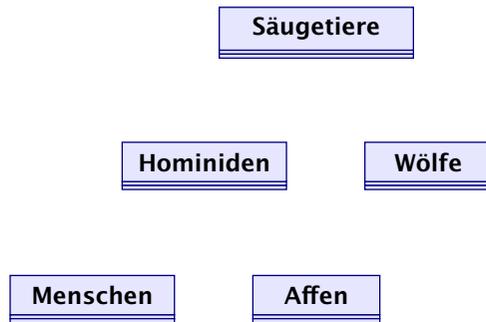


12 Vererbung

Beobachtung

Oft werden mehrere Klassen von Objekten benötigt, die zwar ähnlich, aber doch verschieden sind.



12 Vererbung

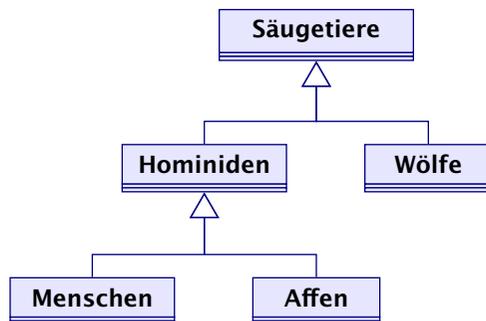
Idee:

- ▶ Finde Gemeinsamkeiten heraus!
- ▶ Organisiere in einer Hierarchie!
- ▶ Implementiere zuerst was allen gemeinsam ist!
- ▶ Implementiere dann nur noch den Unterschied!

⇒ inkrementelles Programmieren

⇒ Software Reuse

12 Vererbung

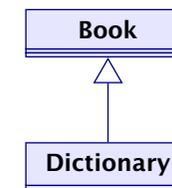


12 Vererbung

Prinzip

- ▶ Die Unterklasse verfügt über all Members der Oberklasse und eventuell noch über weitere.
- ▶ Das Übernehmen von Members der Oberklasse in die Unterklasse nennt man **Vererbung** (oder **inheritance**).

Beispiel



Implementierung

```
1 public class Book {
2     protected int pages;
3     public Book() {
4         pages = 150;
5     }
6     public void page_message() {
7         System.out.println("Number of pages: "+pages);
8     }
9 } // end of class Book
10 // continued...
```

Implementierung

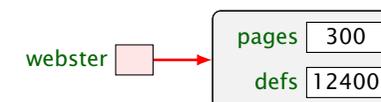
```
1 public class Dictionary extends Book {
2     private int defs;
3     public Dictionary(int x) {
4         pages = 2*pages;
5         defs = x;
6     }
7     public void defs_message() {
8         System.out.println("Number of defs: "+defs);
9         System.out.println("Defs per page: "+defs/pages);
10    }
11 } // end of class Dictionary
```

Erläuterungen

- ▶ `class A extends B { ... }` deklariert die Klasse **A** als Unterklasse der Klasse **B**.
- ▶ Alle Members von **B** stehen damit automatisch auch der Klasse **A** zur Verfügung.
- ▶ Als **protected** klassifizierte Members sind auch in der Unterklasse **sichtbar**.
- ▶ Als **private** deklarierte Members können dagegen in der Unterklasse **nicht** direkt aufgerufen werden, da sie dort nicht sichtbar sind.
- ▶ Wenn ein Konstruktor der Unterklasse **A** aufgerufen wird, wird **implizit** zuerst der Konstruktor `B()` der Oberklasse aufgerufen.

Beispiel

`Dictionary webster = new Dictionary(12400);`
liefert



Methodenaufruf

```
1 public class Words {
2     public static void main(String[] args) {
3         Dictionary webster = new Dictionary(12400);
4         webster.page_message();
5         webster.defs_message();
6     } // end of main
7 } // end of class Words
```

- ▶ Das neue Objekt `webster` enthält die Attribute `pages` und `defs`, sowie die Objekt-Methoden `page_message()` und `defs_message()`.
- ▶ Kommen in der Unterklasse nur weitere Members hinzu, spricht man von einer `is_a`-Beziehung. (Oft müssen aber Objekt-Methoden der Oberklasse in der Unterklasse umdefiniert werden.)

Methodenaufruf

Die Programmausführung liefert:

Number of pages: 300
Number of defs: 12400
Defs per page: 41

12.1 Das Schlüsselwort `super`

- ▶ Manchmal ist es erforderlich, in der Unterklasse **explizit** die Konstruktoren oder Objekt-Methoden der Oberklasse aufzurufen. Das ist der Fall, wenn
 - ▶ Konstruktoren der Oberklasse aufgerufen werden sollen, die Parameter besitzen;
 - ▶ Objekt-Methoden oder Attribute der Oberklasse und Unterklasse gleiche Namen haben.
- ▶ Zur Unterscheidung der aktuellen Klasse von der Oberklasse dient das Schlüsselwort `super`.

Beispiel

```
1 public class Book {
2     protected int pages;
3     public Book(int x) {
4         pages = x;
5     }
6     public void message() {
7         System.out.println("Number of pages: "+pages);
8     }
9 } // end of class Book
10 //continued...
```

Beispiel

```
11 public class Dictionary extends Book {
12     private int defs;
13     public Dictionary(int p, int d) {
14         super(p);
15         defs = d;
16     }
17     public void message() {
18         super.message();
19         System.out.println("Number of defs: "+defs);
20         System.out.println("Defs per page: "+defs/pages);
21     }
22 } // end of class Dictionary
```

Erläuterungen

„super“ als Konstruktoraufruf

- ▶ `super(...)`; ruft den entsprechenden Konstruktor der Oberklasse auf.
- ▶ Analog gestattet `this(...)`; den entsprechenden Konstruktor der eigenen Klasse aufzurufen.
- ▶ Ein solcher expliziter Aufruf muss stets ganz am Anfang eines Konstruktors stehen.

Erläuterungen

Die exakten Sichtbarkeitsregeln werden auf den folgenden Folien präzisiert.

„super.“ zum Zugriff auf members der Oberklasse

Deklariert eine Klasse `A` einen Member `memb` gleichen Namens wie in einer Oberklasse, so ist nur noch der Member `memb` aus `A` sichtbar.

- ▶ Methoden mit unterschiedlichen Argument-Typen werden als verschieden angesehen.
- ▶ `super.memb` greift für das aktuelle Objekt `this` auf Attribute oder Objekt-Methoden `memb` der Oberklasse zu.
- ▶ Eine andere Verwendung von `super.` ist **nicht gestattet**.

Insbesondere Zugriffe wie `super.super.memb` sind nicht möglich.

Verschattung von Variablen

Falls `memb` eine Methode ist:

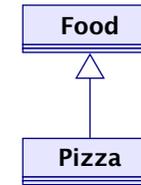
- ▶ Wenn `memb` eine Methode mit den gleichen Argumenttypen (in der gleichen Reihenfolge), und dem gleichen Rückgabetypen ist, dann ist zunächst nur `memb` aus `A` sichtbar (**Überschreiben**).
- ▶ Wenn `memb` eine Methode mit unterschiedlichen Argumenttypen ist, dann sind sowohl `memb` aus `A` als auch die Methode der Oberklasse sichtbar (**Überladen**).
- ▶ Wenn die Argumenttypen übereinstimmen, aber der Rückgabetyper nicht, dann erhält man einen Compilerfehler.

Verschattung von Variablen

Falls `memb` eine Variable ist:

- ▶ Direkt (d.h. ohne `super.`) ist nur `memb` aus `A` sichtbar. `memb` kann einen anderen Typ als in der Oberklasse haben.

12.2 Private Variablen und Methoden



Das Programm `Eating` soll die Anzahl der **Kalorien pro Mahlzeit** ausgeben.

Implementierung

```
1 public class Eating {
2     public static void main (String[] args) {
3         Pizza special = new Pizza(275);
4         System.out.print("Calories per serving: " +
5             special.caloriesPerServing());
6     } // end of main
7 } // end of class Eating
```

Implementierung

```
7 public class Food {
8     private int CALORIES_PER_GRAM = 9;
9     private int fat, servings;
10    public Food (int numFatGrams, int numServings) {
11        fat = numFatGrams;
12        servings = numServings;
13    }
14    private int calories() {
15        return fat * CALORIES_PER_GRAM;
16    }
17    public int caloriesPerServing() {
18        return calories() / servings;
19    }
20 } // end of class Food
```

Implementierung + Erläuterungen

```
21 public class Pizza extends Food {
22     public Pizza (int amountFat) {
23         super(amountFat,8);
24     }
25 } // end of class Pizza
```

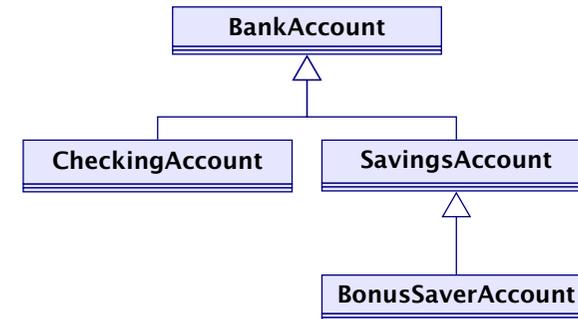
- ▶ Die Unterklasse **Pizza** verfügt über alle Members der Oberklasse **Food** — nicht alle **direkt** zugänglich.
- ▶ Die Attribute und die Objekt-Methode **calories()** der Klasse **Food** sind privat, und damit für Objekte der Klasse **Pizza** verborgen.
- ▶ Trotzdem können sie von der **public** Objekt-Methode **caloriesPerServing** benutzt werden.

Ausgabe des Programms: Calories per serving: 309

Aufgabe

- ▶ Implementierung von einander abgeleiteter Formen von Bankkonten.
- ▶ Jedes Konto kann eingerichtet werden, erlaubt Einzahlungen und Auszahlungen.
- ▶ Verschiedene Konten verhalten sich unterschiedlich in Bezug auf Zinsen und Kosten von Kontobewegungen.

12.3 Überschreiben von Methoden



Einige Konten

```
1 public class Bank {
2     public static void main(String[] args) {
3         SavingsAccount savings =
4             new SavingsAccount(4321, 5028.45, 0.02);
5         BonusSaverAccount bigSavings =
6             new BonusSaverAccount (6543, 1475.85, 0.02);
7         CheckingAccount checking =
8             new CheckingAccount (9876,269.93, savings);
9         savings.deposit(148.04);    System.out.println();
10        bigSavings.deposit(41.52);  System.out.println();
11        savings.withdraw(725.55);   System.out.println();
12        bigSavings.withdraw(120.38); System.out.println();
13        checking.withdraw(320.18);  System.out.println();
14    } // end of main
15 } // end of class Bank
```

"Bank.java"

Die Parameter beschreiben id, initialer Kontostand, und Zinssatz für die ersten beiden Typen. Für den **CheckingAccount** gibt es keine Zinsen. Der dritte Parameter ist ein zugehöriger **SavingsAccount**.

Implementierung

```
1 public class BankAccount {
2     // Attribute aller Konten-Klassen:
3     protected int account;
4     protected double balance;
5     // Konstruktor:
6     public BankAccount(int id, double initial) {
7         account = id; balance = initial;
8     }
9     // Objekt-Methoden:
10    public void deposit(double amount) {
11        balance = balance + amount;
12        System.out.println(
13            "Deposit into account " + account + "\n"
14            + "Amount:\t\t" + amount + "\n"
15            + "New balance:\t" + balance);
16    }
```

"BankAccount.java"

Erläuterungen

- ▶ Anlegen eines Kontos `BankAccount` speichert eine (hoffentlich neue) Kontonummer sowie eine Anfangseinlage.
- ▶ Die zugehörigen Attribute sind `protected`, d.h. können nur von Objekt-Methoden der Klasse bzw. ihrer Unterklassen modifiziert werden.
- ▶ die Objekt-Methode `deposit` legt Geld aufs Konto, d.h. modifiziert den Wert von `balance` und teilt die Kontobewegung mit.

Implementierung

```
17 public boolean withdraw(double amount) {
18     System.out.println(
19         "Withdrawal from account " + account + "\n"
20         + "Amount:\t\t" + amount);
21     if (amount > balance) {
22         System.out.println(
23             "Sorry, insufficient funds...");
24         return false;
25     }
26     balance = balance - amount;
27     System.out.println(
28         "New balance:\t"+ balance);
29     return true;
30 }
31 } // end of class BankAccount
```

"BankAccount.java"

Erläuterungen

- ▶ Die Objekt-Methode `withdraw()` nimmt eine Auszahlung vor.
- ▶ Falls die Auszahlung scheitert, wird eine Mitteilung gemacht.
- ▶ Ob die Auszahlung erfolgreich war, teilt der Rückgabewert mit.
- ▶ Ein `CheckingAccount` verbessert ein normales Konto, indem im Zweifelsfall auf die Rücklage eines Sparkontos zurückgegriffen wird.

Ein Girokonto

```
1 public class CheckingAccount extends BankAccount {
2     private SavingsAccount overdraft;
3     // Konstruktor:
4     public CheckingAccount(int id, double initial,
5         SavingsAccount savings) {
6         super(id, initial);
7         overdraft = savings;
8     }
9 }
```

"CheckingAccount.java"

Modifiziertes withdraw()

```
8 // modifiziertes withdraw():
9 public boolean withdraw(double amount) {
10     if (!super.withdraw(amount)) {
11         System.out.println("Using overdraft...");
12         if (!overdraft.withdraw(amount-balance)) {
13             System.out.println(
14                 "Overdraft source insufficient.");
15             return false;
16         } else {
17             balance = 0;
18             System.out.println(
19                 "New balance on account "
20                 + account + ": 0");
21         }
22     }
23     return true;
24 }
25 } // end of class CheckingAccount
```

"CheckingAccount.java"

Erläuterungen

- ▶ Die Objekt-Methode `withdraw` wird neu definiert, die Objekt-Methode `deposit` wird übernommen.
- ▶ Der Normalfall des Abhebens erfolgt (als Seiteneffekt) beim Testen der ersten `if`-Bedingung.
- ▶ Dazu wird die `withdraw`-Methode der Oberklasse aufgerufen.
- ▶ Scheitert das Abheben mangels Geldes, wird der Fehlbetrag vom Rücklagen-Konto abgehoben.
- ▶ Scheitert auch das, erfolgt keine Konto-Bewegung, dafür eine Fehlermeldung.
- ▶ Andernfalls sinkt der aktuelle Kontostand auf 0 und die Rücklage wird verringert.

Ein Sparbuch

```
1 public class SavingsAccount extends BankAccount {
2     protected double interestRate;
3     // Konstruktor:
4     public SavingsAccount(int id, double init, double rate) {
5         super(id, init);
6         interestRate = rate;
7     }
8     // zusätzliche Objekt-Methode:
9     public void addInterest() {
10         balance = balance * (1 + interestRate);
11         System.out.println(
12             "Interest added to account: " + account
13             + "\nNew balance:\t" + balance);
14     }
15 } // end of class SavingsAccount
```

"SavingsAccount.java"

Erläuterungen

- ▶ Die Klasse `SavingsAccount` erweitert die Klasse `BankAccount` um das zusätzliche Attribut `double interestRate` (Zinssatz) und eine Objekt-Methode, die die Zinsen gutschreibt.
- ▶ Alle sonstigen Attribute und Objekt-Methoden werden von der Oberklasse geerbt.
- ▶ Die Klasse `BonusSaverAccount` erhöht zusätzlich den Zinssatz, führt aber Strafkosten fürs Abheben ein.

Ein Bonus-Sparbuch

```
1 public class BonusSaverAccount extends SavingsAccount {
2     private int penalty;
3     private double bonus;
4     // Konstruktor:
5     public BonusSaverAccount(int id, double init,
6                               double rate) {
7         super(id, init, rate);
8         penalty = 25;
9         bonus = 0.03;
10    }
11    // Modifizierung der Objekt-Methoden:
12    public boolean withdraw(double amount) {
13        boolean res;
14        if (res = super.withdraw(amount + penalty))
15            System.out.println(
16                "Penalty incurred:\t"+ penalty);
17        return res;
18    }
```

"BonusSaverAccount.java"

Ein Bonus-Sparbuch

```
19 public void addInterest() {
20     balance = balance * (1 + interestRate + bonus);
21     System.out.println(
22         "Interest added to account: " + account
23         + "\nNew balance:\t" + balance);
24 }
25 } // end of class BonusSaverAccount
```

"BonusSaverAccount.java"

Programmausgabe

Deposit into account 4321
Amount: 148.04
New balance: 5176.49

Deposit into account 6543
Amount: 41.52
New balance: 1517.37

Withdrawal from account 4321
Amount: 725.55
New balance: 4450.94

Withdrawal from account 6543
Amount: 145.38
New balance: 1371.989999999998
Penalty incurred: 25

Withdrawal from account 9876
Amount: 320.18
Sorry, insufficient funds...
Using overdraft...
Withdrawal from account 4321
Amount: 50.25
New balance: 4400.69
New balance on account 9876: 0