonto, einAnderesKonto;
```

Legale Zuweisungen:

```
einGirokonto = new Girokonto();
einSparkonto = new Sparkonto();
einGirokonto.sollzinsen = 12;
einKonto = einGirokonto;
einAnderesKonto = new Sparkonto();
```

Illegale Zuweisungen:

```
einSparkonto = einGirokonto;
einGirokonto = new Sparkonto();
```

Polymorphie

Jedes Sparkonto / Girokonto ist auch ein Konto, deshalb ist

```
einKonto = einSparkonto
```

legal.

Ein Objekt einer Klasse kann also mehrere Erscheinungs-formen haben:

- Es kann ein Objekt der Klasse selbst oder
- es kann ein Objekt einer der Unterklassen dieser Klasse sein
- es kann ein Objekt einer der Oberklasse dieser Klasse sein.
- Das Objekt bewegt sich in der **Vererbungshierarchie**.

- Es ist **polymorph**.

Polymorphie

Nicht jedes Konto ist ein Sparkonto.

- Ist dann

```
einSparkonto = (Sparkonto)einKonto
```

legal?

- Ja, denn Objekte der Klasse Sparkonto sind wandelbar zu Objekten der Klasse Konto.
  - Allerdings ist der Zugriff auf **alle Attribute nicht möglich**,
  - denn einKonto hat ja nicht die Sparkonto-Attribute.

Polymorphie

Was passiert bei folgender Anweisung?

```
if (x == 1)
   einKonto = einSparkonto;
else
   einKonto = einGirokonto;
```

- Der Compiler ist **nicht** in der Lage, die Klasse von `einKonto` zu ermitteln.
- Die Klasse von `einKonto` nach dieser Zuweisung ist **nicht vorhersehbar**.
- `einKonto` kann also nach der Anweisung eine von mehreren Klassen haben, es ist halt **polymorph**.

Polymorphie

Wunsch:

- Alle Objekte aus der Oberklasse “Konto” sollen in der gleichen Weise behandelt werden können

Lösung: Polymorphie

- Eine Oberklassen-Referenz kann auch auf Objekte der Unterklassen verweisen.
  - Methoden der Oberklasse können so aufgerufen werden.
  - Wurde eine **Methode** von einer **Unterklasse** überschrieben,
    - so wird nicht die Methodenimplementierung der Oberklasse aufgerufen,
    - sondern die **Implementierung der Unterklasse**.

Polymorphie

- Methoden können so mit allen möglichen Konten arbeiten

```
public int berechneVermoegen(Konto[] konten) {
 int vermoegen = 0;

 for (int i=0; i<konten.length; i++) {
    Konto k = konten[i];
    vermoegen += k.holeKontostand();
 }

 return (vermoegen);
}
```

- Methodenaufruf wird an die entsprechende Subklasse weitergeleitet

Vererbung - Zusammenfassung

- **Vererbung**
  - Klassen können als Unterklasse von einer Klasse definiert werden
  - Java: Vererbungshierarchie mit 1 Oberklasse je Klasse
- **Folgen**
  - Behandlung namens-/signaturgleicher Methoden in Ober-/Unterklassen, Zugriffsmöglichkeiten auf verdeckte Attribute & Methoden
  - Erweiterung der Definition von Zugriffsrechten: (private, public, protected)
  - Behandlung von abstrakten („noch zu implementierenden“) Methoden
  - Begrenzung der Möglichkeit des Überschreibens: final

Vererbung - Zusammenfassung

- **Nutzen**
  - Erlaubt allgemeine Lösungen in Spezialfällen ohne redundanten Code zu nutzen
  - Erlaubt Anforderungen zu spezifizieren: abstrakte Klassen
  - Erlaubt Abwandlung von Methoden: **Überschreiben** (bei gleicher Signatur)
  - Achtung: nicht mit **Überladen** verwechseln (ungleiche Signatur)

Übersicht

Vielen Dank für Ihre Aufmerksamkeit!

Nächste Termine

- Nächste Vorlesung – WiMa 15.1.2015, 08:15
- Nächste Vorlesung – LogWIng 16.1.2015, 08:15