

# Vererbung

---

Martin Wirsing

in Zusammenarbeit mit  
Michael Barth, Philipp Meier und Gefei Zhang

12/04

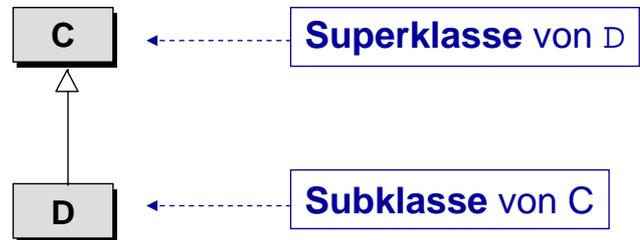
## Ziele

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

## Vererbung

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

- in UML:

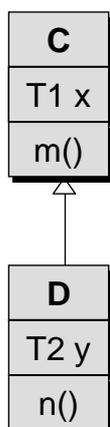


- in Java: `class D extends C`

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



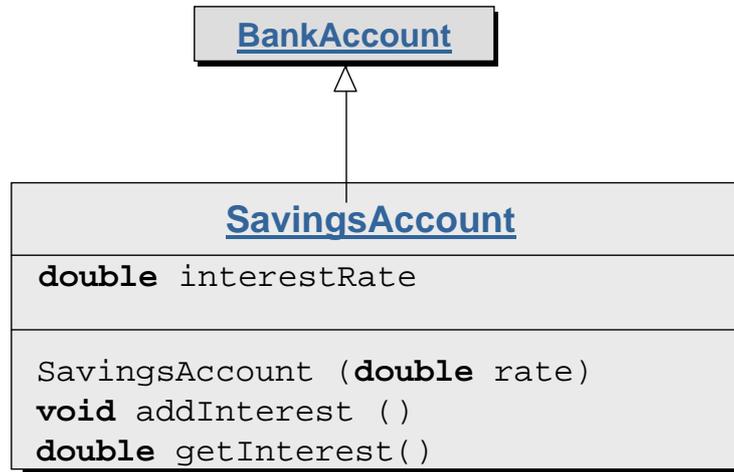
- Attribute von D =  $\{y\} \cup$  Attribute von C
- Methoden von D =  $\{n()\} \cup$  Methoden von C

- 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:



M. Wirsing: Vererbung

## BankAccount in Java

```

public class BankAccount
{
    private double balance;

    public BankAccount()
    {
        balance = 0.0;
    }

    public BankAccount(double initialBalance)
    {
        balance = initialBalance;
    }

    public void deposit(double amount)
    {
        balance = balance + amount;
    }

    public void withdraw(double amount)
    {
        balance = balance - amount;
    }

    public double getBalance()
    {
        return balance;
    }

    public void transferTo(BankAccount other, double amount)
    {
        withdraw(amount);
        other.deposit(amount);
    }
}
  
```

M. Wirsing: Vererbung

## Implementierung in Java

```

public class SavingsAccount extends BankAccount
{
    private double interestRate;

    public SavingsAccount(double rate)
    {
        super(0.0);
        interestRate = rate;
    }

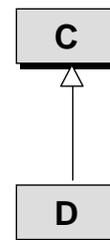
    public void addInterest()
    {
        double interest =
            getBalance() * interestRate/100;
            // auf das Attribut balance kann hier
            //nicht zugegriffen werden
        deposit(interest); // geerbte Methode
    }
}

```

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 d1 = c;~~ //falsch!

## Abhängigkeitsrelation (Verwendungsrelation, engl. dependency)

Die Klasse **A** ist abhängig von der Klasse **C**,  
wenn A Elemente der Klasse C (i.a. Methoden) benützt,



**Beispiel:** In unserem Beispiel erhalten wir



M. Wirsing: Vererbung

## SavingsAccountTest in Java

**Beispiel:**

```

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

M. Wirsing: Vererbung

## Redefinition von Methoden

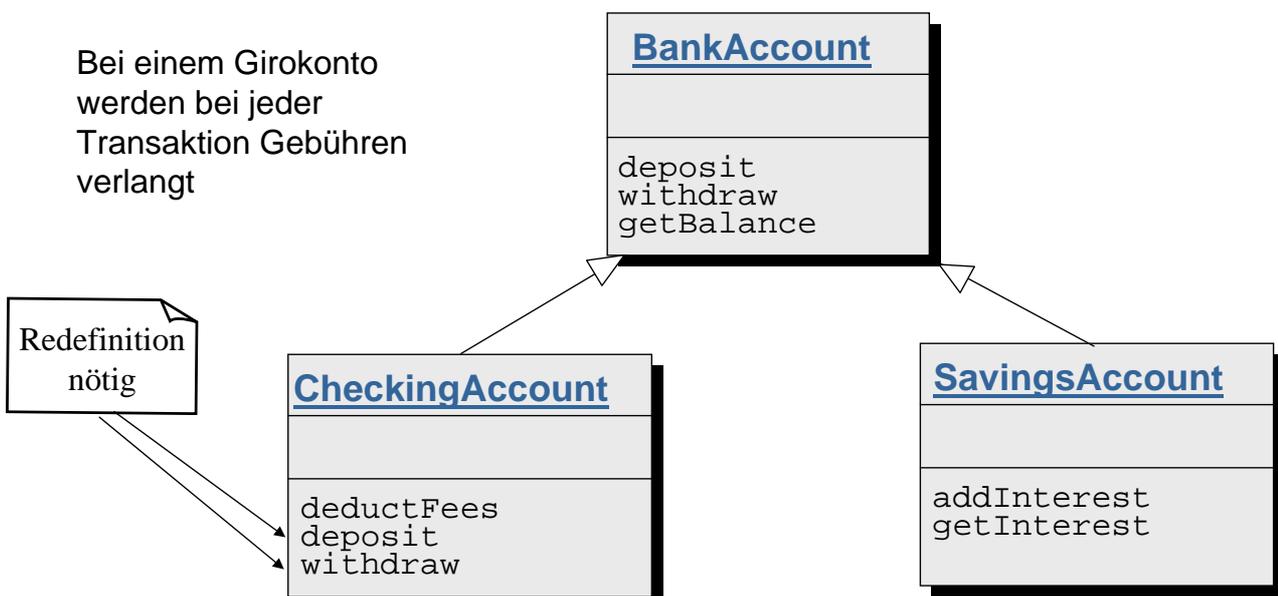
- In vielen Fällen kann man die Implementierung einer Methode  $m$  nicht direkt von der Superklasse übernehmen, da z.B. die neuen Attribute in der Superklasse nicht berücksichtigt werden (können). Dann ist es nötig, für die Erbenklasse eine neue Implementierung von  $m$  anzugeben.
- Redefinition von  $m$ 
  - 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

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

Statische Konstanten,  
die für jede Instanz  
von CheckingAccount  
gelten.

## 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)  
{ // super(); Standardkonstruktor wird automatisch  
  // aufgerufen, wenn 1. Anweisung kein Konstruktor ist.  
  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  $T_m(T_1 x_1, \dots, T_n x_n)$  mehrere Implementierungen besitzt (die im Vererbungsbaum übereinander liegen), so wird bei einem Aufruf

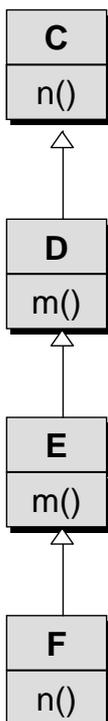
$o.m(a_1, \dots, a_n)$  die „richtige“ Implementierung dynamisch bestimmt und zwar sucht man ausgehend von der Klasse des **dynamischen Typs** von  $o$  die speziellste Methodendeklaration, auf die der Methodenaufruf anwendbar ist (genauer siehe übernächste Folie).

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

Dagegen wird bei **statischer Bindung** (nicht in Java) der Methodenrumpf zur **Übersetzungszeit** bestimmt.

M. Wirsing: Vererbung

## 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;                //Wert von d ist Instanz von F
d.m();                //Aufruf von m in E
d.n();                //Aufruf von n in F
  
```

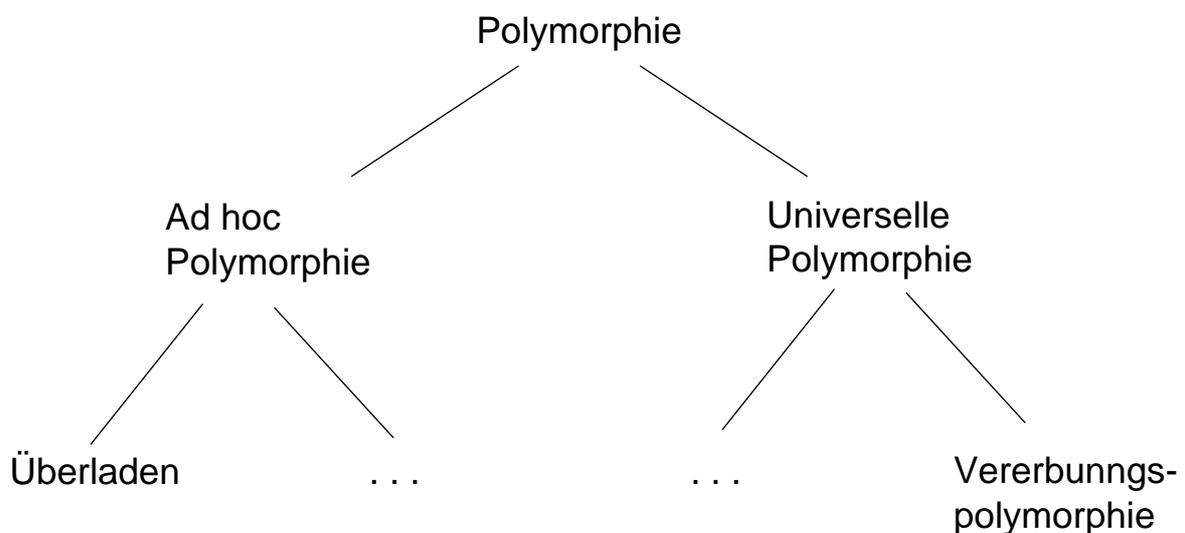
## Vererbungspolymorphie und dynamisches Binden

### ▪ Dynamisches Binden

Methodenaufwurf in Java von  $o.m(a_1, \dots, a_n)$  mit  $o$  vom Typ  $D$  und  $a_1, \dots, a_n$  vom Typ  $T_1, \dots, T_n$ .

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

## Formen der Polymorphie



## Formen der Polymorphie

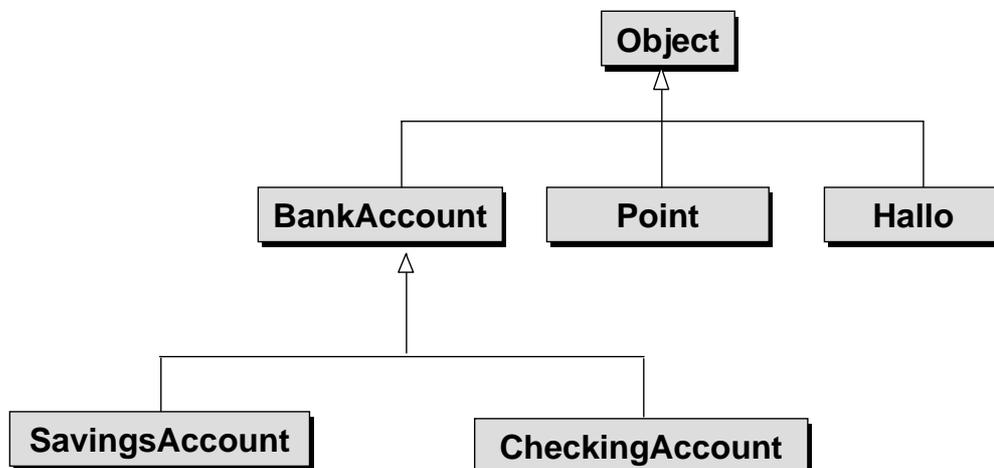
- **Polymorphie:** aus dem Griechischen: „vielgestaltig“
- **Überladen**
  - 2 oder mehrere Operationen mit demselben Namen, aber verschiedener Implementierung und Semantik
  - Beispiel: Addition auf ganzen Zahlen und Gleitpunktzahlen
- **Vererbungspolymorphie:**
  - Eine Methode der Klasse `C` kann auch von Objekten eines Subtyps von `C` aufgerufen werden.
  - Beispiel: `deposit` von `BankAccount` kann auch von Instanzen von `SavingsAccount` aufgerufen werden.

M. Wirsing: Vererbung

## Die Klasse Object

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

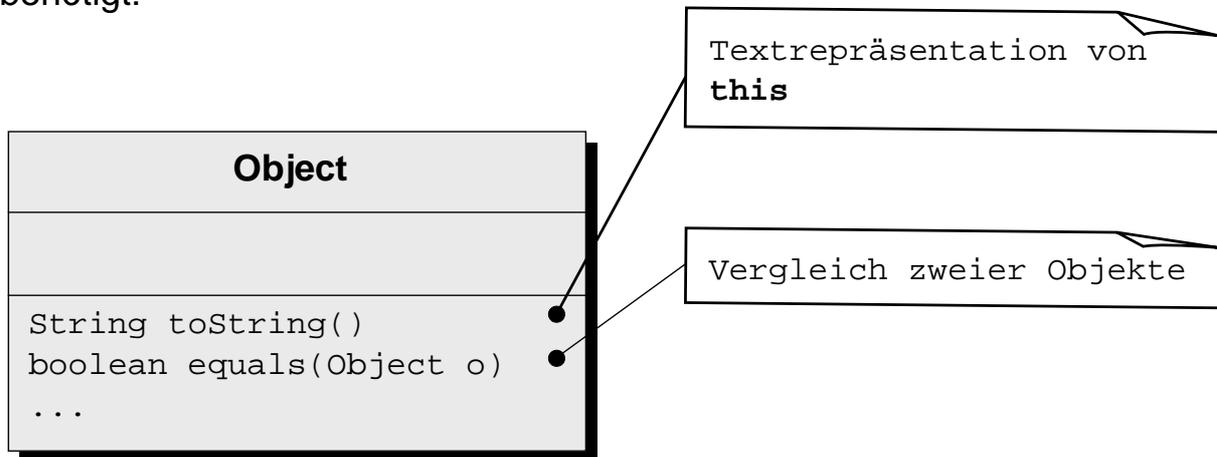
### Beispiel



M. Wirsing: Vererbung

## Die Klasse Object

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



## Die Klasse Object

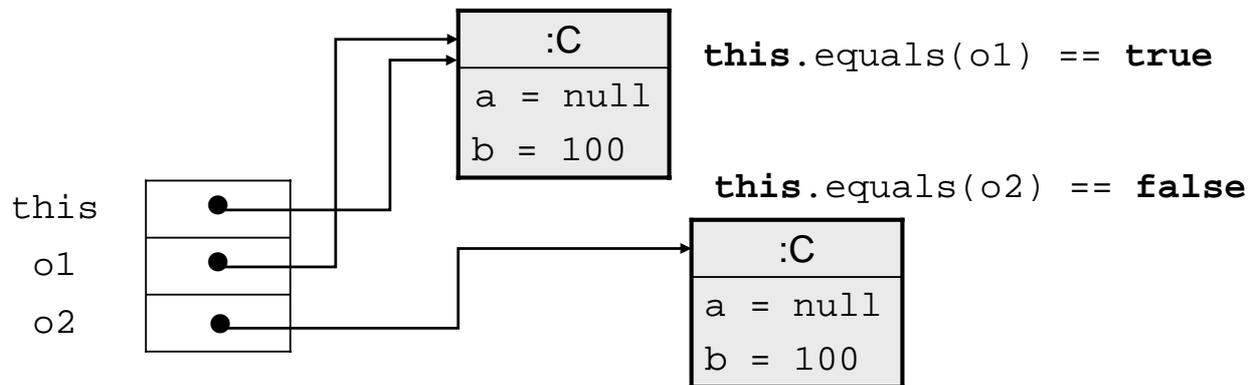
- `String toString()`: Die `toString`-Methode erzeugt eine Textrepräsentation einer Klasse. Im Allgemeinen ist es nötig, für selbstdefinierte Klassen eine `toString`-Methode zu definieren.

### Beispiel: BankAccount

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

## Die Klasse Object

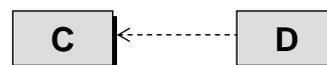
- **boolean** equals(Object o): equals vergleicht die Objektreferenzen von **this** und o.



M. Wirsing: Vererbung

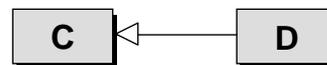
## Zusammenfassung (I)

- Die Abhängigkeitsbeziehung



gibt an, dass D Symbole der Klasse C verwendet.

- Die Vererbungsbeziehung hat folgende Eigenschaften:



Für Variablen gilt:

- Jedes Attribut von C ist automatisch Attribut von D. Möglicherweise kann man aber auch von D nicht direkt darauf zugreifen!
- Ein neu definiertes Attribut von D ist **nicht** Attribut von 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!)

M. Wirsing: Vererbung

## Zusammenfassung (II)

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.