Klassen und ihre Beziehungen II: Einfache Vererbung und Abhängigkeit

Martin Wirsing

in Zusammenarbeit mit
Matthias Hölzl, Piotr Kosiuczenko, Dirk Pattinson

05/03

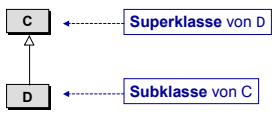
Ziele

- Den Begriff der einfachen und mehrfachen Vererbung verstehen
- Vererbung und Redefinition von Oberklassenmethoden verstehen
- Vererbungspolymorphie verstehen
- Die Klasse `Object` kennenlernen

Vererbung

Klasse D ist **Erbe** einer Klasse C, falls D alle Attribute und Methoden von C erbt,

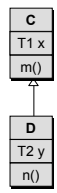
- in UML:



- in Java: `class D extends C`

d.h D besitzt alle Methoden und Attribute von C und von allen Oberklassen von C.
Man nennt C auch allgemeiner als D bzw. D spezieller als C .

Vererbung

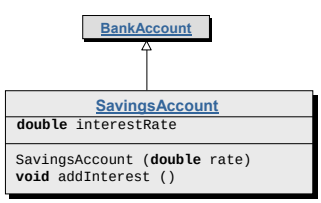


- Attribute von D = {y} ∪ Attribute von C
- Methoden von D = {n()} ∪ Methoden von C
- Folgerung: Die Vererbungsbeziehung ist transitiv: Wenn C von B erbt, dann besitzt D auch alle Attribute und Methoden von B

Vererbung

Beispiel: Sparkonto

Ein Sparkonto ist ein Bankkonto, bei dem Zinsen gezahlt werden:



Implementierung in Java

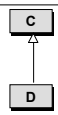
```
public class SavingsAccount extends BankAccount
{     private double interestRate;

      public SavingsAccount(double rate)
      {     super(0);
            interestRate = rate;
      }

      public void addInterest()
      {     double interest =
                  getBalance() * interestRate/100;
                        // auf das Attribut balance kann hier
                        //nicht zugegriffen werden
            deposit(interest);        // geerbte Methode
      }
}
```

Zugriff auf Konstruktor der Oberklasse siehe später

Vererbung



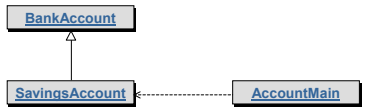
Ist D ist **Erbe** von C, so gilt:

- man kann von D aus **nicht direkt auf die privaten Attribute** von C zugreifen, sondern nur mittels nichtprivater (geerbter) Zugriffsmethoden von C.
- Eine Variable der Klasse D kann jede nicht-private Methode von C aufrufen;
- Einer Variablen der Klasse C kann man ein Objekt eines Nachfahren zuweisen.
  Beispiel: D d = ...; C c = d;
- Umgekehrt kann man einer Variablen vom Typ D KEIN Objekt einer Vorfahrenklasse zuweisen. Beispiel: D d = c; //falsch!

Abhängigkeitsrelation (Verwendungsrelation, engl. dependency)

UML

Beispiel: In unserem Beispiel erhalten wir



AccountMain in Java

Beispiel:

```
public class AccountMain
{
   public static void main(String)[] args)
   {
     SavingsAccount sparKonto = new SavingsAccount(5);
     BankAccount konto1 = sparKonto;          //ok Sparkonto vom
                                              //spezielleren Typ
     konto1.deposit(1000);                    // ok
  // konto1.addInterest();                    // nicht ok, da konto1
                                              // nicht den Typ einer
                                              // Subklasse hat
     (SavingsAccount)konto1.addInterest();    // ok, wegen Typcast
     sparKonto.getBalance();                  // ok, geerbte Methode
     konto1.getBalance();                     // ok
   }
}
```


Redefinition von Methoden

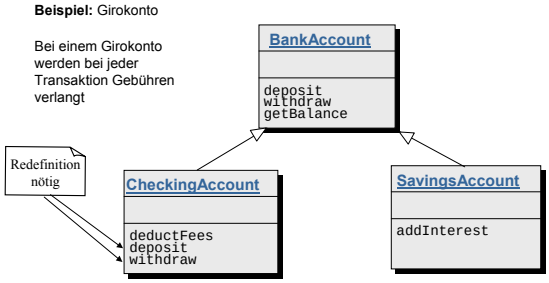
- In vielen Fällen kann man die Implementierung einer Methode m nicht direkt von der Superklasse übernehmen, da z.B. die neuen Attribute in der Superklasse nicht berücksichtigt werden (können). Dann ist es nötig, für die Erbenklasse eine neue Implementierung von `m` anzugeben.
- Redefinition von `m`
  - in UML: Methodenkopf von m wird in der Erbenklasse noch einmal angegeben;
  - Java: neue Implementierung für m im Erben

Bemerkung: Bei der Redefinition wird die alte Methode nicht überschrieben; man kann auf sie mit der speziellen Variable **„`super`"** zugreifen. Genauer gesagt, greift man mit **`super`**`.m()` auf die nächste Methodenimplementierung in der Vererbungshierarchie zu.

Redefinition von Methoden und Konstruktoren

Beispiel: Girokonto

Bei einem Girokonto werden bei jeder Transaktion Gebühren verlangt



Redefinition von Methoden

Statische Konstanten, die für jede Instanz von CheckingAccount gelten.

```
public class CheckingAccount extends BankAccount
{       private double InterestRate;
        private int transactionCount;
        public static final int FREE_TRANSACTIONS = 3;
        public static final double TRANSACTIONS_FEE = 0.3;

        public void deposit(double d)
        {       super.deposit(d);   // Aufruf von BankAccount::withdraw
                transactionCount++;
        }
        public void withdraw(double d)
        {       super.withdraw(d);   // Aufruf von BankAccount::deposit
                transactionCount++;
        }
```

Redefinition von Methoden

Fortsetzung

```
        public void deductFees()
        {       if (transactionCount > FREE_TRANSACTIONS)
                {       double fees = TRANSACTIONS_FEE *
                        (transactionCount - FREE_TRANSACTIONS);
                super.withdraw(fees);
                }
                transactionCount = 0;
        }
}
```


Redefinition von Konstruktoren

Zugriff auf einen Konstruktor einer Superklasse:

```
super();            // parameterloser Konstruktor
```

bzw.

```
super(p1,...,pn);   // Konstruktor mit n Parametern
```

Bemerkung: Dieser Aufruf **muß** die erste Anweisung des Subklassenkonstruktors sein.

Redefinition von Konstruktoren

Beispiel: CheckingAccount

```
public CheckingAccount(double initialBalance)
{  super(initialBalance);      // muß 1. Anweisung sein
   transactionCount = 0;
}
```

Äquivalent dazu könnte man die Methode `deposit` verwenden:

```
public CheckingAccount(double initialBalance)
       {  transactionCount = 0;
          super.deposit(initialBalance); // super.m() kann
                                         // überall im Rumpf
                                        // vorkommen
```


Falscher Zugriff auf super

Man kann mit **`super`**`(...)` nur auf den Konstruktor der direkten Oberklasse zugreifen, aber nicht transitiv auf Konstruktoren weiter oben liegender Klasse. Die Compilerausgabe für diesen, im folgenden Beispiel zu findenden Fehler lautet:

```
>javaC C.java
C.java:17: cannot resolve symbol
symbol  : constructor B  (int,int)
location: class B
        super(a, b);
        ^
1 error
```


Redefinition von Methoden und Konstruktoren

```
class A
{       A(int a, int b)
        {       System.out.println(a);
                System.out.println(b);
        }
        A(){}
}

class B extends A
{       B(int a, int b, int c)
        {       super(a, b);
        }
}

class C extends B
{       C(int a, int b, int c, int d)
        {       super(a, b);
        }
public static void main(String args[])
        {       C c = new C(1, 2, 3, 4);
        }
}
```


Vererbungspolymorphie und dynamisches Binden

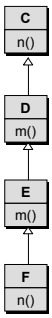
Vererbungspolymorphie
Man spricht von **Vererbungspolymorphie,** wenn eine Methode von Objekten von Subklassen aufgerufen werden kann

Dynamisches Binden
Falls eine Methode `T m(`T_1 x_1`,..., `T_n x_n`)` mehrere Implementierungen besitzt (die im Vererbungsbaum übereinander liegen), so wird bei einem Aufruf

`o.m(`a_1`,..., `a_n`)` die „richtige“ Implementierung dynamisch bestimmt und zwar sucht man ausgehend von der Klasse des dynamischen Typs von o die speziellste Methodendeklaration, auf die der Methodenaufruf anwendbar ist (genauer siehe übernächste Folie).

Man nennt dies auch **dynamische Bindung**, da der Methodenrumpf erst zur Laufzeit ausgewählt wird.

Beispiel für Dynamische Bindung




```
D d = exp1;        //exp1 sei vom Typ D
d.n();             //Aufruf von n in C
F f = exp2;        //exp2 sei vom Typ F
d = f;             //R-Wert von d ist Instanz von F
d.m();             //Aufruf von m in E
d.n();             //Aufruf von n in F
```


Vererbungspolymorphie und dynamisches Binden

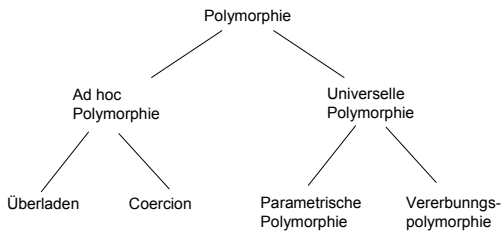
- **Dynamisches Binden**

  Methodenaufruf in Java von $o.m(a_1,\ldots,a_n)$ mit

  o vom Typ D und $a_1,\ldots,a_n$ vom Typ $T_1,\ldots,T_n$.

  - Ein Methodenkopf $R\ m(P_1,\ldots,P_n)$ der Klasse C heißt **anwendbar** auf $o.m(a_1,\ldots,a_n)$, wenn C gleich D oder allgemeiner als D ist und wenn jedes P_i gleich T_i oder allgemeiner als T_i ist (für i=1,...,n).
  - Für den Aufruf einer Methode wird zunächst zur Übersetzungszeit der *speziellste* Methodenkopf $R\ m(P_1,\ldots,P_n)$ bestimmt, der auf $o.m(a_1,\ldots,a_n)$ anwendbar ist.
  - Zur Laufzeit suche die speziellste Klasse C mit einer Methoden**deklaration** mit Namen m und Parametertypen $P_1,\ldots,P_n$, so daß C allgemeiner oder gleich D ist. Wähle diese **Methodendeklaration** für den Aufruf.

Formen der Polymorphie



Formen der Polymorphie

- **Polymorphie**: aus dem Griechischen: „vielgestaltig“
- **Überladen**

  2 oder mehrere Operationen mit demselben Namen, aber verschiedener Implementierung und Semantik

  Beispiel: Addition auf ganzen Zahlen und Gleitpunktzahlen
- **Coercion**: Automatische Typanpassung

  Beispiel: Anpassung von Byte nach **`int`** nach **`double`**

Formen der Polymorphie

- **Parametrische Polymorphie** : Der gleiche Algorithmus für mehrere Typen

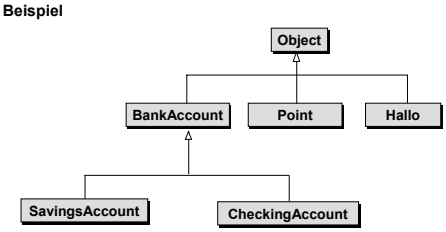
  Beispiel: Listenalgorithmen in SML kann auf Werte beliebiger Typen angewendet werden.
- **Vererbungspolymorphie**: Eine Methode der Klasse `C` kann auch von Objekten eines Subtyps von `C` aufgerufen werden.

  Beispiel: deposit von `BankAccount` kann auch von Instanzen von `SavingsAccount` aufgerufen werden.

Die Klasse `Object`

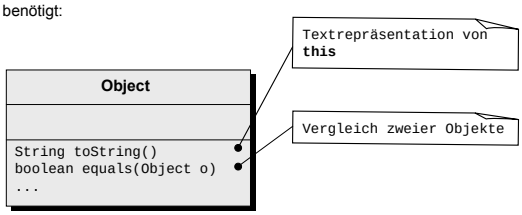
`Object` ist die allgemeinste Klasse in Java. Alle Klassen sind Erben von `Object`.

Beispiel



Die Klasse `Object`

Die Klasse `Object` besitzt u.a. die folgenden Methoden, die man häufig benötigt:



Die Klasse `Object`

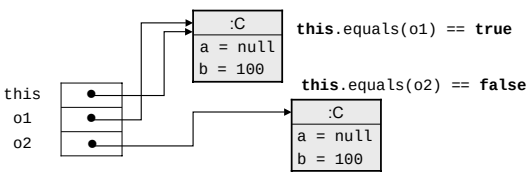
- `String toString()`: Die `toString`-Methode erzeugt eine Textrepräsentation einer Klasse. Im Allgemeinen ist es nötig, für selbstdefinierte Klassen eine `toString`-Methode zu definieren.

Beispiel: `BankAccount`

```
String toString()
{
  return „BankAccount[balance is „ + balance + „]“;
}
```

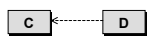

Die Klasse `Object`

- **`boolean`** `equals(Object o)`: `equals` vergleicht die Objektreferenzen von **`this`** und `o`.

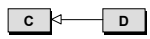


Zusammenfassung

- Die Abhängigkeitsbeziehung gibt an, daß `D` Symbole der Klasse `C` verwendet.



- Die Vererbungsbeziehung hat folgende Eigenschaften:



Für Variablen gilt:

a) Jedes Attribut von `C` ist automatisch Attribut von `D`. Möglicherweise kann man aber auch von `D` nicht direkt darauf zugreifen!

b) Ein neu definiertes Attribut von `D` ist nicht Attribut von `C`.

c) Einer lokalen Variablen oder einem Parameter der Klasse `C` kann ein Objekt der Klasse `D` zugewiesen werden (aber nicht umgekehrt, dazu ist ein gültiger Cast nötig!)

Zusammenfassung

Für Methoden gilt:

a) Jede Methode von `C` ist automatisch eine Methode von `D` und kann daher mit Objekten von `D` aufgerufen werden (Vererbungspolymorphie). Eine Methode von `D` kann aber nicht von einer lokalen Variablen vom Typ `C` aufgerufen werden.

b) Soll in einem Methodenrumpf auf die Methode der Superklasse zugegriffen werden, verwendet man spezielle Variable **`super`**.

c) In der Subklasse `D` können Methoden redefiniert werden. Solche Methoden müssen im UML-Diagramm der Klasse `D` explizit genannt werden.