EINI LogWing/WiMa/MP

Einführung in die Informatik für Naturwissenschaftler und Ingenieure

Vorlesung 2 SWS WS 21/22

Dr. Lars Hildebrand
Fakultät für Informatik – Technische Universität Dortmund
lars.hildebrand@tu-dortmund.de
http://ls14-www.cs.tu-dortmund.de

Thema

- **Kapitel 7**
  Objektorientierte Programmierung – Vererbung

- **Unterlagen**
  - Dißmann, Stefan und Ernst-Erich Doberkat*: Einführung in die objektorientierte Programmierung mit Java*, 2. Auflage. München [u.a.]: Oldenbourg, 2002.
    (→ ZB oder Volltext aus Uninetz)
  - Echtle, Klaus und Michael Goedicke: *Lehrbuch der Programmierung mit Java*. Heidelberg: dpunkt-Verl, 2000.
    (→ ZB)

In diesem Kapitel:

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

Übersicht

Begriffe

- ✓ Spezifikationen, Algorithmen, formale Sprachen
- ✓ Programmiersprachenkonzepte
- ✓ Grundlagen der imperativen 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:

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

Vererbung (anschaulich) I

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

Beispiel:

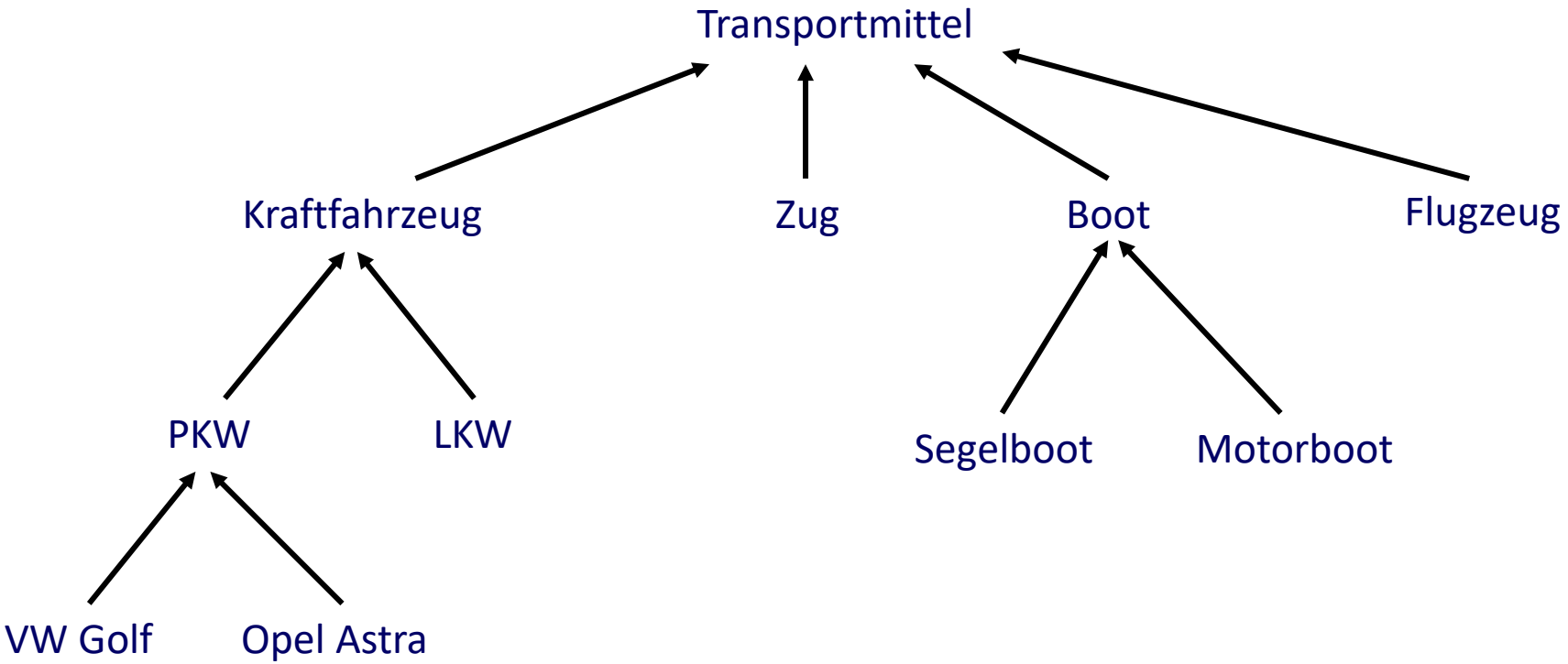
- Jeder PKW ist ein Kraftfahrzeug.
- Jedes Kraftfahrzeug ist ein Transportmittel.

Aber auch:

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

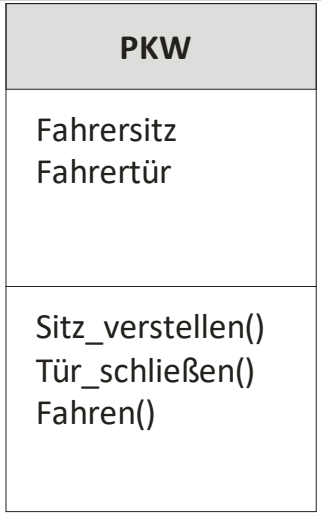
In diesem Kapitel:
- Prolog
- **Vererbung**
- Begriffe
- Vererbung in Java
- Attribute und Methoden
- Polymorphie

Vererbung (anschaulich) II

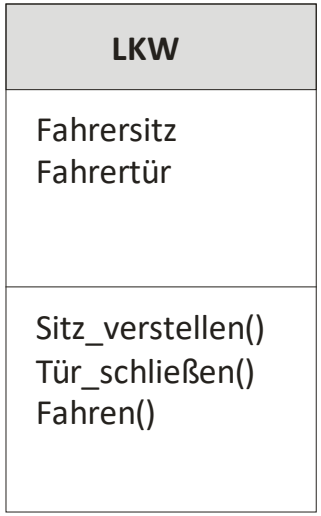


Vererbung (anschaulich) III

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



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



Vererbung (anschaulich) III

- PKWs haben jedoch
  - eigene Attribute: Rückbank und Kofferraum
  - und mit "hinten einsteigen" eigene Methoden.

- LKWs haben auch
  - eigene Attribute: Ladefläche und Anhänger
  - und "beladen" ist eine eigene Methode.

→ PKWs und LKWs haben Gemeinsamkeiten.

→ PKWs und LKWs haben Unterschiede.

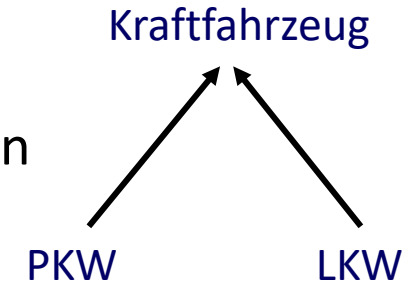
PKW
Fahrersitz Fahrertür Rückbank Kofferraum
Sitz_verstellen() Tür_schließen() Fahren() Hinten_einsteigen()

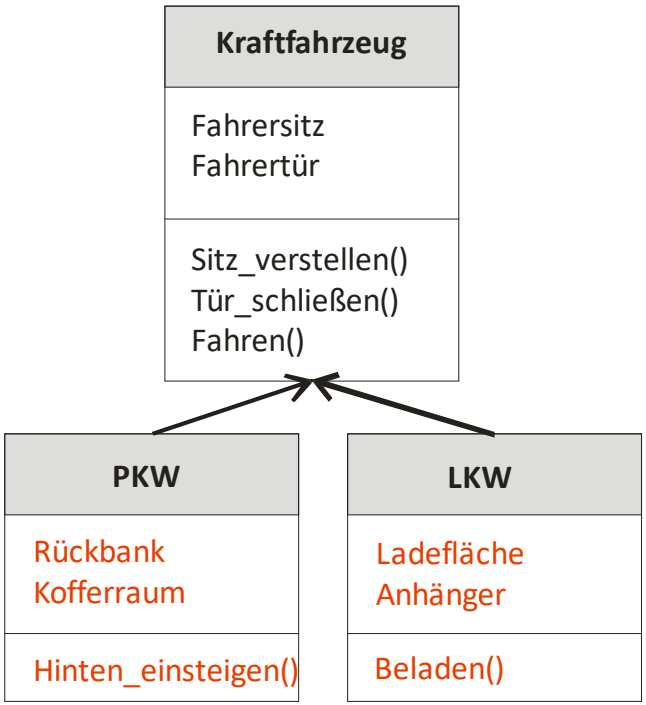
LKW
Fahrersitz Fahrertür Ladefläche Anhänger
Sitz_verstellen() Tür_schließen() Fahren() Beladen()

In diesem Kapitel:
- Prolog
- **Vererbung**
- Begriffe
- Vererbung in Java
- Attribute und Methoden
- Polymorphie

Vererbung (anschaulich) IV

- Verwendung der Fahrzeughierarchie:
  - Gemeinsamkeiten werden in dem übergeordneten Transportmittel beschrieben → **Allgemein**
  - Unterschiede in den untergeordneten Transportmitteln → **Speziell**





In diesem Kapitel:

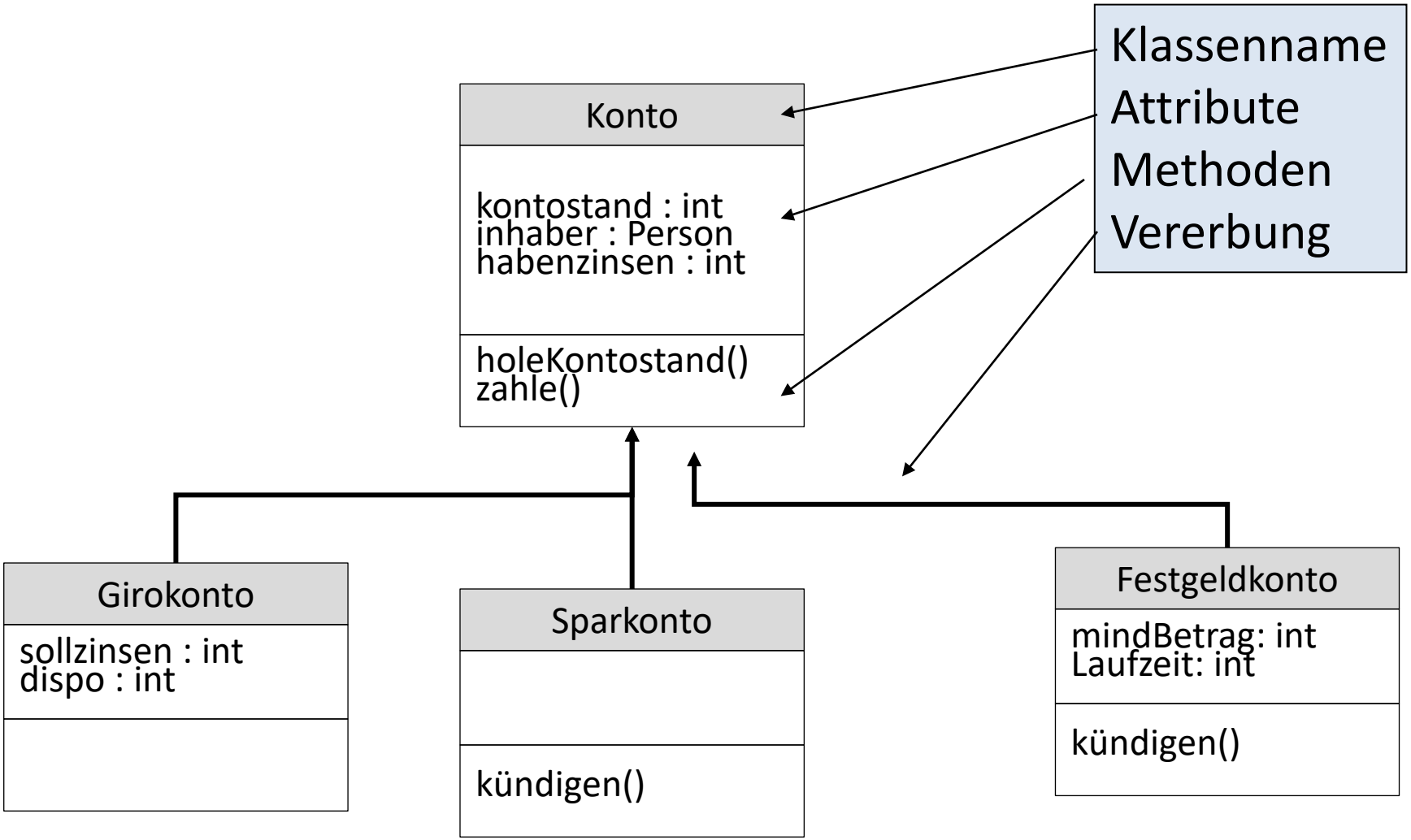
- Prolog
- Vererbung
- Begriffe
- Vererbung in Java
- Attribute und Methoden
- Polymorphie

Ähnlichkeiten bei Objekten – Beispiel Bankkonten

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

Girokonto	Sparkonto	Festgeld
kontostand: int **inhaber**: Person **habenzinsen**: int **sollzinsen: int** **dispo: int**	**kontostand**: int **inhaber**: Person **habenzinsen**: int	**kontostand**: int **inhaber**: Person **habenzinsen**: int **mindBetrag**: int **laufzeit: int**
holeKontostand() **zahle()**	**holeKontostand()** **zahle()** **kündigen**()	**holeKontostand()** **zahle()** **kündigen()**

Vererbung II



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 Sub- oder **Unterklassen**.
  - Konto ist also die Super-/Oberklasse der Klassen Girokonto, Festgeldkonto und Sparkonto.
  - Diese sind wiederum die Sub-/Unterklassen der Klasse Konto.

Welche Möglichkeiten entstehen durch diese Konstruktion?

- Abstraktion und Spezialisierung:
  - Attribute und 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:

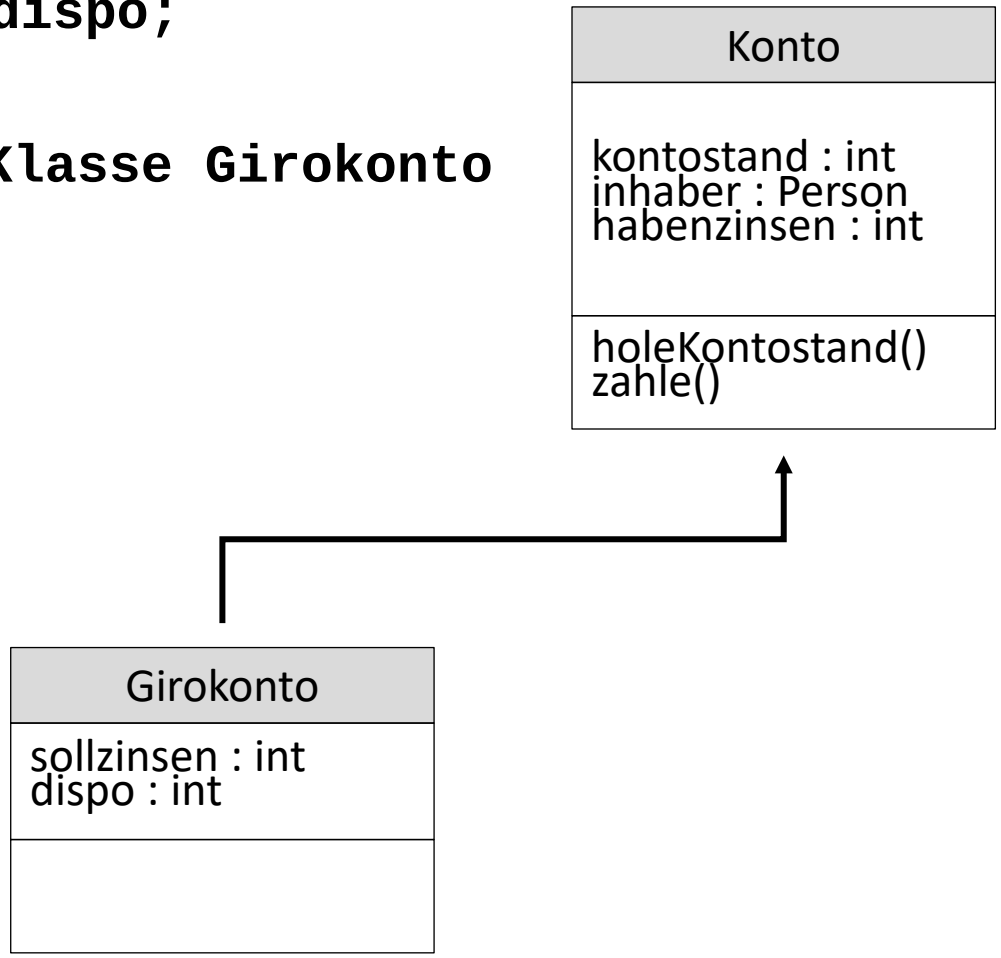
- Prolog
- Vererbung
- Begriffe
- **Vererbung in Java**
- Attribute und Methoden
- Polymorphie

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
```



In diesem Kapitel:

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

Vererbung in Java (technische Details) I

- Vererbung wird über das 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 als **`private`** deklariert sind.
  - Zu welchem Problem führt das?

Vererbung in Java (technische Details) II

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

  `Object`

  die Oberklasse.

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

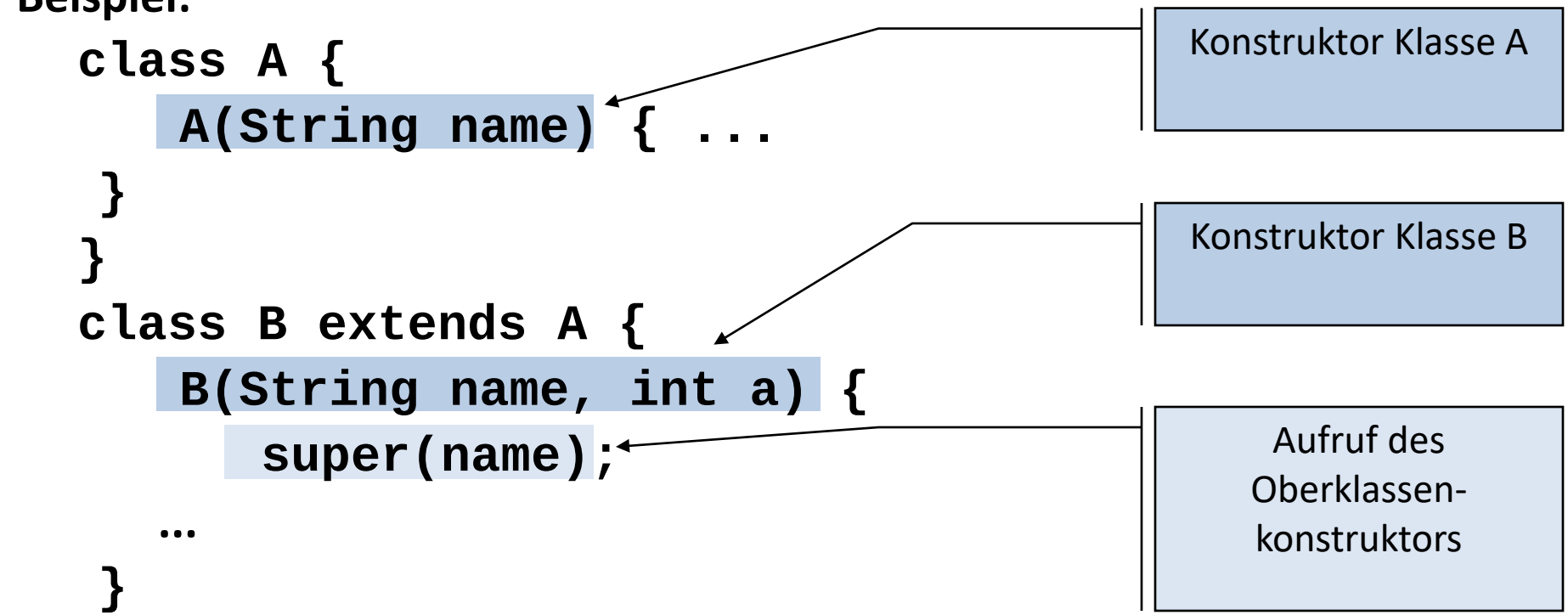
- Aus wie vielen Oberklassen kann geerbt werden?
  - Java: Jede Klasse hat **genau eine Oberklasse**, nicht mehr und nicht weniger.

Vererbung in Java (technische Details) III

- **Konstruktoren** werden nicht vererbt.
- Konstruktoren der abgeleiteten Klasse müssen **neu definiert** werden.
- Über das 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) IV

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

Weitere Fragestellungen:

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

Gliederung

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

Attribute und Methoden

Aufgrund der Beziehung in der Vererbung sind **Attribute und 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 auch Regelungen für die Zugriffsrechte innerhalb der Vererbungshierarchie?

In diesem Kapitel:
- Prolog
- Vererbung
- Begriffe
- Vererbung in Java
- Attribute und Methoden
- Polymorphie

Attribute und Methoden: Zugriffsrechte

`protected` (in Java)

- **`private`** Methoden und Attribute sind nur in der Klasse verwendbar, in der sie definiert sind. Sie sind **nicht in den erbenden Klassen verwendbar**.
- Oft sollen Methoden und Attribute nicht von außen verfügbar sein, aber gleichzeitig vererbt werden.
  - → Schlüsselwort **`protected`**
- **`protected`** Methoden und Attribute sind **in der Klasse selbst und in allen Unterklassen** sichtbar und verwendbar.

Attribute und Methoden: Zugriffsrechte (Beispiel)

```
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 I

Überschreiben von Methoden in Vererbungshierarchien

- Aufgabenstellung: Berechnung von Zinsen

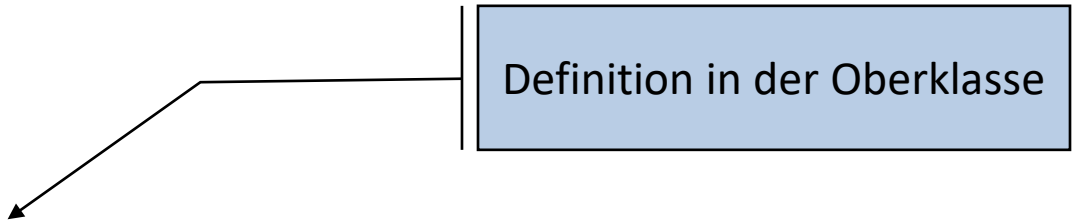
- Methode: **`berechneZinsen (int tage)`**
  - **gleiche Implementierung** in Sparkonto und Festgeld
    - → Sollzinsen existieren nicht.
  - aber: Berechnung aus Sollzinsen und Habenzinsen in **Girokonto**

- Lösung unter Nutzung der Vererbungshierarchie:
  - Standard-Implementierung in Konto
  - **Überschreiben der Methode** in Girokonto **für den Spezialfall**

Attribute und Methoden: Überschreiben II

Allgemeiner Fall wird in der Oberklasse implementiert.

```
public class Konto {
   ...
   protected int berechneZinsen(int tage) {

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

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



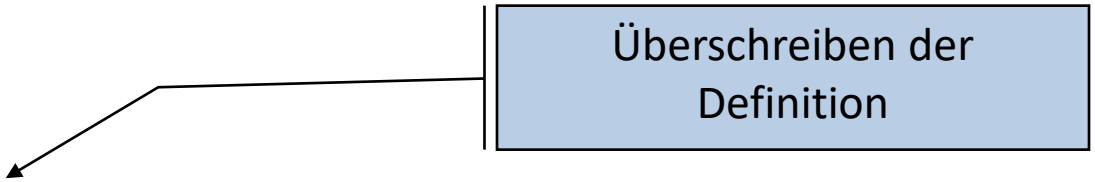
In diesem Kapitel:

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

Attribute und Methoden: Überschreiben III

Spezieller Fall überschreibt Methode der Oberklasse.

```
public class Girokonto extends Konto {

   ...

   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:

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

Attribute und Methoden: Überschreiben IV

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 und Methoden: Überschreiben V

Schlüsselwort: `final`

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

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

- Verbietet erben von einer **Klasse**:

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

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

In diesem Kapitel:
- Prolog
- Vererbung
- Begriffe
- Vererbung in Java
- **Attribute und Methoden**
- Polymorphie

Attributen und Methoden: Überschreiben VI

Schlüsselwort: `final`

- Finale **Klassen** und **Methoden** sind zuweilen aus **Sicherheitsgründen** erforderlich:
  - Aufgabe ist festgelegt.
  - Manipulation ist nicht möglich.

- 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 **nur** die **Signatur** der Methode an, nicht aber ihre Realisierung.

In diesem Kapitel:
- Prolog
- Vererbung
- Begriffe
- Vererbung in Java
- **Attribute und Methoden**
- Polymorphie

Abstrakte Methoden/Klassen: Beispiel I

```
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:

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

Abstrakte Methoden/Klassen: Beispiel II

```
class Girokonto extends Konto {

   ...
```

Hier die konkrete Realisierung für die Unterklasse

```
 public int auszahlen(int betrag) {

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

```
}
```


In diesem Kapitel:
- Prolog
- Vererbung
- Begriffe
- Vererbung in Java
- Attribute und Methoden
- Polymorphie

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 & Methode
  - ✓ Zugriffsrechte
  - ✓ Überschreiben
  - ✓ abstrakte Methoden / Klassen
- ➢ Polymorphie

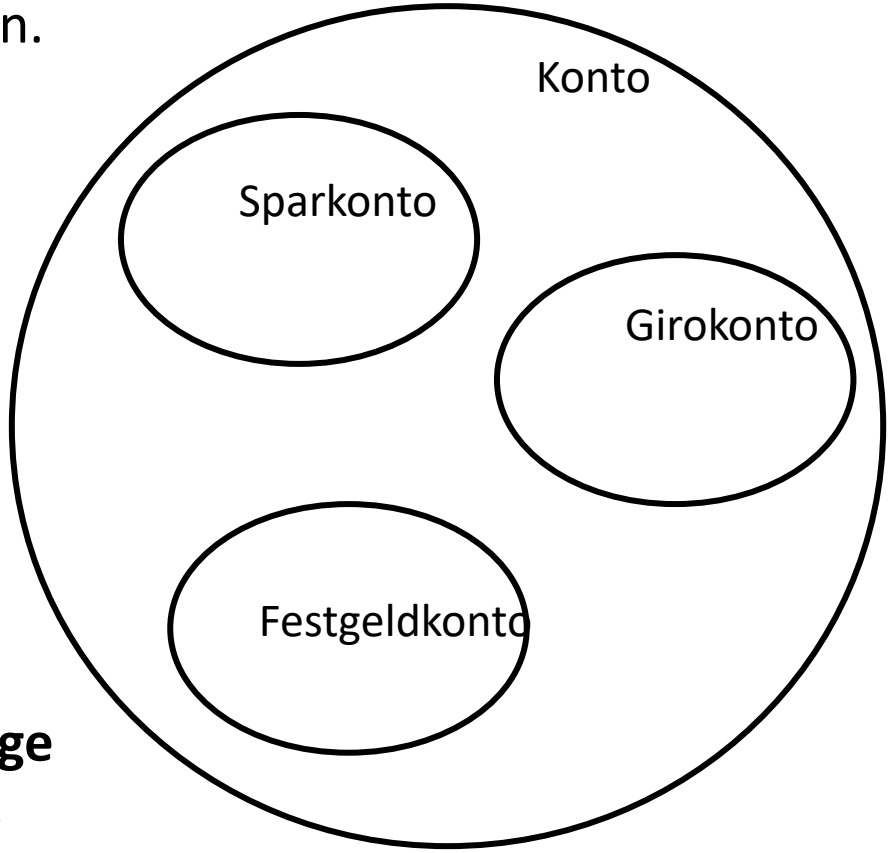
In diesem Kapitel:

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

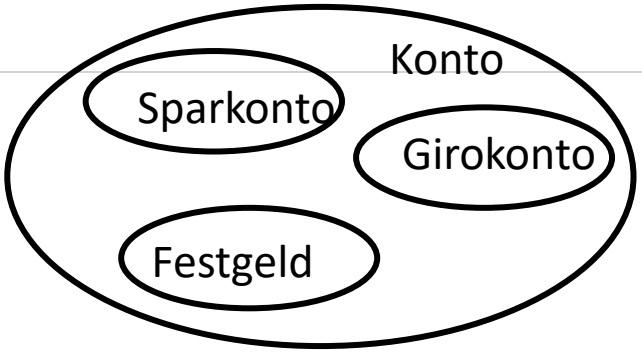
Polymorphie I

Darstellung aus mengentheoretischer Sicht

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



Polymorphie II



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 III

Jedes Sparkonto oder Girokonto ist auch ein Konto, deshalb ist

```
einKonto = einSparkonto;
```

legal.

Ein Objekt einer Klasse kann also mehrere Erscheinungsformen haben:

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

→ Es ist **polymorph**.

Polymorphie IV

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 **kein Zugriff auf alle Attribute** möglich:
    - **`einKonto`** hat ja nicht die **`Sparkonto`**-Attribute.

In diesem Kapitel:
- Prolog
- Vererbung
- Begriffe
- Vererbung in Java
- Attribute und Methoden
- **Polymorphie**

Polymorphie V

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`** ist nach dieser Zuweisung **nicht vorhersehbar**.
- **`einKonto`** kann also nach dieser Anweisung eine von mehreren Klassen haben (= **polymorph**).

Polymorphie VI

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 VII

- 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);
}
```

- Der Methodenaufruf wird an die entsprechende Subklasse weitergeleitet.

In diesem Kapitel:
- Prolog
- Vererbung
- Begriffe
- Vererbung in Java
- Attribute und Methoden
- **Polymorphie**

Vererbung: Zusammenfassung I

- **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 und Methoden
  - Erweiterung der Definition von Zugriffsrechten: **`private, public, protected`**
  - Behandlung von **abstrakten** („noch zu implementierenden“) Methoden.
  - Begrenzung der Möglichkeit des Überschreibens: **`final`**

Vererbung: Zusammenfassung II

- **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).

Vererbung

Artikel im EINI-Wiki:

- → **Vererbung**
- → **Konstruktor**
- → **Sichtbarkeit**
- → **Final**
- → **Signatur**

In diesem Kapitel:
- Prolog
- Vererbung
- Begriffe
- Vererbung in Java
- Attribute und Methoden
- **Polymorphie**

Übersicht

Vielen Dank für Ihre Aufmerksamkeit!

Nächste Termine

- Nächste Vorlesung – WiMa 20.1.2022, 08:15
- Nächste Vorlesung – LogWing 21.1.2022, 08:15