

Einführung in die Programmierung

Teil 7: Vererbung

Prof. Dr. Peer Kröger,
Florian Richter, Michael Fromm
Wintersemester 2018/2019



- Vererbung ist die Umsetzung von is-a-Beziehungen zwischen zwei (oder mehreren) Klassen.
- Die Vaterklasse A ist eine Generalisierung der abgeleiteten Klasse B , B entsprechend eine Spezialisierung von A .
- Das bedeutet, B hat alle Eigenschaften von A und darüberhinaus möglicherweise noch mehr.

- Alle Eigenschaften/Elemente (Attribute und Methoden) der Vaterklasse A sollen also auf die abgeleitete Klasse B *vererbt* werden, d.h. sie sollen in B nicht mehr extra aufgeführt werden müssen.
- Zusätzlich kann die abgeleitete Klasse B aber natürlich neue Elemente (Attribute und Methoden) definieren bzw. ein bereits existierendes Element verfeinern (*überschreiben*), denn sie ist ja eine Spezialisierung von A .

- Vererbung ist ein wichtiges Mittel zur Wiederverwendung von Programmteilen:
Funktionalitäten, die in der Vaterklasse A bereits implementiert sind, werden automatisch auf die abgeleitete Klasse B vererbt, müssen also in B nicht noch einmal implementiert werden (außer, die betreffende Funktionalität wird spezialisiert, d.h. redefiniert/überschrieben).

- Wir wollen das Tierreich (bestehend aus Schafen und Kühen) auf einem Bauernhof modellieren.
- Dazu stellen wir fest, dass beide Tierarten gemeinsame Eigenschaften haben, z.B. einen Namen, ein Geburtsjahr, etc.
- Zusätzlich haben beide Tierarten unterschiedliche Eigenschaften, bei den Kühen interessieren wir uns z.B. für die Milchmenge, die sie letztes Jahr abgegeben haben, bei den Schafen interessiert uns die Menge der Wolle, die wir scheren konnten, etc.
- Dies kann man mit Vererbung entsprechend modellieren (siehe übernächste Folie).

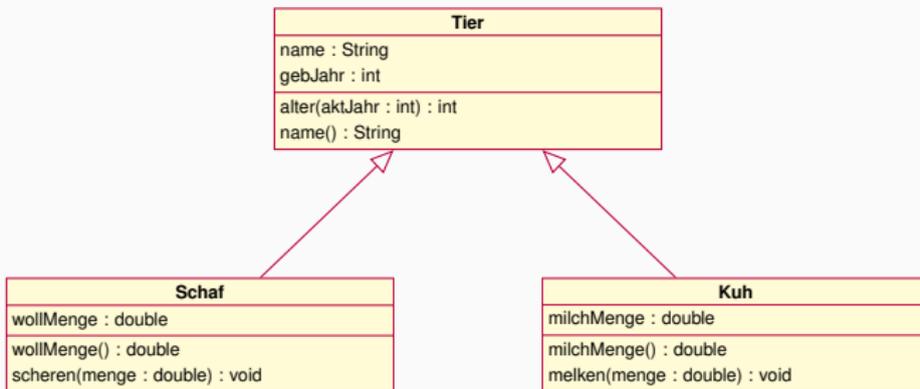
Zunächst ohne Vererbung:

Schaf
name : String wollMenge : double gebJahr : int
alter(aktJahr : int) : int name() : String wollMenge() : double scheren(menge : double) : void

Kuh
name : String milchMenge : double gebJahr : int
alter(aktJahr : int) : int name() : String milchMenge() : double melken(menge : double) : void

Jetzt mit Vererbung:

Die gemeinsamen Eigenschaften (Attribute) und Funktionalitäten (Methoden) sind in eine gemeinsame Oberklasse ausgelagert.



- Die Vererbungsbeziehung hat die gewünschte Semantik: alle Elemente der Vaterklasse (hier *Tier*) wird auf die von ihr abgeleiteten Klassen (hier *Kuh* und *Schaf*) *automatisch* vererbt, d.h. diese stehen in den abgeleiteten Klassen zur Verfügung, ohne dass sie explizit noch einmal angegeben werden müssen.
- Da die Elemente der Vaterklasse auf die abgeleiteten Klassen vererbt werden, müssen sie nur einmal (in der Vaterklasse) implementiert werden (Wiederverwendung von Code, dadurch u.a. Vermeidung von Fehlern).
- Im Beispiel: Da die Klasse *Tier* das Attribut *name* besitzt, hat auch die Klasse *Kuh* dieses Attribut; entsprechendes gilt für Objekte der Klasse *Kuh*.

- In Java wird nur die einfache Vererbung (eine Klasse wird von genau einer Vaterklasse abgeleitet) direkt unterstützt.
- Mehrfachvererbung (eine Klasse wird von mehr als einer Vaterklasse abgeleitet) muss in Java mit Hilfe von *Interfaces* umgesetzt werden (dazu später mehr).
- In Java zeigt das Schlüsselwort **extends** Vererbung an.

- Beispiel: Vaterklasse

```
public class Tier {  
    private int geburtsJahr;  
    private String name;  
  
    public int alter(int jahr) { ... }  
  
    public String name() { ... }  
}
```

- Beispiel: Abgeleitete Klassen

```
public class Kuh extends Tier {  
    private double milchMenge;  
  
    public double milchMenge() { ... }  
    public void melken(double menge) { ... }  
}
```

```
public class Schaf extends Tier {  
    private double wollMenge;  
  
    public double wollMenge() { ... }  
    public void scheren(double menge) { ... }  
}
```

- Objekte der Klasse `Kuh` erben damit alle Attribute und Methoden der Klasse `Tier`.
- Variablen vom Typ `Tier` können nun auch Objekte vom Typ `Kuh` aufnehmen (aber nicht anders herum!), z.B.:

```
Tier t = new Kuh();
```

oder auch

```
Tier t = new Tier();
```

```
Kuh k = new Kuh();
```

```
t = k;
```

- Diesen Effekt nennt man *Polymorphismus* (von Objekten, d.h. die Objekte „in“ der Variablen `t` sind polymorph).

- Was bedeutet das Erben von Methoden (und Attributen)?
- Ein Objekt der Klasse `Kuh` kann z.B. nun auch die Methode `alter()` ausführen, da diese Methode aus der Vaterklasse vererbt wird:

```
...  
Kuh resi = new Kuh();  
...  
int aktuellesAlter = resi.alter(2015);  
...
```

Analoges gilt natürlich für die Methode `name()`.

- Resi (und alle anderen Kühe) hat also auch zusätzlich zum Attribut `milchMenge` die Attribute `geburtsjahr` und `name` aus der Vaterklasse.

- Enthält eine Klasse keine **`extends`**-Klausel, so besitzt sie die implizite Vaterklasse `Object` (im Paket `java.lang`).
- Also: Jede Klasse, die keine **`extends`**-Klausel enthält, wird automatisch direkt von `Object` abgeleitet.
- Jede explizit abgeleitete Klasse ist am oberen Ende ihrer Vererbungshierarchie von einer Klasse ohne explizite Vaterklasse abgeleitet und ist damit ebenfalls von `Object` abgeleitet.
- Damit ist `Object` *die Vaterklasse aller anderen Klassen*.

- Die Klasse `Object` definiert einige elementare Methoden, die für alle Arten von Objekten nützlich sind, u.a.:
 - **`boolean equals(Object obj)`**
testet die Gleichheit zweier Objekte, d.h. ob zwei Objekte den gleichen Zustand haben (Achtung: in `Object` ist Identität implementiert!).
 - `Object clone()`
kopiert ein Objekt, d.h. legt eine neues Objekt an, das eine genaue Kopie des ursprünglichen Objekts ist (Achtung: in `Object` ist das eine flache Kopie!!!).
 - etc.
- Damit diese Methoden in abgeleiteten Klassen sinnvoll funktionieren, müssen sie bei Bedarf überschrieben werden.

- Neben ererbten Attributen und Methoden dürfen neue Attribute und Methoden in der abgeleiteten Klasse definiert werden.
- Es dürfen aber auch Attribute und Methoden, die von der Vaterklasse geerbt wurden, neu definiert werden.
- Bei Attributen tritt dabei der Effekt des *Versteckens/Verdeckens* auf: Das Attribut der Vaterklasse ist in der abgeleiteten Klasse nicht mehr sichtbar.
- Bei Methoden tritt zusätzlich der Effekt des *Überschreibens* (auch: *Überlagerns*) auf: Die Methode modelliert in der abgeleiteten Klasse i.d.R. ein anderes Verhalten als in der Vaterklasse.

- Der Zugriff auf den Namen könnte in `Tier` wie folgt implementiert sein:

```
public class Tier {  
    ...  
    public String name() {  
        return this.name;  
    }  
}
```

- Und in `Kuh` dagegen:

```
public class Kuh extends Tier {  
    ...  
    public String name() {  
        return "Kuh "+this.name;  
    }  
}
```

- Ist ein Element (Attribut oder Methode) x der Vaterklasse in der abgeleiteten Klasse neu definiert, wird also immer, wenn x in der abgeleiteten Klasse aufgerufen wird, das neue Element x der abgeleiteten Klasse angesprochen.
- Will man auf das Element x der Vaterklasse zugreifen, kann dies mit dem expliziten Hinweis **super**. x erreicht werden.
- Ein kaskadierender Aufruf von Vaterklassen-Elementen (z.B. **super**.**super**. x) ist nicht erlaubt!
- **super** ist eine Art Verweis auf die Vaterklasse (Vorsicht: keine Referenz auf ein entsprechendes Objekt so wie z.B. bei **this**)

- Der Zugriff auf den Namen könnte in `Kuh` auch mit Hilfe von `super` implementiert sein:

```
public class Kuh extends Tier {  
    ...  
    public String name() {  
        return "Kuh " + super.name();  
    }  
}
```

- Hier wird nun die Methode `name()` aus `Tier` aufgerufen (statt wie vorher das Attribut `name` aus `Tier`, das in `Kuh` ja nicht versteckt wurde und daher mit `this.name` in `Kuh` angesprochen wird).

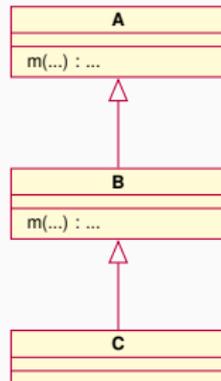
- Zur Spezifikation der Sichtbarkeit von Attributen und Methoden einer Klasse hatten wir bisher kennengelernt:
 - **public**: das Element ist in allen Klassen sichtbar
 - **private**: das Element ist nur in der aktuellen Klasse sichtbar, also auch *nicht* in abgeleiteten Klassen!
(Achtung: nicht sichtbar, aber natürlich vorhanden!!!)
 - **default/package-scoped**: das Element ist in allen Klassen desselben Packages sichtbar.
- Zusätzlich gibt es das Schlüsselwort **protected**: diese Elemente sind in der Klasse selbst und in den Methoden aller abgeleiteter Klassen sichtbar (und zusätzlich in allen Klassen des selben Packages).

- Das Verstecken von Attributen ist eine gefährliche Fehlerquelle und sollte daher grundsätzlich vermieden werden!!!
- Meist geschieht das Verstecken von Attributen aus Unwissenheit über die Attribute der Vaterklasse.
- Problematisch ist, wenn Methoden aus der Vaterklasse vererbt werden, die auf ein verstecktes Attribut zugreifen, deren Name aber durch den Verstecken-Effekt irreführend wird, weil es ein gleich benanntes neues Attribut in der abgeleiteten Klasse gibt.

- Die Klasse `Tier` definiert das Attribut `name` in dem der Name des Tieres gespeichert ist.
- Zudem gibt es eine Methode `public String getName()`, die den Wert des Attributs `name` zurrückgibt.
- In der abgeleiteten Klasse `Kuh` gibt es nun ebenfalls ein Attribut `name`, in dem der Name des Besitzers gespeichert werden soll.
- Die Methode `getName()` aus der Vaterklasse wird nicht überschrieben.
- Wenn nun ein Objekt der Klasse `Kuh` die Methode `getName()` aufruft, wird der Name der Kuh ausgegeben und nicht der Name des Besitzers.

- Das Überschreiben von Methoden ist dagegen ein gewünschter Effekt, denn eine abgeleitete Klasse zeichnet sich eben gerade durch ein unterschiedliches Verhalten gegenüber der Vaterklasse aus.
- *Dynamisches Binden* (*late binding*) bei Methodenaufrufen: Erst zur Laufzeit wird entschieden, welcher Methodenrumpf nun ausgeführt wird, d.h. von welcher Klasse das aufrufende Objekt nun tatsächlich ist (wegen Polymorphismus ist das erst zur Laufzeit klar!).
- Dabei wird die Methode des *speziellsten* Typs ausgewählt.
- Was bedeutet „speziellster“ Typ? (siehe nächste Folie)

- Eine Variable v vom Typ A kann Objekte vom Typ A , Objekte vom Typ B **extends** A oder Objekte vom Typ C **extends** B enthalten.
- Wird für die Variable eine Methode m mit $v.m(\dots)$ aufgerufen, die in B überschrieben wurde, kann erst zur Laufzeit entschieden werden, welchen Typ das Objekt besitzt, das von der Variable aktuell referenziert wird:
 - Ist das Objekt vom Typ A wird m aus A ausgeführt.
 - Ist das Objekt vom Typ B wird m aus B ausgeführt.
 - Ist das Objekt vom Typ C wird m aus B ausgeführt, denn diese Version ist die speziellste, die für die Klasse C „gefunden werden kann“.



- Überschreiben von Methoden und dynamisches Binden ist ein wichtiges Merkmal von Polymorphismus.
- Beispiel: eine Variable vom Typ `Tier` kann Objekte vom Typ `Tier`, Objekte vom Typ `Kuh` oder Objekte vom Typ `Schaf` enthalten.
- Wird für die Variable eine Methode `m` aufgerufen, die in den abgeleiteten Klassen überschrieben wurde, kann erst zur Laufzeit entschieden werden, welchen Typ das Objekt besitzt, das von der Variable aktuell referenziert wird, und damit, welche Methode die speziellste ist und ausgeführt wird.

```
...  
  
boolean b;  
  
...  
  
Tier t = new Tier();  
Kuh k = new Kuh();  
if (b)  
{  
    t=k;  
}  
System.out.println(t.name()); // (*)
```

Welche Methode wird bei (*) ausgeführt?

- Wie bereits erwähnt, ist Mehrfachvererbung in Java nicht erlaubt.
- Der Grund hierfür ist, dass bei Mehrfachvererbung verschiedene Probleme auftauchen können.
- Ein solches Problem kann im Zusammenhang mit Methoden entstehen, die aus beiden Vaterklassen (mit der selben Signatur) vererbt werden und nicht in der abgeleiteten Klasse überschrieben werden.
- In diesem Fall ist unklar, welche Methode ausgeführt werden soll, wenn eine dieser Methoden in der abgeleiteten Klasse aufgerufen wird.

- Beispiel: Klasse `AmphibienFahrzeug` wird von den beiden Klassen `LandFahrzeug` und `WasserFahrzeug` abgeleitet.
- Die Methode `int getPS()`, die die Leistung des Fahrzeugs zurückgibt, könnte bereits in den beiden Vaterklassen implementiert sein (da dort auch das entsprechende Attribut vereinbart ist) und nicht mehr in der Klasse `AmphibienFahrzeug` überschrieben werden.
- Problem:

```
AmphibienFahrzeug a = new AmphibienFahrzeug();  
int ps = a.getPS();
```
- Welche Methode `getPS()` wird ausgeführt?

- Achtung: In C++ ist Mehrfachvererbung erlaubt; hier muss in unserem Beispiel dann aber explizit angegeben werden, welche Methode ausgeführt werden soll (was eine grundsätzliche Einschränkung von Polymorphismus darstellt).
- Eine Mehrfachvererbung (aus dem Entwurf) kann in Java mit Hilfe von Interfaces aufgelöst werden (siehe nächster Teil).

Konstruktoren sind im Kontext Vererbung nochmal genauer zu betrachten:

- Grundsätzlich gilt: Konstruktoren werden *nicht* vererbt!
- Dies ist auch sinnvoll, schließlich kann ein Konstruktor der Klasse `Tier` keine Objekte der spezielleren Klasse `Kuh` erzeugen, sondern eben nur Objekte der generelleren Klasse `Tier`.
- Es müssen also (wenn dies gewünscht ist), in jeder abgeleiteten Klasse eigene explizite Konstruktoren definiert werden.
- Existiert in der Vaterklasse `A` ein Konstruktor `A(<Parameterliste>)`, so kann im Rumpf eines Konstruktors der abgeleiteten Klasse dieser Konstruktor mit `super(<Parameterliste>)` aufgerufen werden.

- Wenn ein Objekt durch Aufruf des **new**-Operators und eines entsprechenden Konstruktors erzeugt wird, wird grundsätzlich immer auch (explizit oder implizit) der Konstruktor der Vaterklasse aufgerufen!
- Explizit kann man dies wie bereits erwähnt durch Aufruf von **super** (<Parameterliste>) erreichen.
- **Achtung:** dies muss der **erste** Befehl in einem explizit implementierten Konstruktor sein!
- Der Aufruf muss die Signatur eines Konstruktors der Vaterklasse erfüllen.

- Wie gesagt: steht in einem expliziten Konstruktor der abgeleiteten Klasse kein `super`-Aufruf an erster Stelle, wird implizit der Default-Konstruktor der Vaterklasse `super ()` aufgerufen.
- **Achtung:** Es ist nicht erlaubt, den Default-Konstruktor aufzurufen, obwohl ein expliziter Konstruktor in der Vaterklasse vorhanden ist und der Default-Konstruktor nicht existiert (wir erinnern uns: sofern ein expliziter Konstruktor vorhanden ist, muss der Default-Konstruktor explizit angegeben werden, damit er zur Verfügung steht!).
- Das bedeutet andersherum: steht der Default-Konstruktor in der Vaterklasse nicht zur Verfügung, muss in der abgeleiteten Klasse einer der expliziten Konstruktoren der Vaterklasse aufgerufen werden!

1.Fall:

In `Tier` *ist kein* expliziter Konstruktor definiert

```
public class Kuh extends Tier
{
    public Kuh(double bisherigeMilchMenge) {
        this.milchMenge = bisherigeMilchMenge; // (*)
    }
}
```

Beim Aufruf des Konstruktors, z.B. `Kuh erni = new Kuh(35.0);` wird, bevor Zeile `(*)` ausgeführt wird, zunächst der Konstruktor `Tier()` implizit aufgerufen (wir hätten ihn natürlich auch explizit aufrufen können).

2.Fall:

In `Tier` *ist ein* expliziter Konstruktor

`Tier(String name, int geburtsJahr)`
definiert.

```
public class Kuh extends Tier
{
    public Kuh(String name, int geburtsjahr, double bisherigeMilchMenge) {
        super(name, geburtsjahr);
        this.milchMenge = bisherigeMilchMenge;
    }
}
```

Die Lösung von Fall 1 geht hier nicht, da der (implizit vor Zeile (*)
aufgerufene) Default-Konstruktor nicht existiert.

- Offenbar dient der Aufruf des Vaterklassen-Konstruktors dazu, die vererbten Attribute in der abgeleiteten Klasse zu initialisieren.
- Natürlich kann dies auch in der abgeleiteten Klasse explizit gemacht werden (ist aber meist wenig sinnvoll und widerspricht der Idee der is-a-Beziehung).
- Konstruktoren werden nicht vererbt, müssen aber (implizit oder explizit) in abgeleiteten Klassen verwendet werden (können).

- Auch die Klasse `Rechteck` kann man als Spezialisierung von `Punkt` betrachten.
- Ein Rechteck ist ein Punkt mit zusätzlicher Ausdehnung entlang der Koordinatenachsen.

```
public class Punkt {
    private double x;
    private double y;

    public Punkt(double x, double y) {
        this.x = x;
        this.y = y;
    }

    public double getX() { return this.x; }

    public double getY() { return y; }

    public void verschiebe(double xOff, double yOff) { ... // wie bisher }
}
```

- Rechteck hat damit automatisch `verschiebe(...)`.

```
public class Rechteck extends Punkt {
    private double xExt;
    private double yExt;

    public Rechteck(double xCoord, double yCoord, double xExt, double yExt) {
        super(xCoord, yCoord);
        this.xExt = xExt;
        this.yExt = yExt;
    }

    public Rechteck(Punkt p, double xExt, double yExt) {
        super(p.getX(), p.getY()); // Deep Copy!!!
        this.xExt = xExt;
        this.yExt = yExt;
    }

    public Punkt getOrigin() {
        return new Punkt(super.getX(), super.getY()); // Deep Copy!!!
    }

    public boolean istEnthalten(Punkt p) {
        return (super.getX() <= p.getX() && p.getX() <= super.getX()+xExt) &&
            (super.getY() <= p.getY() && p.getY() <= super.getY()+yExt);
    }
}
```

- Wären die Attribute der Klasse `Punkt` (`x` und `y`) nicht **private** sondern **protected**, so könnte man in `Rechteck` auch direkt auf die Attribute der Oberklasse zugreifen:

```
public class Punkt {
    protected double x;
    protected double y;
    ...
}

public class Rechteck extends Punkt {
    ...
    public Rechteck(Punkt p, double xExt, double yExt) {
        super(p.x, p.y);
        this.xExt = xExt;
        this.yExt = yExt;
    }

    public Punkt getOrigin() { return new Punkt(super.x, super.y); }

    public boolean istEnthalten(Punkt p) {
        return (super.x <= p.getX() && p.getX() <= super.x+xExt) &&
            (super.y <= p.getY() && p.getY() <= super.y+yExt); }
}
```

- Die Vereinbarung

```
public enum AmpelFarben { ROT, GELB, GRUEN };
```

setzt der Compiler wie folgt um:

```
public final class AmpelFarbe extends Enum {  
    public static final AmpelFarbe ROT = new AmpelFarbe("ROT", 0);  
    public static final AmpelFarbe GELB = new AmpelFarbe("GELB", 1);  
    public static final AmpelFarbe GRUEN = new AmpelFarbe("GRUEN", 2);  
  
    private AmpelFarbe(String s, int i) {  
        super(s, i);  
    }  
}
```

- Überschreiben wird besonders bei abstrakten Methoden interessant.
- *Abstrakte* Methoden enthalten im Gegensatz zu konkreten Methoden nur die Spezifikation der Signatur aber keinen Methodenrumpf, der die Implementierung der Methode vereinbart.
- Abstrakte Methoden werden mit dem Schlüsselwort **abstract** versehen und anstelle der Blockklammern (in denen der Methodenrumpf untergebracht ist) mit einem simplen Semikolon beendet.

- Syntax:

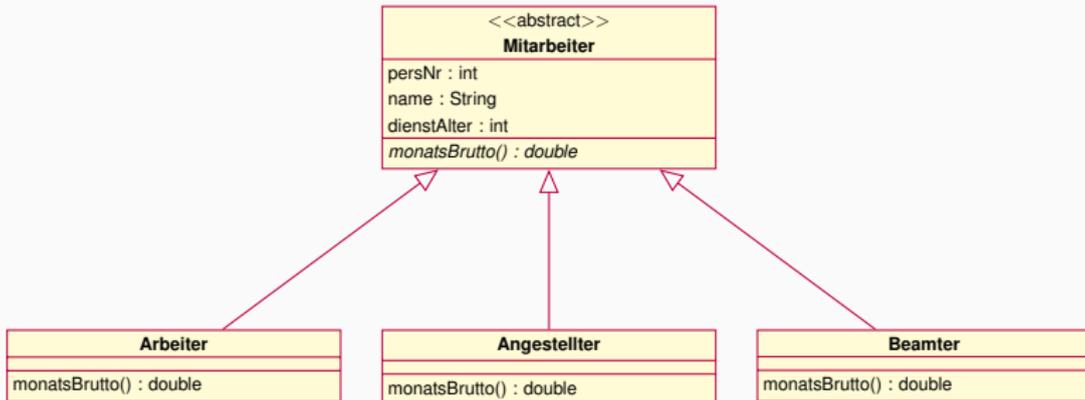
```
public abstract <Typ> methName(<Parameterliste>);
```

- Abstrakte Methoden können nicht aufgerufen werden, sondern definieren eine *Schnittstelle*: Erst durch Überschreiben in einer abgeleiteten Klasse und (dortige) Implementierung des Methodenrumpfes wird die Methode konkret und kann aufgerufen werden.
- Abstrakte Methoden spezifizieren daher eine gemeinsame Funktionalität, die alle abgeleiteten konkreten Klassen zur Verfügung stellen (aber möglicherweise unterschiedlich implementieren).

- Klassen, die mindestens eine abstrakte Methode haben, sind selbst abstrakt und müssen ebenfalls mit dem Schlüsselwort **abstract** gekennzeichnet werden.
- Eine von einer abstrakten Vaterklasse abgeleiteten Klassen wird konkret, wenn alle abstrakten Methoden der Vaterklasse implementiert sind.
- Die Konkretisierung kann auch über mehrere Vererbungsstufen erfolgen.
- Es können *keine* Objekte (Instanzen) von abstrakten Klassen erzeugt werden!

- Im folgenden sehen wir uns ein Programm an, das die Mitarbeiter der LMU verwaltet, insbesondere deren Brutto-Monatsgehalt berechnet.
- Dazu wird zunächst die abstrakte Klasse `Mitarbeiter` definiert, die alle grundlegenden Eigenschaften eines Mitarbeiters modelliert.
- In abgeleiteten Klassen werden dann die einzelnen Mitarbeitertypen `Arbeiter`, `Angestellter` und `Beamter` abgebildet und konkret implementiert.
- Die Klasse `Gehaltsberechnung` zur Berechnung der Gehälter verwendet diese Klassen dann *polymorph*.

Hier der Entwurf:



Für einen Mitarbeiter kann also grundsätzlich das Monatsbrutto ermittelt werden. Details sind aber hier noch nicht möglich, daher ist die entspr. Methode abstrakt. Gemeinsame Eigenschaften lassen sich aber bereits in der Vaterklasse definieren.

```
public abstract class Mitarbeiter {
    private int persNr;
    private String name;
    private int dienstAlter;

    public Mitarbeiter(int persNr, String name)
    {
        this.persNr = persNr;
        this.name = name;
        this.dienstAlter = 0;
    }

    public abstract double monatsBrutto();
}
```

Die abgeleiteten Klassen fügen nun insbesondere Gehalts-spezifische Instanz-Variablen hinzu und konkretisieren `monatsBrutto()`.

```
public class Arbeiter extends Mitarbeiter {
    private double stundenLohn;
    private double anzahlStunden;
    private double ueberstundenZuschlag;
    private double anzahlUeberstunden;

    public Arbeiter(int persNr, String name, double sL, double aS, double uZ, double aU)
    {
        super(persNr, name);
        this.stundenLohn = sL;
        this.anzahlStunden = aS;
        this.ueberstundenZuschlag = uZ;
        this.anzahlUeberstunden = aU;
    }

    /***** Konkretisierung *****/
    public double monatsBrutto()
    {
        return stundenLohn * anzahlStunden +
            (stundenLohn + ueberstundenZuschlag) * anzahlUeberstunden;
    }
}
```

```
public class Angestellter extends Mitarbeiter {
    private double grundGehalt;
    private double ortsZuschlag;
    private double zulage;

    public Angestellter(int persNr, String name, double gG, double oZ, double z)
    {
        super(persNr, name);
        this.grundGehalt = gG;
        this.ortsZuschlag = oZ;
        this.zulage = z;
    }

    /**** Konkretisierung *****/
    public double monatsBrutto()
    {
        return grundGehalt + ortsZuschlag + zulage;
    }
}
```

```
public class Beamter extends Mitarbeiter {
    private double grundGehalt;
    private double familienZuschlag;
    private double stellenZulage;

    public Beamter(int persNr, String name, double gG, double fZ, double sZ)
    {
        super(persNr, name);
        this.grundGehalt = gG;
        this.familienZuschlag = fZ;
        this.stellenZulage = sZ;
    }

    /**** Konkretisierung *****/
    public double monatsBrutto()
    {
        return grundGehalt + familienZuschlag + stellenZulage;
    }
}
```

Die folgende Klasse Gehaltsabrechnung (nächste Seite) verwendet nun die Klasse `Mitarbeiter` polymorph.

```
public class Gehaltsberechnung {
    public static void main(String[] args)
    {
        Mitarbeiter[] ma = new Mitarbeiter[3];

        ma[0] = new Beamter(1, "Meier", 3021.37, 91.50, 10.70);
        ma[1] = new Angestellter(2, "Maier", 2303.21, 502.98, 132.65);
        ma[2] = new Arbeiter(3, "Mayr", 20.0, 113.5, 35.0, 11.0);

        double bruttoSumme = 0.0;

        for(int i=0; i<ma.length; i++)
        {
            bruttoSumme += ma[i].monatsBrutto();
            // Nur moeglich, da die Klasse Mitarbeiter diese Methode
            // bereitstellt (als abstrakte Methode)
        }

        System.out.println("Bruttosumme = "+bruttoSumme);
    }
}
```