# Objektorientierte Programmierung

**Prof. Dr. Uwe Kastens**

**WS 2013 / 2014**

© 2013 bei Prof. Dr. Uwe Kastens

# Ziele

Die Studierenden sollen lernen,

- Konzepte und Konstrukte objektorientierter Sprachen **planvoll in der Programmentwicklung einzusetzen**,
- **höhere Paradigmen** zur objektorientierten Programmierung anzuwenden und
- **Probleme und Grenzen** objektorientierter Programmierung zu erkennen.

# Durchführung

- Die in der Vorlesung vermittelten Methoden und Techniken werden in **Übungen praktisch erprobt**.
- Als Programmiersprache wird **Java** verwendet.
- Es werden **Fallstudien** durchgeführt und vorgegebene Programme untersucht und weiterentwickelt.
- Es wird **unter Anleitung in kleinen Gruppen** an vorbereiteten Aufgaben gearbeitet.

© 2005 bei Prof. Dr. Uwe Kastens

# Inhalt

| Thema | Semesterwoche | Buch |
|---|---|---|
| 1. Grundlagen | | 1, 2, 3, 12 |
| Allgemeine OO-Konzepte | 1, 2 | [Bruce] |
| Statische Typisierung in OO-Sprachen, Generik | 3 - 5 | |
| 2. Einsatz von Vererbung | 6 - 8 | 8 - 11 |
| Spezialisierung, Klassifikation, | | |
| Rollen, Eigenschaften, inkrementelle Weiterentwicklung | | |
| 3. Entwurfsmuster zur Entkopplung von Modulen | 9 | Gamma |
| Factory Method, Bridge, Observer, Strategy | | |
| 4. Programmbausteine, Bibliotheken, Programmgerüste | 10 | Budd[2] |
| Kopplung von Bausteinen, | | P-H |
| Strukturkonzepte von Bibliotheken | | |
| 5. Entwurfsfehler | 11 | |
| Missbrauch der Vererbung, Antipatterns, OO-Überraschungen | | |
| 6. Jenseits von Java | 12, 13 | Budd[2] |
| Mehrfachvererbung, konsequent OO, | | |
| kontrollierte Vererbung, prototypbasiert | | |

© 2013 bei Prof. Dr. Uwe Kastens

# Literatur

**Elektronisches Skript**:

- **http://ag-kastens.upb.de/lehre/material/oop**

**Buch zur Vorlesung:**

- **Timothy Budd: Understanding Object-Oriented Programming with Java, Updated Edition, Addison-Wesley, 2000**
- Timothy Budd: An Introduction to Object-Oriented Programming, Third Edition, Addison-Wesley, 2002
- **Kim B. Bruce: Foundations of Object-Oriented Languages, MIT Press, 2002**

Weitere Bücher zu Thema:

- Timothy Budd: Object-Oriented Programming, Addison-Wesley, 1991
- Arnd Poetzsch-Heffter: Konzepte Objektorientierter Programmierung, Springer, 2000
- E.Gamma, R. Helm, R. Johnson, J. Vlissides: Design Patterns, Elements of Reusable Object-Oriented Software, Addison-Wesley, 1995
- Arnold, Ken / Gosling, James: The Java programming language, Addison-Wesley, 1996
- Antero Taivalsaari: On the Notion of Inheritance, ACM Computing Surveys, Vol. 28, No. 3, September 1996
- Peter Coad, David North, Mark Mayfield: Object Models: Strategies, Patterns & Applications, 2nd ed., Yourdon Press, Prentice Hall, 1997

**Weitere Hinweise im Vorlesungsmaterial unter *Internet***

© 2010 bei Prof. Dr. Uwe Kastens

# Elektronisches Skript

Vorlesung Objektorientierte Programmierung WS 2013/2014

ag-kastens.upb.de/lehre/material/oop/

UK Lehre Suchen Wörterbücher WissOrg Reisen Dienste News Das Institut Google Maps Wikipedia Apple

UNIVERSITÄT PADERBORN
*Die Universität der Informationsgesellschaft*

Fachgruppe Kastens > Lehre > Objektorientierte Programmierung WS 2013/2014

Folien
Aufgaben
Organisation
Hinweise

SUCHEN:

## Vorlesung Objektorientierte Programmierung WS 2013/2014

### Vorlesungsfolien

- Kapitelübersicht
- Folienverzeichnis
- Drucken

### Übungsaufgaben

- Aufgabenblätter
- Drucken

### Organisation

- Personen, Termine, Regeln
- Aktuelles

| 06.10.2013 | Vorlesungsbeginn 15.10.2013 um 09:15 in F0.530 |
|---|---|

### Wissenswertes

- Ziele
- Literatur
- Inhalt Budd: Understanding OOP with Java
- Internet-Links

Veranstaltungs-Nummer: L.079.05700

Generiert mit Camelot | Probleme mit Camelot? | Geändert am: 06.10.2013

© 2013 bei Prof. Dr. Uwe Kastens

# Organisation

## Personen

### Sprechstunde Uwe Kastens:

- `Mi  16:00 - 17:00 Uhr`
- `Die 11:00 - 12:00 Uhr`

### Übungsbetreuer:

- Peter Pfahler

## Termine

#### Vorlesung

- `Di, 9:15 - 10:45 Uhr F0.530`

**Beginn:** Di, 15. Oktober 2013 um 9:15 Uhr

#### Übungen

Die Übungen werden im 14-tägigen Abstand 2-stündig angeboten. Das Vorlesungsverzeichnis sieht 4 Übungsgruppen vor:

- **G1**: Dienstag 11:00 Uhr, *ungerade Wochen*, Beginn 22.10.2013, erst in F0.530, dann im Rechner-Pool F1 (hinterer Teil)
- **G2**: Dienstag 11:00 Uhr, *gerade Wochen*, Beginn 15.10.2013, erst in F0.530, dann im Rechner-Pool F1 (hinterer Teil)
- **G3**: Donnerstag 09:15 Uhr, *ungerade Wochen*, Beginn 24.10.2013, erst in F2.211, dann im Rechner-Pool F1 (hinterer Teil)
- **G4**: Freitag 09:15 Uhr, *gerade Wochen*, Beginn 18.10.2013, erst in F2.211, dann im Rechner-Pool F1 (hinterer Teil)

#### Prüfungstermine

Mündliche Prüfungen von ca 30 min Dauer im Rahmen von Modulprüfungen; für Studierende anderer Studiengänge als Informatik auch Einzelprüfungen.
Es werden zwei Prüfungszeiträume angeboten:

1. 12.-14. Februar 2014
2. 01.-03. April 2014

Zu Anmeldung in PAUL und Terminvergabe siehe http://www.cs.uni-paderborn.de/studierende/pruefungswesen/pruefungsanmeldung.html

© 2013 bei Prof. Dr. Uwe Kastens

# 1. Grundlagen, 1.1 Allgemeine OO-Konzepte Objektorientierte Denkweise

- Modellierung und Entwurf von **Systemen interagierender Objekte**
  statt Programmabläufe mit passiven Daten

- handelnde Objekte mit **Eigenschaften**, veränderlichem **Zustand** und eigenen **Operationen** darauf
  statt Funktionen auf passiven Daten

- Objekt bestimmt, wie es einen Methodenaufruf ausführt:
  Aufrufer schickt Nachricht (message) an Empfänger-Objekt (receiver)
  Objekt führt Methode zu der Nachricht im Objektzustand aus
  Eigenverantwortlichkeit, **Selbständigkeit der Objekte**

- **Schnittstelle** (Protokoll):
  von außen beobachtbare Eigenschaften, benutzbare Methoden des Objektes
  Schnittstelle **beschreibt das Was und verbirgt das Wie.**

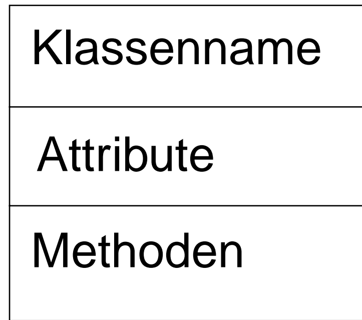
© 2014 bei Prof. Dr. Uwe Kastens

# Klassen-basierter Entwurf

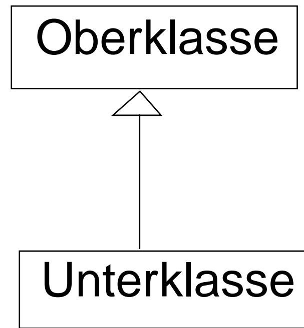
- Jedes **Objekt** gehört einer **Klasse** an.
- Klasse **definiert das Verhalten** ihrer Objekte
- Klasse als **abstrakter Datentyp** mit Implementierung
- **Klassen-Hierarchie**:
  Unterklasse **erbt** Eigenschaften und Methoden von ihrer Oberklasse, erweitert und verändert sie, z. B. zur Spezialisierung
- **Polymorphie:**
  **allgemeine Variable enthält spezielles Objekt**;
  Typ der Variable erlaubt Methodenaufruf mit bestimmter Signatur,
  Klassenzugehörigkeit des Objektes bestimmt wie der Aufruf ausgeführt wird: dynamische Methodenbindung (zur Laufzeit)
- **dynamische Methodenbindung:**
  Software-Module können **unabhängig entwickelt** werden,
  zur Laufzeit umkonfiguriert werden

© 2005 bei Prof. Dr. Uwe Kastens

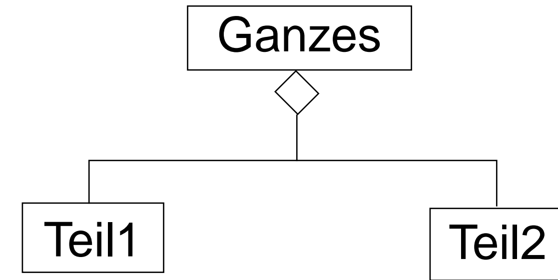
# Entwurfsnotation UML Klassendiagramme



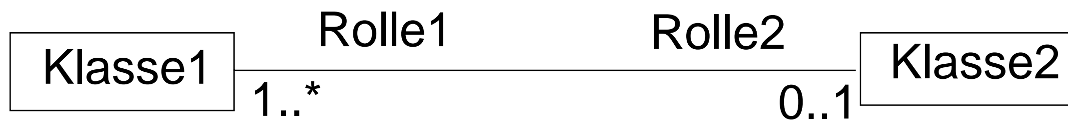

**Klasse**



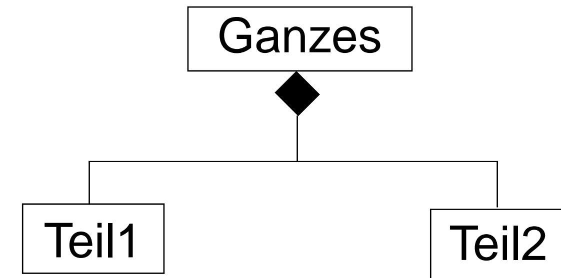

**Vererbung**




**Aggregation**
Teile existieren auch unabhängig




**Assoziation**




**Komposition**
Teile existieren nicht unabhängig

© 2014 bei Prof. Dr. Uwe Kastens

# Objektorientierte Programmiersprachen

| | | |
|---|---|---|
| 1966 | **Simula** | Klassenhierarchie mit Einfachvererbung, statisch typisiert, dynamische Methodenbindung, diskrete Simulation, Algol 60 ist Teilsprache |
| 1980 | **Smalltalk** | Klassenhierarchie mit Einfachvererbung, dynamisch typisiert, dynamische Methodenbindung, konsequent objektorientiert, interpretierte Zwischensprache |
| 1986 | **C++** | Klassenhierarchie mit Mehrfachvererbung, statisch typisiert, dynamische Methodenbindung, generische Klassen, ANSI-C ist Teilsprache |
| 1988 | **Eiffel** | Klassenhierarchie mit Mehrfachvererbung, statisch typisiert, dynamische Methodenbindung, generische Klassen, explizite Vererbung |
| 1994 | **Java** | Klassenhierarchie mit Einfachvererbung, Interfaces, statisch typisiert, dynamische Methodenbindung, Internet-Bezüge, Prozesse, interpretierte Zwischensprache, umfassende Bibliotheken |
| 1995 | **PHP** | Skriptsprache; Server-seitige Web-Progr.; Klassen-basierte Vererbung |
| 1995 | **JavaScript** | Skriptsprache; Client-seitige Web-Progr.; Objekt-basierte Vererbung |
| 2001 | **C#** | Microsoft; Eigenschaften wie Java |

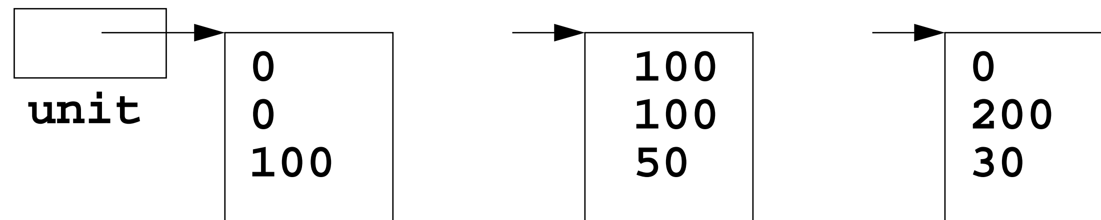
© 2014 bei Prof. Dr. Uwe Kastens

# Grundlegende objektorientierte Sprachkonstrukte Klassen und Objekte

Eine Klasse definiert **gleichartige Objekte**: Daten mit Operationen (**Methoden**) darauf.
Operationen abstrahieren von der Implementierung.

| | |
|---|---|
| Klasse | `Ball` |
| Attribute | `Rectangle location`<br>`double dx, dy`<br>`Color color` |
| Methoden | `getX ()`<br>`getY ()`<br>`getRadius ()`<br>`move ()`<br>`paint (...)` |
| Konstruktormethode | `Ball (int x, int y, int r)` |

3 Objekte der Klasse **`Ball`**




```
Ball unit = new Ball (0, 0, 100);
```

```
unit.move();
```

# Verwendung von Attributen

**Objektbezogene Attribute**: Variable oder Konstante eines jeden Objektes

- Eigenschaft des Objektes, unveränderlich oder explizit veränderlich — `Color color;`
- Zustand des Objektes, veränderlich, auch durch andere Operationen — `boolean visible;`
- Teil des Objektes — `Flap leftFlap, rightFlap;`
- Bezug zu anderem Objekt — `Monitor registers;`

**Klassenbezogene Attribute**: Information für alle Objekte der Klasse gemeinsam

- feste Codierung von Werten — `final static int CLUBS = 1;`
- globale Information für oder über Objekte der Klasse — `static int ballCount = 0;`

© 2005 bei Prof. Dr. Uwe Kastens

# Zugriffsrechte für Attribute und Methoden

Regeln schränken ein, **wo** Zugriffe auf Attribute/Methoden **welcher Klasse** stehen dürfen:

`private`: `class C { private int x; ... }`

Zugriff nur **im Rumpf der Klasse** `C`,
unqualifiziert (`x`) auf `x` des „eigenen“ `C`-Objektes und
qualifiziert (`q.x`) auf `x` eines beliebigen `C`-Objektes

**Package-weit (default):** `class C { int x; ... }`

Zugriff in jeder Klasse des **Package**, in dem `C` deklariert ist;
unqualifiziert in `C` und seinen Unterklassen oder
qualifiziert auf Attribute/Methoden beliebiger `C`-Objekte

`protected`: `class C { protected int x; ... }`

Zugriff **Package-weit und zusätzlich auch in Unterklassen** von `C`,
die nicht zum Package von `C` gehören

`public`: `class C { public int x; ... }`

**unbeschränkter** Zugriff

**qualifizierter Name**: `a.x` mit `a` als Ausdruck vom Typ `C` oder einer Unterklasse von `C`

**unqualifizierter Name**: `x` im Rumpf der Klasse `C` oder einer Unterklasse von `C`, entspricht `this.x`

© 2009 bei Prof. Dr. Uwe Kastens

# Beispiel zu Zugriffsrechten in Java



© 2010 bei Prof. Dr. Uwe Kastens

# Zugriff auf Attribute

Attribute in der Regel **`private`**:

- **keine unkontrollierte Zustandsänderung**,
- keine Verpflichtung, das Attribut nicht zu ändern

Vorsicht mit **`protected`**: Package-weit sichtbar, Verpflichtung gegen Unterklassen

Attribute lesen und zuweisen nur mit **get- und set-Methoden**
diese mit passenden Rechten versehen

**Zustandsattribute** meist nicht von außen zugänglich,
werden von Methoden benutzt und zugewiesen

**unveränderliche Objekte**
kein Attribut wird nach der Initialisierung verändert (auch nicht in Unterklassen),
z.B. **`java.lang.String`**;
Kopien sind nicht unterscheidbar, referenzielle Transparenz

© 2014 bei Prof. Dr. Uwe Kastens

# Konstruktor-Methoden

**Konstruktor-Methode** dient der **Initialisierung der Attribute** bei der Objekterzeugung. Danach muss das Objekt in einem benutzbaren Zustand sein.

Der **Hauptkonstruktor** hat alle einstellbaren Werte als Parameter.

```
public Ball (int x, int y, int r, Color c)
{  location = new Rectangle (x-r, y-r, 2*r, 2*r);
   color = c;
   dx = 0; dy = 0; // initially no motion
}
```

Weitere Konstruktoren setzen einige Attribute mit default-Werten (überladene Konstruktoren):

```
public Ball (int x, int y, int r)
{  this (x, y, r, Color.blue);
}
```

**Alle Konstruktoren rufen den Hauptkonstruktor auf**:
zentrale Stelle, wo jedes Objekt initialisiert wird.

© 2014 bei Prof. Dr. Uwe Kastens

# Klasse und Objekte - Typ und Werte

1. **Klasse** definiert die Eigenschaften ihrer **Objekte**
2. Objekte **existieren im Speicher**
3. Objekte haben **Identität,** ihre Objektreferenz
4. `new` erzeugt ein **neues Objekt** verschieden von allen anderen
5. **Objekte werden** nicht kopiert sondern **geklont**.
6. **Klasse als Typ von Variablen**: Variable kann eine Referenz auf ein Objekt derKlasse aufnehmen
7. **Klasse als Typ von Ausdrücken**: Auswertung des Ausdrucks liefert eine Referenz auf ein Objekt der Klasse
8. **Typanpassung** verändert weder das Objekt noch seine Referenz; erlaubt dem Übersetzer, die Referenz, als Referenz eines anderen Typs zu behandeln

1. **Typ** definiert die Eigenschaften seiner **Werte**
2. Werte können **Speicherinhalte** sein
3. Werte haben keinen Speicher, **keine Identität**
4. zwei **gleiche Werte** sind **nicht unterscheidbar**
5. **Werte werden kopiert**.
6. **Typ von Variablen**: Variable kann Wert des Typs aufnehmen
7. **Typ von Ausdrücken**: Auswertung des Ausdrucks liefert einen Wert eines Typs.
8. **Typanpassung** Verändert ggf. die Repräsentation des Wertes, z.B. von `int` nach `float`

© 2005 bei Prof. Dr. Uwe Kastens

# Methoden

Operationen einer Klasse:

```
public void setMotion (double ndx, double ndy)
   {dx = ndx; dy = ndy;}
```

Typen der Parameter und des Ergebnis ist die **Signatur** der Methode
(in Java: nur Typen der Parameter - ohne Ergebnistyp)

```
setMotion: double x double -> void
```

Aufruf kann als Seiteneffekt den **Objektzustand ändern**;
hier: Geschwindigkeit zuweisen.

Aufruf kann als Seiteneffekt den **Zustand von Parameterobjekten ändern,**
z. B. `Wand.reflektiere (ball);`

**Zugriffsrechte** für Methoden wie für Attribute

© 2005 bei Prof. Dr. Uwe Kastens

# Methodenaufrufe

**Notation von Methodenaufrufen**

in der Klasse, in der die Methode deklariert ist, **unqualifiziert**

```
setMotion (1.0, 1.0);
```

**qualifiziert** für „fremdes“ Objekt

```
theBall.setMotion (1.0, 1.0);
```

**Ausführung** eines Aufrufs `a.m(p)`:

1. Ausdruck `a` auswerten, Ergebnis ist eine Referenz auf ein Objekt `obj`;
   mit dem (dynamischen) Typ des `obj` die aufzurufende Methode `m` bestimmen
   (dynamische Methodenbindung)
   (Überladung wird anhand der Signatur schon zur Übersetzungszeit aufgelöst)

2. In der Umgebung von `obj` eine Schachtel `s` für einen Aufruf der Methode `m` von `obj` bilden;
   statischer Vorgänger braucht nicht auf dem Laufzeitkeller zu liegen;
   Werte der aktuellen Parameter `p` berechnen und an formale Parameter in `s` zuweisen;

3. Rumpf der Methode mit der Schachtel `s` ausführen;
   ggf Ergebnis an die Aufrufstelle liefern; hinter die Aufrufstelle zurückkehren

© 2005 bei Prof. Dr. Uwe Kastens

# Schnittstelle und Implementierung

**Abstraktion**: Außensicht **Was**; Innensicht **Wie**

**Schnittstelle einer Methode**:

Signatur: **`setMotion: double x double -> void`**

Sprachkonstrukt:

abstrakte Methode, die in Unterklassen implementiert wird:

```
abstract void setMotion (double, double);
```

**Schnittstelle einer Klasse**:

Menge der Signaturen der von außen aufrufbaren Methoden (**`public`**)

**Implementierung einer Klasse**:

Implementierung der Methoden der Schnittstelle
mit Methodenrümpfen und
dazu notwendige Attribute und Hilfsmethoden

© 2005 bei Prof. Dr. Uwe Kastens

# Schnittstelle als selbständiges Sprachkonstrukt

in Java: **`interface`**,
in C++: rein abstrakte Klasse,
in SML und Haskell: **`signature`**

benannte Menge von Methoden-Signaturen

```
public interface Enumeration
{  boolean hasMoreElements();
   Object nextElement()
      throws NoSuchElementException;
}
```

Klasse `C` **implementiert ein Interface** `Intf`,
d. h. `C` implementiert alle Methoden aus `Intf`

**Schnittstelle `Intf` als Abstraktion** für Objekte von Klassen,
die `Intf` implementieren:

Schnittstelle als Typ, z. B.

```
Enumeration e = new A();
while (e.hasMoreElements())
{  Object x = e.nextElement();
   ...
}
```

© 2005 bei Prof. Dr. Uwe Kastens

# Oberklassen und Vererbung

Klasse als **Unterklasse einer Oberklasse** definieren.
(verschiedene Zwecke siehe Kapitel 2)

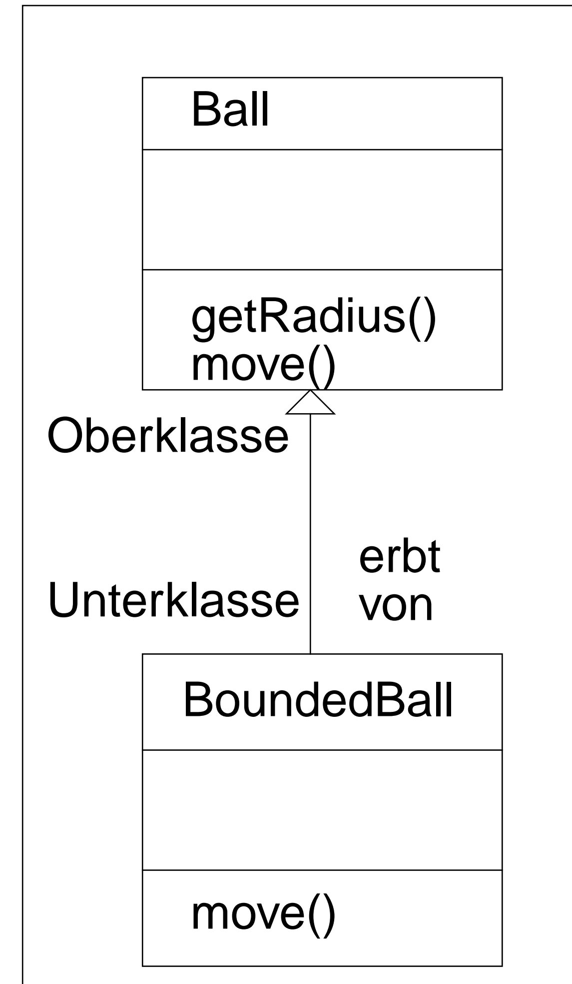
Unterklasse **erbt** von der Oberklasse
Attribute, Methoden,
Implementierungsverpflichtungen (d. h. abstrakte Methode)

Unterklasse **definiert zusätzliche**
Attribute, Methoden, Implementierungsverpflichtungen

Unterklasse **überschreibt** Methoden der Oberklasse
bei gleichem Methodennamen und -signatur.
Unterklassenobjekt führt Methodenaufruf mit seiner
statt der überschriebenen Methode aus
(dynamische Methodenbindung)

Klasse als **Typabstraktion**:
Variable vom Oberklassentyp können Referenzen von
Unterklassenobjekten aufnehmen

```
Ball b = new Bounded Ball (...); ...b.move();
```




© 2005 bei Prof. Dr. Uwe Kastens

# Vererbung und verwandte Konzepte

Sei **A** eine Oberklasse von **B** und in **A** sei eine Methode m implementiert, z. B.

```
class A { C m (String s) {...} ...}   class B extends A {...}
```

1. Wenn **m** in **B** nicht definiert ist, **erbt** **B** die Methode **m**.

2. Wenn in **B** eine Methode **m** mit gleichen Parametertypen definiert ist, **überschreibt** sie das **m** aus **A**. Seit Java 5 muss der Ergebnistyp gleich **C** oder eine Unterklasse von **C** sein (Java: substitutable); kovariante Ergebnistypen.

3. Wenn in **B** eine Methode **m** definiert ist, deren Parametertypen sich von denen von **m** in **A** unterscheiden, dann sind die beiden Methoden in **B** **überladen**.
   Ebenso, wenn in **A** eine weitere Methode **m** mit anderen Parametertypen definiert wird.

4. Wenn in **B** eine Klassenmethode (**static**) **m** definiert ist, deren Parametertypen mit denen von **m** in **A** übereinstimmen und die Ergebnistypen kovariant sind, dann **verdeckt** **m** in **B** die Methode **m** in **A**, d. h. **m** aus **A** ist in **B** nicht sichtbar. **m** in **A** muss dann auch **static** sein.

Sei **A** eine Oberklasse von **B** und in **A** sei eine Methode **m** spezifiziert, z. B.

```
abstract class A { abstract C m (String s); ...}
class B extends A {...}
```

5. Wenn **B** nicht abstract ist, muss **m** in **B** mit denselben Parametertypen und einem kovarianten Ergebnistyp **implementiert** werden.

© 2014 bei Prof. Dr. Uwe Kastens

# Objektorientierte Polymorphie

**Polymorph**: vielgestaltig; hier im Sinne der Typen von Sprachkonstrukten

Referenzen auf **Objekte unterschiedlicher Klassen** können
in einer Variable enthalten sein oder
Ergebnis der Auswertung eines Ausdruckes sein.

Wird darauf eine Methode aufgerufen, so bestimmt
die **Klassenzugehörigkeit des Objektes (zur Laufzeit)**
welche Methode ausgeführt wird: **dynamische Methodenbindung**.

Der **statische Typ der Variable** (des Ausdruckes) garantiert zur
Übersetzungszeit, dass eine Methode mit passender Signatur existiert.

**Einsatz** zur

- Abstraktion
- Entkopplung von Programmmodulen
- Umkonfigurierung während der Ausführung
  (z. B. Erscheinungsbild der GUI-Komponenten)

© 2005 bei Prof. Dr. Uwe Kastens

# Taxonomy of type systems

[Luca Cardelli and Peter Wegner. On understanding types, data abstraction, and polymorphism.
ACM Computing Surveys, 17(4):471–523, 1985.]

**monomorphism**: Every entity has a unique type. Consequence: different operators for similar operations (e.g. for `int` and `float` addition)

**polymorphism**: An operand may belong to several types.

**ad hoc** polymorphism:

**overloading**: a construct may different meanings depending on the context in which it appears (e.g. + with 4 different signatures in Algol 60)

**coercion**: implicit conversion of a value into a corresponding value of a different type, which the compiler can insert wherever it is appropriate (only 2 add operators)

**universal polymorphism**: operations work uniformly on a range of types that have a common structure

**inclusion polymorphism**: sub-typing as in object-oriented languages

**parametric polymorphism**: a type denotation may have formal type parameters, e.g. `('a x 'a)`; they are substituted
by type **inference** (e.g. in SML) or
by **generic instantiation** (C++, Java)

© 2010 bei Prof. Dr. Uwe Kastens

# Monomorphism and ad hoc polymorphism

- **monomorphism** **(1)**
- **polymorphism**
  - **ad hoc polymorphism**
    - **overloading** **(2)**
    - **coercion** **(3)**
  - **universal polymorphism**
    - **inclusion polymorphism** **(4)**
    - **parametric polymorphism** **(5)**

**monomorphism (1):**
4 different names for addition:

```
addII: int   x int   -> int
addIF: int   x float -> float
addFI: float x int   -> float
addFF: float x float -> float
```

**overloading (2):**
1 name for addition `+`;
4 signatures are distinguished by actual operand and result types:

```
+: int   x int   -> int
+: int   x float -> float
+: float x int   -> float
+: float x float -> float
```

**coercion (3):**
`int` is acceptableAs `float`,
2 names for two signatures:

```
addII: int   x int   -> int
addFF: float x float -> float
```

© 2014 bei Prof. Dr. Uwe Kastens

# Dynamische Methodenbindung in Java

3 verschiedene Situationen für dynamische Methodenbindung in Java:

1. Schnittstellentyp:

```
interface Enumeration { boolean hasMoreElements(); ... }
Enumeration enum; .... enum.hasMoreElements() ...
```

2. Überschriebene Methode:

```
class Ball { public void move (){...} }
class BoundedBall extends Ball { public void move (){...} }
Ball b; .... b = new BoundedBall (...); ... b. move(); ...
```

3. Implementierung abstrakter Methode:

```
Class Animal { abstract void makeNoise(); ...}
Class Frog extends Animal
  {void makeNoise(){ System.out.print("QuakQuak");} }
Animal which; ... which.makeNoise();
```

© 2005 bei Prof. Dr. Uwe Kastens

# Überladene Methoden

**Überladene (overloaded)** Methoden:

Mehrere Methoden mit **gleichem Namen**, aber **unterschiedlicher Anzahl** oder **Typen der formalen Parameter** sind an einer Aufrufstelle gültig.

Die **Typen der aktuellen Parameter** im Aufruf bestimmen, welche Methode aufgerufen wird.

Methoden einer Klasse können untereinander überladen sein.

Methoden einer Unterklasse können mit geerbten Methoden überladen sein (ohne sie zu überschreiben!).

Konstruktoren können überladen sein.

Operatoren (+, /, usw.) sind meist überladen.

**Überladen** wird häufig auch als **Variante der Polymorphie** bezeichnet.

© 2005 bei Prof. Dr. Uwe Kastens

# 1.2 Statische Typisierung in OO-Sprachen

Dieser Abschnitt folgt dem Buch
F.O.O.L von Kim B. Bruce, Kap 2, 3, 5, 6.
Darin werden Eigenschaften von OO-Sprachen, insbesondere die Typisierung, allgemeiner und konsequenter dargestellt als sie aus gängigen Sprachen wie C++, Java, C# bekannt sind. Diese Darstellung soll das Verständnis und die kritische Beurteilung von OO-Konzepten vertiefen.

Folgende Begriffe werden hier gegenüber dem vorigen Abschnitt verfeinert oder verschärft:

- Typen getrennt von Klassen
- Untertypen (subtyping) getrennt von Unterklassen (subclassing)
- Typisierungsdefekte in gängigen OO-Sprachen rigoros hergeleitet

© 2007 bei Prof. Dr. Uwe Kastens

# Begriffe zu Klassen am Beispiel

Es sollte verschiedene Namen geben für

- Klasse **`CellClass`**
- Typ der Objekte **`CellType`**
- Konstruktor

Zunächst werden alle

- Instanzvariablen als **`private`**
- Methoden als **`public`**

angesehen.

Bruce verwendet eine Notation, die daran erinnern soll, dass es sich nicht um Java, C++, etc handelt

```
class CellClass {
   x: Integer := 0;

   function get (): Integer is
   { return self.x }

   function set (nuVal: Integer): Void is
   { self.x := nuVal }

   function bump (): Void is
   { self <= set(self <= get()+1) }
}
```

Um die besondere Operation ***Senden einer Botschaft an ein Objekt*** (d.h. Aufruf einer Methode) hervorzuheben notiert Bruce **`o <= m(x)`** statt **`o.m(x)`**

**`self`** benennt das Objekt, für das ein Aufruf der Methode ausgeführt wird - **`this`** in Java.

In den meisten Sprachen kann **`x`** statt **`self.x`** und **`get()`** statt **`self<=get()`** geschrieben werden

© 2014 bei Prof. Dr. Uwe Kastens

# Objekttypen

Ein **Typ** ist eine Menge von Werten und den darauf anwendbaren Operationen.

Alle **Objekte**, auf die die **gleichen Operationen anwendbar** sind, sollten **denselben Typ** haben.

Anwendbarkeit einer Methode wird durch die Signatur (= Typ) der Methode bestimmt

```
get: Void -> Integer
```

Der Typ der Objekte, die zur Klasse `CellClass` erzeugt werden, ist die Menge der Methoden-Signaturen. (Instanzvariablen tragen nicht zum Objekttyp bei, da sie außen nicht sichtbar sind):

```
CellType = ObjectType {get: Void -> Integer,
                       set: Integer -> Void,
                       bump: Void -> Void }
```

**Konsequenz**:

**Verschiedene Klassen** können **Objekte desselben (bzw. äquivalenten) Typs** erzeugen, sofern die **Methoden paarweise dieselbe Signatur** haben! (Strukturäquivalenz der Typen)

In **verbreiteten OO-Sprachen werden Klassen als Typen** aufgefasst: Alle Objekte einer Klasse C haben denselben Typ - verschieden vom Typ der Objekte jeder anderen Klasse D (Namensäquivalenz) - auch wenn die Mengen der Methodensignaturen übereinstimmen.

© 2012 bei Prof. Dr. Uwe Kastens

# Unterklassen und Vererbung

Eine Unterklasse erbt Instanzvariablen und Methoden der Oberklasse und kann Methoden zufügen und überschreiben, z. B.

modifies set verhindert versehentliches Überschreiben.

super macht die überschriebene Methode der Oberklasse zugänglich

```
class ClrCellClass inherits CellClass modifies set {
   color: ColorType := blue;

   function getColor (): ColorType is
   { return self.color }

   function set (nuVal: Integer): Void is
   {  super <= set (nuVal);
      self.color := red }
}
```

Typ der Objekte von `ClrCellClass`:

```
ClrCellType = ObjectType {get: Void -> Integer,
                          set: Integer -> Void,
                          bump: Void -> Void,
                          getColor: Void -> ColorType }
```

Wird **bump** für ein Objekt der Klasse `ClrCellClass` aufgerufen, dann führt `self <= set(self <= get()+1)` im Rumpf von **bump** zum Aufruf von `set` aus `ClrCellClass`.

© 2014 bei Prof. Dr. Uwe Kastens

# Untertypen (Subtyping)

S ist ein **Untertyp (subtype)** von T, notiert als **S `<:` T**, wenn **ein Wert vom Typ S in jedem Kontext verwendet werden kann, wo ein Wert vom Typ T erwartet wird.** T heißt dann auch Obertyp von S.

Z.B. **`ClrCellType <: CellType`**

**`<:`** braucht **nicht für die Objekte jedes Paares von Unter- und Oberklasse** zu gelten, z.B. wenn die Unterklasse Methoden der Oberklasse löschen oder umbenennen kann (wie in Eiffel).

Hier sind **Untertypen anhand der Typeigenschaften definiert** (welche Methoden-Signaturen enthalten sie). Das ist ***structural subtyping***.
In den meisten OO-Sprachen wird die **Untertyprelation durch die Unterklassenrelation** festgelegt; diese wird durch die Klassen**namen** bestimmt.

In Sprachen mit **Subtyping** kann **ein Wert zu mehreren Typen gehören**, die in Untertyprelation stehen. Deshalb spricht man von ***subtype polymorphism***.

© 2014 bei Prof. Dr. Uwe Kastens

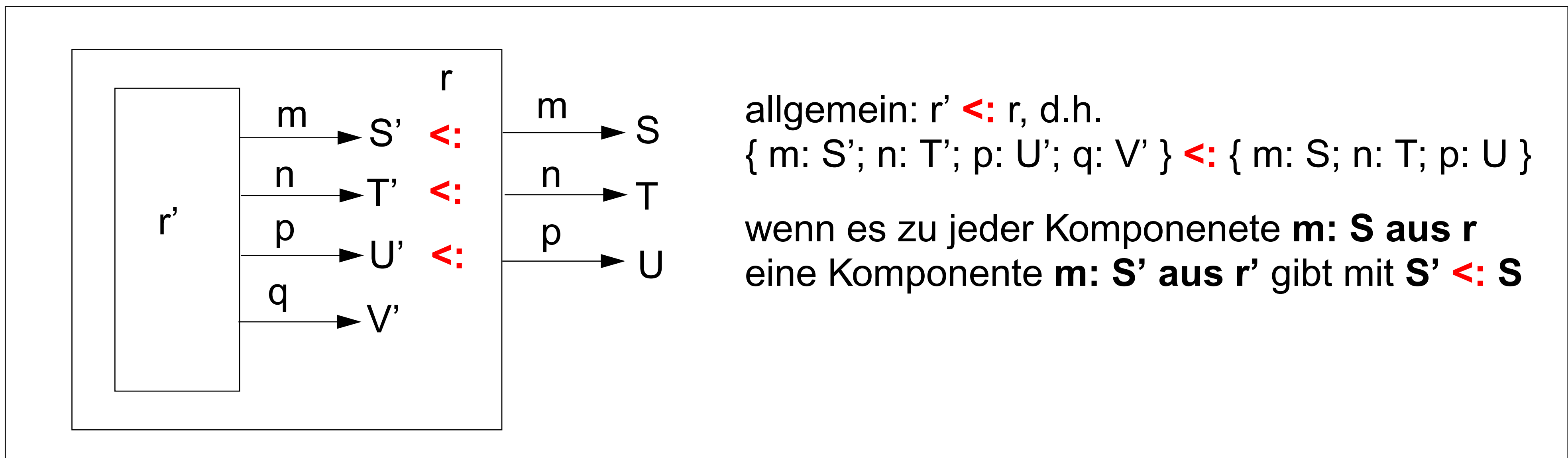
# Untertypen von Record-Typen

Betrachten wir die **Typen von unveränderlichen Record-Werten**: Komponenten werden **nur gelesen**, d.h. Typen der Werte müssen **paarweise die <: Relation** erfüllen

Sei `CheeseType <: FoodType`, dann ist `CheeseSandwichType <: SandwichType`.
Werte vom Typ `CheeseSandwichType` können die Rolle von Werten des Typs `SandwichType` spielen:

```
SandwichType = {         bread: BreadType;
                         filling: FoodType }

CheeseSandwichType = {   bread: BreadType;
                         filling: CheeseType;
                         sauce: SauceType }
```

tiefes (filling: CheeseType)
breites Subtyping (sauce: SauceType)




allgemein: r' <: r, d.h.
{ m: S'; n: T'; p: U'; q: V' } <: { m: S; n: T; p: U }

wenn es zu jeder Komponenete **m: S aus r** eine Komponente **m: S' aus r'** gibt mit **S' <: S**

© 2014 bei Prof. Dr. Uwe Kastens

# Untertypen von Funktionstypen

Betrachten wir die **Typen mit Signaturen P -> R (Parametertyp P und Resultattyp R)**.
Hat f die Signatur P -> R, dann kann g: P’ -> R’ die Rolle von f spielen, falls **P’ -> R’ <: P -> R**.
Die Parameterübergabe sei call-by-value.

Sei `CheeseType <: FoodType`, und `Integer <: Long`:

`Integer -> CheeseType <: Integer -> FoodType`

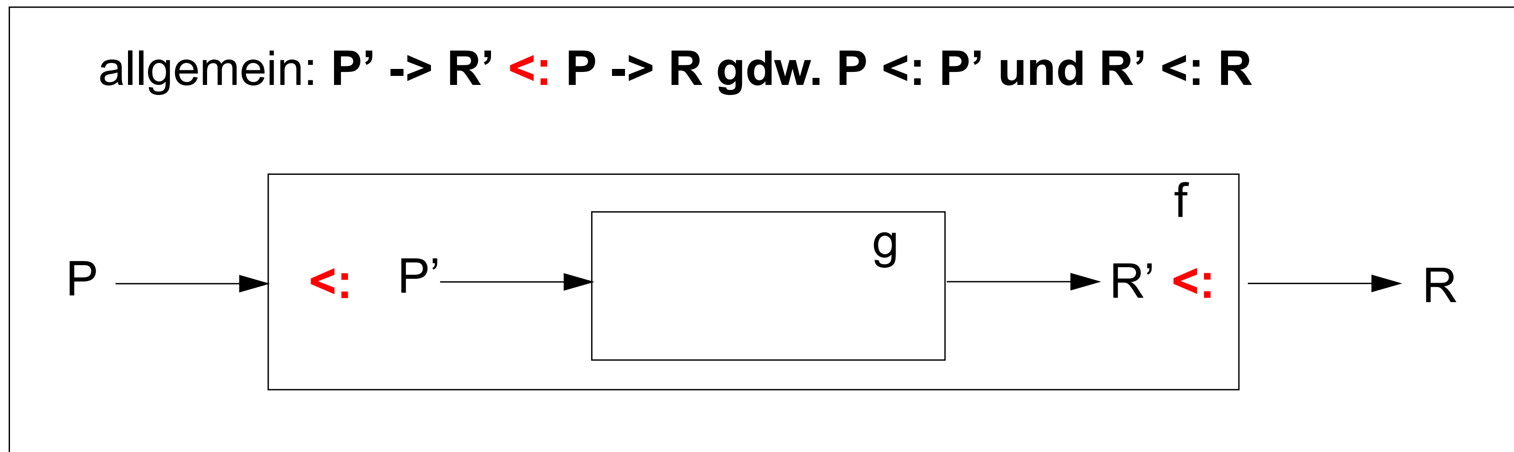
**kovariante Ergebnistypen**

**speziellere Resultate der ersetzenden Funktion** sind als allgemeinere Resultate akzeptabel

`FoodType -> Integer <: CheeseType -> Integer`
`CheeseType -> Integer </: FoodType -> Integer`

**kontravariante Parametertypen**

Die ersetzende Funktion muss **mindestens so allgemeine Parameter** akzeptieren wie die ersetzte.




© 2013 bei Prof. Dr. Uwe Kastens

# Untertypen von Typen von Variablen

Unter welchen Umständen kann eine **Variable vom Typ T' die Rolle einer Variablen vom Typ T spielen**?

Mit einer Variable können **Lese- und Schreiboperationen** ausgeführt werden.

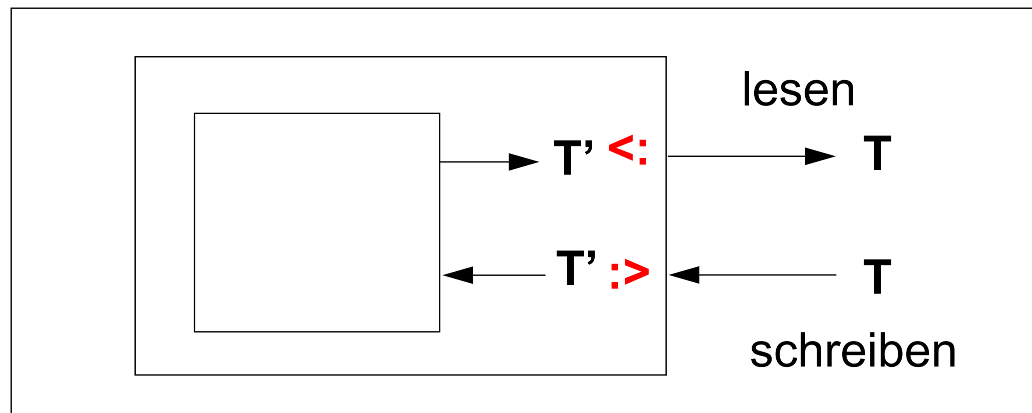
Sei **v'** vom Typ T' und **v** vom Typ T und T'<: T.

Für die **Leseoperation** kann v' die Rolle von v spielen: Jeder Wert aus v' ist auch ein Wert des Typs von v. Für das **Lesen wird Kovarianz** benötigt, T'<: T.

Für die **Schreiboperation** kann v' nicht die Rolle von v spielen: Nicht alle Werte des Typs von v können an v' zugewiesen werden. Es wird **Kontravarianz für das Schreiben** benötigt!

Insgesamt: T' <: T und T <: T', d.h. T' ~ T.

Es gibt **keine nicht-trivialen Untertypen von Variablen**. Sie können einander nur dann ersetzen, wenn ihre **Typen äquivalent** sind.




© 2013 bei Prof. Dr. Uwe Kastens

# Keine nicht-trivialen Untertypen von Variablen: Konsequenzen

Es gibt **keine nicht-trivialen Untertypen von Variablen**.
Sie können einander nur ersetzen, wenn ihre **Typen äquivalent** sind.

Untertyprelation für **Records mit veränderlichen Komponenten**:
Für jede Komponente **n: T des Obertyps** muss es eine Komponente **n: T' mit T ~ T' im Untertyp** geben, d.h. nur **breite nicht tiefe Untertypen**.

Untertyprelation für **Arrays mit unveränderlichen Elementen [ Ind ] of El:**
**Ind** ist der Indextyp, El der Elementtyp.
**[ Ind' ] of El' <: [ Ind ] of El** wenn **Ind <: Ind'** (kontravariant) und **El' <: El** (kovariant)

Untertyprelation für **Arrays mit veränderlichen Elementen [ Ind ] of El:**
**[ Ind' ] of El' <: [ Ind ] of El** wenn **Ind <: Ind'** (kontravariant) und **El' ~ El** (äquivalent)
Missachtung hat in Java eine Lücke in der statischen Typisierung verursacht, die durch dynamische Prüfung geschlossen wurde:

```
class Node { ... }
class Leaf extends Node { ... }
...
Node[] arr = new Leaf[42];

arr[0] = new Node();
```

Erlaubt in Java, obwohl nicht gilt
Leaf-Array <: Node-Array

statisch korrekte Zuweisung verursacht Laufzeitfehler:
java.lang.ArrayStoreException: Node

© 2009 bei Prof. Dr. Uwe Kastens

# Untertyprelation für Objekttypen: Präzisierung

- **Keine Änderung der Typen von Instanzvariablen** durch Überschreiben.
- **Zufügen von Methoden im Untertyp**: breite Untertyprelation wie bei Records.
- **Überschreiben von Methoden**:
  Signaturen brauchen nicht äquivalent zu sein (wie in Java):
  kontravariante Parametertypen und kovariante Resultattypen - wie bei Funktionen.
  (Eiffel erlaubt kovariante Parametertypen: Lücke in der Typsicherheit.)

```
A a;   X x;   P p;                  C c; B b;

     a = x.m (p);
```

Übersetzer prüft Typen gegen Signatur von m in X und Methoden-Untertyp zwischen m in Y und m in X

```
class X { C m (Q q) { use of q;... return c; }

     v    v     ^

class Y { B m (R r) { use of r;... return b; } }
```

© 2007 bei Prof. Dr. Uwe Kastens

# Beispiel für Änderung des Resultattyps

Überschreiben der einer Methode **deepClone**, die einen Klon des Unterklassenobjektes bildet, benötigt **Änderung des Resultattyps**:

```
class CClass {
   var Cvar: XType;
   function deepClone (): CType is
   {  var newClone: CType := self<=clone (); -- shallow clone
      newClone<=setCVars ();
      return newClone;
   }
   function setCVars (): void is {self.Cvar<=deepClone();}
}

class SCClass inherits CClass modifies deepClone {
   var SCvar: YType;
   function deepClone (): SCType is
   {  var newClone: SCType := self<=clone (); -- shallow clone
      newClone<=setSCVars ();
      return newClone;
   }
   function setSCVars (): void is
      {  self<=setCVars (); self.SCvar<=deepClone(); }
}
```

© 2013 bei Prof. Dr. Uwe Kastens

# Typisierungsproblem: binäre Methode

Methode soll Operation mit Operanden gleichen Typs realisieren, z.B. equals.
Überschreiben in Unterklasse würde kovariante Änderung des Parametertyps erfordern:

```
class CClass {
   function equals (other: CType): Bool is
   { ... }
}

class SCClass inherits CClass modifies equals {
   function equals (other: CType): Bool is
   {  ... (SCType) other <= ... }
}
```

Wird teilweise durch parametrisierte Typen gelöst.

© 2010 bei Prof. Dr. Uwe Kastens

# 1.3 Generik

**Generik: zusätzliche Ebene der Parametrisierung zur Übersetzungszeit**

**Abgrenzung**:

- **Funktionsaufruf**: Funktionen mit formalen Parametern werden mit aktuellen Parameterwerten zur **Laufzeit** aufgerufen.

- **Generik**: Aus **Schemata** für Definitionen von Programmkonstrukten (z. B. Klassen, Module, Funktionen) werden zur **Übersetzungszeit** Definitionen erzeugt.
  Ein Schema hat **formale generische Parameter** für z. B. Typen, Klassen, Funktionen.
  Dafür werden bei der **Instanziierung** **aktuelle generische Parameter** eingesetzt.

- **Makro-Substitution**: Makros sind **Symbolfolgen** mit formalen Parametern. An den Anwendungsstellen werden sie nach **Substitution** der aktuellen Parameter (auch Symbolfolgen) eingesetzt.
  Substitution durch den **Präprozessor** ohne Beachtung der syntaktischen Struktur und der statischen Semantik.

```
int ggt (int a, int b)
   { ...}

ggt (m, n)
```

Java 1.5:

```
   class Stack <E>
   { void push (E e)
         {...}
       ...
   }

Stack<Kreis> kreisStk;
```

```
#define PSEL(var,fld) \
   ((var)->fld)

PSEL (a[i], next)
```

© 2014 bei Prof. Dr. Uwe Kastens

# Zweck der Generik

**Abstraktion durch Programmschemata**, z. B.

- Kellerimplementierung mit Elementtyp als generischem Parameter
- Sortierfunktion mit Elementtyp und Vergleichsfunktion als generische Parameter

Ermöglicht **Parametrisierung** mit Programmobjekten, die **nicht als Laufzeitdaten** existieren, nicht „first class“ sind; je nach Sprache: Typen, Klassen, Module, Funktionen.

Ergebnis der Instanziierung wird auf **Einhaltung der statischen Sprachregeln** überprüft, insbes. Typregeln;
z. B. Übersetzer garantiert homogene Behälter

**Konsistenzbedingungen für aktuelle generische Parameter** sind formulierbar und prüfbar, z. B. generische Sortierfunktion: Elementtyp mit passender Vergleichsfunktion

**Insgesamt**:
zusätzliche **Abstraktionsebene**
zusätzliche **Programmsicherheit** durch schärfere Regeln, schärfere statische Prüfungen

In Sprachen, die kaum statische Regeln haben, ist Generik nicht sinnvoll, z. B. Smalltalk.

© 2014 bei Prof. Dr. Uwe Kastens

# Generische Definitionen (seit Java 1.5)

Eine **Generische Definition** hat **formale generische Parameter.** Sie ist eine **abstrakte Definition einer Klasse** oder eines Interfaces. Für jeden generischen Parameter kann ein **Typ (Klasse oder Interfce) eingesetzt** werden.
(Er kann auf Untertypen eines angegebenen Typs eingeschränkt werden.)

**Beispiel in Java:**
Generische Definition einer Klasse **Stack** mit generischem Parameter für den Elementtyp

```
class Stack<Elem>
{  private Elem [] store ;
   void push (Elem el) {... store[top]= el;...}
   ...
};
```

Eine **generische Definition wird instanziiert** durch Einsetzen von **aktuellen generischen Parametern**. Dadurch entsteht zur Übersetzungszeit eine Klassendefinition. Z. B.

```
Stack<Float> taschenRechner = new Stack<Float>();
Stack<Frame> windowMgr = new Stack<Frame>();
```

**Generische Instanziierung** kann im Prinzip durch **Textersetzung** erklärt werden: Kopieren der generischen Definition mit Einsetzen der generischen Parameter im Programmtext.

Der Java-Übersetzer erzeugt für jede generische Definition eine Klasse im ByteCode, in der **Object** für die generischen Typparameter verwendet wird. Er setzt Laufzeitprüfungen ein, um zu prüfen, dass die ursprünglich generischen Typen korrekt verwendet wurden.

© 2013 bei Prof. Dr. Uwe Kastens

# Parametrisiertes Interface für binäre Methoden

Ein formaler **Typparameter im Interface** bestimmt den Typ des zweiten Operanden.
Die implementierende Klasse bindet den **eigenen Typ an den Parameter**.

```
interface Comparable <T> {
   function equals (other: T): Bool;
}


class CClass implements Comparable<CType> {
   function equals (other: CType): Bool is
   { ... }
}

class SCClass implements Comparable<SCType> {
   function equals (other: SCType): Bool is
   {  ... other <= ... }
}
```

In diesem Modell kann leider nicht `SCClass` Unterklasse von `CClass` sein und `equals` überschreiben.

© 2010 bei Prof. Dr. Uwe Kastens

# Generik in C++

Generische Programmschemata heißen in C++ **Templates**.

**Templates für Klassen**, deren separat definierte **Methoden**, für eigenständige **Funktionen**.

**Generische Parameter** können sein:
Klassen, Typen, Templates, Funktionen, Variable, Zahlkonstante
auch Default-Werte für formale generische Parameter

Generische Parameter **nur ohne Restriktionen**:

```
template<class Elem>
class Stack
{  ...
   void push (Elem e);
   ...
}
```

```
template<class Elem>
Stack::push (Elem e)
   {...}
```

**Funktion** als generischer Parameter:
Klasse:

```
template<class T, void(*err_fct)()>
class List {...}
```

Funktion:

```
template<class T>
void sort(Array<T>& a) {...}
```

**Instanziierungen**:

```
Stack<int> s1;

List<Book, error_handl> lb;

Array<Book> ab;
sort(ab);
```

© 2014 bei Prof. Dr. Uwe Kastens

# Generik in Eiffel

Eiffel hat ein **einheitliches Typkonzept**: Alle Typen sind durch Klassen definiert.

**Generik**: Klassendeklarationen können **Typen als generische Parameter** haben.
Instanziierung einer generischen Klasse liefert einen Typ.

Generischer Parameter **ohne Restriktionen**,
z. B. für Behälterklassen:

```
   class Stack [ELEM] feature
      ...
      push (e: ELEM) is ...
      ...
   end -- class Stack
```

Instanziierung als Typangabe:

```
si:   Stack[INTEGER];
d:    Dictionary[Book, STRING];
```

Generische Parameter **mit Restriktionen**:

```
class Dictionary [G, KEY->Hashable]
  feature ...
end;
```

Der generische Parameter KEY ist auf Unterklassen von Hashable eingeschränkt.
In der Klasse Dictionary können Hashable-Methoden für KEY-Objekte benutzt werden.

© 2014 bei Prof. Dr. Uwe Kastens

# Generik in Ada 95

Ada 95 hat ein **umfangreiches Typkonzept**;
Ableitung von Typen ist mit Vererbung zwischen Klassen vergleichbar;
weitere OO-Konzepte begründen den Anspruch OO-Sprache zu sein.

**Generisch deklarierbar**: **Funktionen, Prozeduren und Package**s (Module).

**Generische Parameter** können sein
**Typen**, auch mit vielfältigen Restriktionen, z. B. Obertyp oder Array-Typ,
Funktionen, Variable, Konstante

**Beispiel**:

```
generic Type T is private
procedure Swap (X, Y: in out T);

procedure Swap (X, Y: in out T) is
   tmp: constant T := X;
begin ... end;
```

**Instanziierungen**:

```
procedure Swap_Int is new Swap (Integer);

procedure Swap_Vect is new Swap (Vect);
```

© 2014 bei Prof. Dr. Uwe Kastens

# 2. Einsatz von Vererbung, Übersicht

Vererbung ist ein **Konzept und Mechanismus** in objektorientierten Programmiersprachen (Abschnitt 2.1)

Sie wird eingesetzt für unterschiedliche **Zwecke des konzeptionellen Entwurfs** und
für unterschiedliche **Zwecke der Programmentwicklung**.

Welchem Zweck eine Vererbungsrelation dient, ist **schwierig am Programmtext zu erkennen**.

**Einsatzzweck Entwurfskonzepte:**

2.2 Abstraktion

2.3 Spezialisierung

2.4 Rollen, Eigenschaften

2.5 Spezifikation

**Einsatzzweck Programmentwicklung:**

2.6 Inkrementelle Weiterentwicklung

2.7 Komposition statt Vererbung

2.8 Weitere Techniken

siehe auch [Antero Taivalsaari: On the Notion of Inheritance, ACM Computing Surveys, Vol. 28, No. 3, September 1996]

© 2005 bei Prof. Dr. Uwe Kastens

# 2.1 Mechanismen und Konzepte
# Mechanismen der Sprache

- **Unterklasse** S zur Oberklasse A bilden: **subclassing**
- transitive Vererbungsrelation bildet **Klassenhierarchie**
- Unterklasse kann **Methoden und Datenattribute** ihrer Oberklassen **erben**
- Unterklasse kann **zusätzliche Methoden und Datenattribute definieren**
- Unterklasse kann **Methoden** ihrer Oberklassen **überschreiben**

- **Schnittstelle für Methoden spezifizieren**: abstrakte Methode
- **Methodenschnittstelle** durch konkrete Methode **implementieren**

- **Schnittstelle für Klassen spezifizieren**: Interface
- **Klasse implementiert** die für sie spezifizierten **Schnittstellen**

- **polymorphe Variable** haben statischen Typ T und
  können Objektreferenzen anderer Typen S aufnehmen.
  S ist Unterklasse von T oder S implementiert die Schnittstelle T

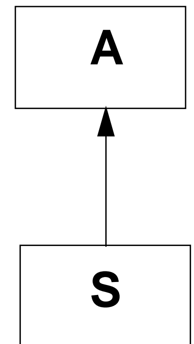
© 2005 bei Prof. Dr. Uwe Kastens

# Konzeptionelle Begriffe

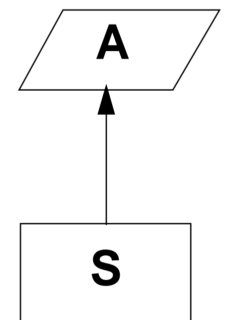
**Vererbung** bewirkt gleichzeitig **Erweiterung** der Funktionalität und
**Einschränkung** der Verwendbarkeit

```
class PinBallGame extends Frame { ... }
```

**Überschreiben** einer Methode mit einer anderen kann dieFunktionalität **verändern**.
Erschwert es, die konzeptionelle Bedeutung der Methode zu verstehen.
Missbrauch ist möglich.




**Ersetzbarkeit (substitutability)**:
Objekte einer Klasse `S` sind in Kontexten verwendbar,
wo Objekte der Klasse `A` benötigt werden.
Abweichungen vom Verhalten, das für `A` definiert ist, sind nicht beobachtbar.




**Untertypen (subtyping)**:
wie Ersetzbarkeit, aber ausgedrückt durch Typen:
Eine Variable vom Typ `A` kann `S`-Werte aufnehmen.
Verhaltensabweichungen sind nicht beobachtbar.

Untertypeigenschaft ist **technisch immer erfüllt** für
Unterklasse `S` zur Oberklasse `A`, Klasse `S` zum Interface `A`

Untertypeigenschaft ist **konzeptionell** in diesen Fällen **nicht immer erfüllt**,
z. B. wenn die Definition von `S` eine Methode aus `A` durch Überschreiben „eliminiert“.

© 2005 bei Prof. Dr. Uwe Kastens

# Kriterien zur Anwendung von Vererbung

Nach [Coad, North, Mayfield], rigorose Kriterien **gegen freizügige Vererbung:**

1. **is-a Beziehung** muss gelten: Unterklasse S ist eine besondere Art der Oberklasse A
   führt zum **Paradigma Abstraktion** (siehe 2.2)
   Beispiel: Kaufvertrag, Mietvertrag, Darlehensvertrag sind **Arten von** Verträgen

2. Objekte **gehören der Unterklasse für immer an**, sie wechseln nicht in eine andere Klasse
   Gegenbeispiel: Kaulquappe wird erwachsener Frosch; führt zu Rollen (2.4) statt Unterklassen

3. **Unterklasse erweitert** die Fähigkeiten der Oberklasse, sie **entfernt keine** und **ändert keine**
   Gegenbeispiel: Stack durch Vektor implementiert; besser: Implementierung mit Komposition

4. Die Relation „A spielt eine **Rolle** S“ **nicht** durch Unterklasse S modellieren
   sondern durch Rollen (siehe 2.4)
   Beispiel: Person spielt Rolle Student, oder Rolle Assistent - oder beide!

5. **Nicht** Unterklasse S aus A bilden, nur weil die **Funktionalität von A gut nutzbar** ist
   Beispiel: Stack durch Vektor implementiert

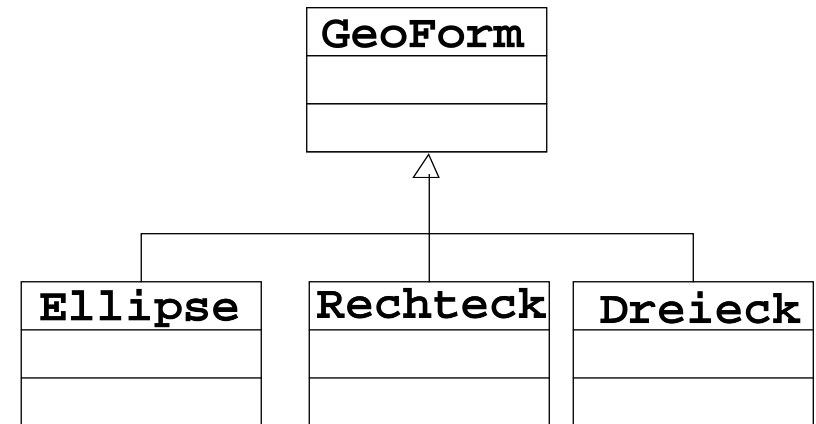
6. **has-a Beziehung nicht** durch Unterklasse implementieren sondern durch **Komposition**
   Beispiel: Auto hat ein Antriebsaggregat

7. **Komposition** bewahrt die **Kapselung** der Klasse, **Vererbung öffnet** sie zur Unterklasse hin

© 2005 bei Prof. Dr. Uwe Kastens

# 2.2 Abstraktion

Unterklassen modellieren
**verschiedene Arten eines abstrakten Konzeptes**
(„ist spezielle Art von“, „is-a“)




**Beispiele**:
verschiedene Arten von geometrischen Formen,
verschiedene Arten von Dokumenten,
Strukturbäume in Übersetzern,
Design Pattern `Composite`

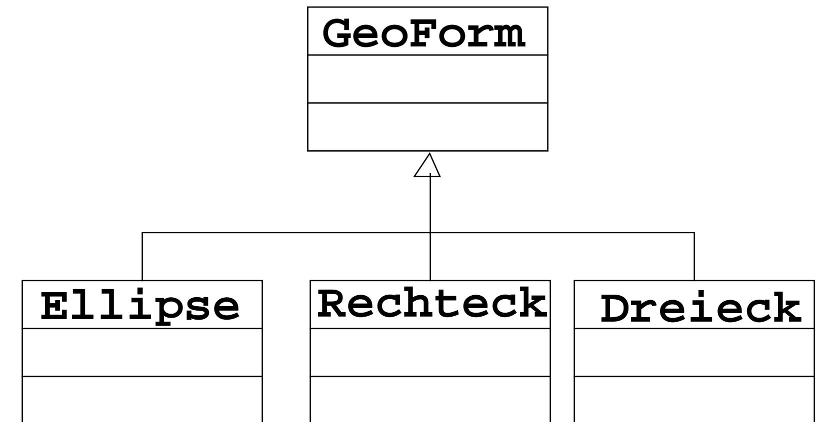
---

Einteilung in **disjunkte Objektmengen der Unterklassen**,
kein Objekt ist zugleich in mehreren der Unterklassen
führt zu **Hierarchiebaum.**
Man muss jede Ebene vollständig kennen!
vergleiche: Klassifikation in der biologischen Systematik
**Gegenbeispiele**:
Fahrzeuge <- Landfahrzeuge, Wasserfahrzeuge <- Amphibienfahrzeuge
Schnabeltier: eierlegendes Säugetier
**signalisieren Entwurfsfehler**:
nicht durch Mehrfachvererbung lösen, sondern durch Rollen

alle **inneren Klassen der Hierarchie sind konzeptionell abstrakt**,
Objekte nur zu den Blattklassen

© 2013 bei Prof. Dr. Uwe Kastens

# Entwurf mit dem Paradigma Abstraktion




1. **Operationen, die allen Arten gemeinsam sind**, als Methoden mit ihren Datenattributen in der Oberklasse zusammenfassen, z. B. Operationen auf Koordinaten der Formen
2. **Operationen, die konzeptionell Gleiches leisten**, aber unterschiedliche Ausprägungen haben, als **Methoden-Schnittstellen** (abstrakte Methoden) in die Oberklasse, z. B. Flächenberechnung
3. Bei strenger Anwendung des Paradigmas **kommt Überschreiben nicht vor**, wohl aber **Implementierung abstrakter Methoden;** Ausnahmen z. B. Überschreiben zur Spezialisierung von „Service-Methoden“
4. Beim Entwurf muss **eine Hierarchieebene hinreichend vollständig** bekannt sein; sonst müssen die Abstraktionsentscheidungen beim Zufügen neuer Klassen revidiert werden.
   Beispiel: wenn zu den Formen noch Linien hinzukommen, ist Flächenberechnung fragwürdig
5. Entwurf meist **bottom-up, um die Funktionalität zu explorieren**

**Achtung**: Spezialisierung in **eine** Unterklasse ist ein anderes Paradigma (siehe 2.4)

© 2009 bei Prof. Dr. Uwe Kastens

# Strukturbäume zu Grammatiken

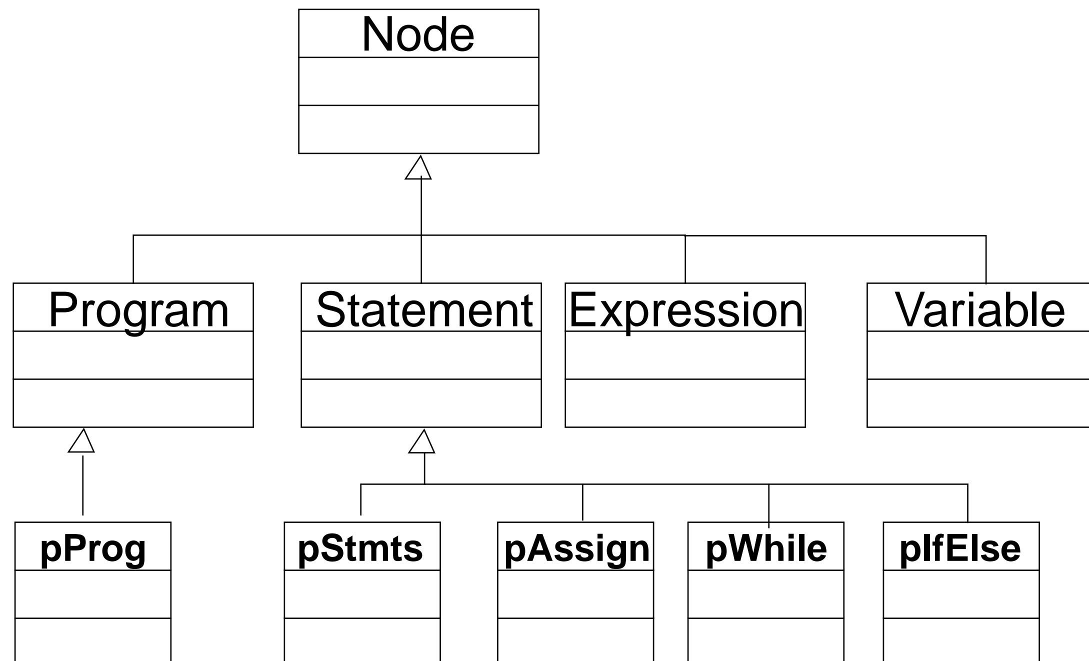
Kontext-freie Grammatik definiert Baumstrukturen (abstrakte Syntax)
Beispiel:

| | | |
|---|---|---|
| pProg: | Program | ::= Statement |
| pStmts: | Statement | ::= Statement Statement |
| pAssign: | Statement | ::= Variable Expression |
| pWhile: | Statement | ::= Expression Statement |
| pIfElse: | Statement | ::= Expression Statement Statement |

**2-mal Paradigma Abstraktion:**

1. alle Nichtterminalklassen abstrahiert zu Node
2. die alternativen Produktionen eines Nichtterminals N abstrahiert zu N

**3-stufige Klassenhierarchie**:




**allgemeine Knotenklasse**
abstrakte Methode zum Baumdurchlauf

**Nichtterminalklassen**
Methoden zum Setzen/Lesen spezieller Attribute, z. B. Typ von Expression

**Produktionenklassen**
Unterbäume,
Methoden zum Durchlauf,
Attributberechnung

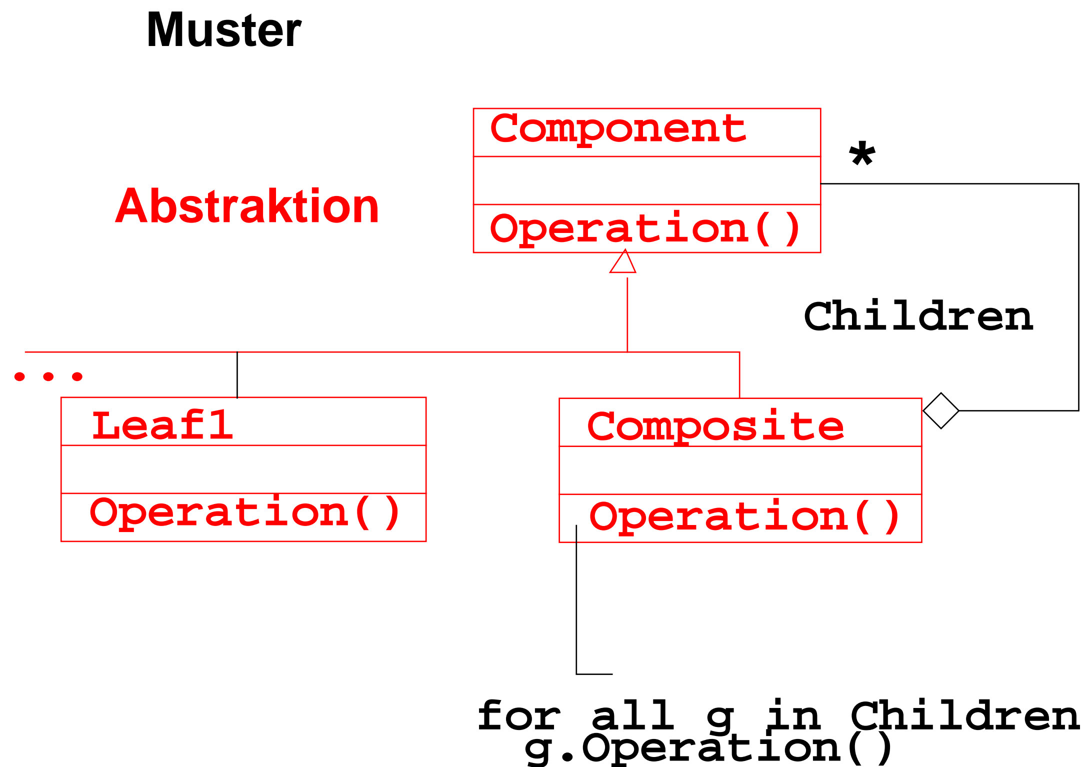
© 2005 bei Prof. Dr. Uwe Kastens

# Design Pattern `Composite`

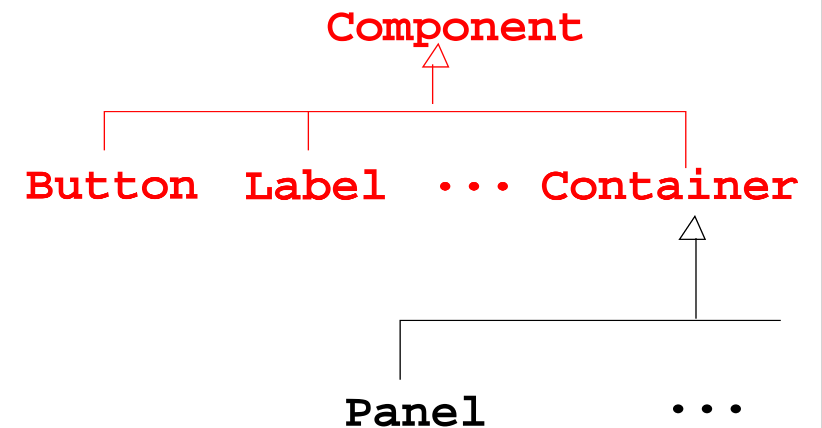
**Komposition zusammengesetzter Strukturen**
**aus einfachen Komponenten unterschiedlicher Art**, auch rekursiv.

Abstraktion der Blattklassen und `Composite`-Klasse zur Klasse `Component`

**Muster**

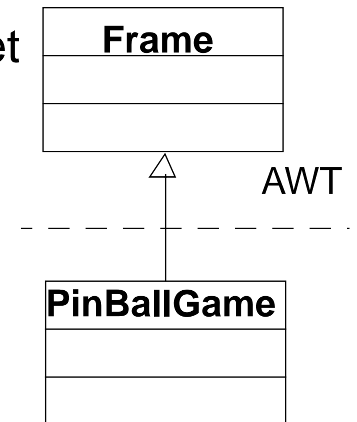



**z. B. Java AWT**




© 2013 bei Prof. Dr. Uwe Kastens

# 2.3 Spezialisierung




Zu einer gegebenen Oberklasse wird **eine spezialisierte Unterklasse** gebildet

1. **Echte Erweiterung** der Oberklasse im Sinne der **Ersetzbarkeit**;
   die Unterklasse fügt spezifische Operationen hinzu.
   Die **is-a-Relation gilt**.
2. Die Oberklasse realisiert ein **komplexes Konzept**.
3. Es kommt in **anwendungsspezifischen Ausprägungen** vor.
4. Die Oberklasse liefert umfangreiche Funktionalität

**Wiederverwendbarkeit** ist sorgfältig **geplant**, sehr **aufwändig**, sehr **wirksam**

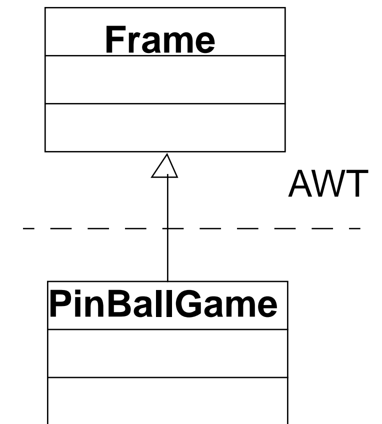
5. Balance zwischen **mächtiger Funktionalität und vielfältiger Verwendbarkeit**,
6. vorbereitete **Erweiterungsstellen**: Unterklasse impl. Methoden, Oberklasse ruft sie auf
   Techniken z.B. abstr. Methoden, Reaktion auf Ereignis, Verfahren an Sichnittstelle einsetzen
7. Die Oberklasse ist häufig zusammen mit **verwandten Konzepten** Teil eines **objektorientierten Programmgerüstes (Framework)**, z. B. Java‘s AWT

**Abgrenzung**:

- zu *Abstraktion*: dort bottom-up, hier top-down; dort ganze Hierarchieebene, hier einzeln
- zu *inkrementeller Weiterentwicklung*: dort nicht Ersetzbarkeit, nicht is-a, Erweiterung ad hoc

© 2014 bei Prof. Dr. Uwe Kastens

# `Frame` Beispiel für Spezialisierung




Oberklasse **`Frame`** aus Java's AWT-Framework für Benutzungsoberflächen

**Konzept**:

1. Bildschirmfenster mit Bedienungsrahmen,
2. Fläche zum Aufnehmen und Anordnen von Bedienungselementen und
3. zum Zeichnen.

Umfangreiche **Funktionalität**:

4. Zeichnen von Fenster mit Inhalt,
5. Verändern des Fensters und des Rahmens,
6. Anordnen von Bedienungskomponenten

**Erweiterungsstellen**:

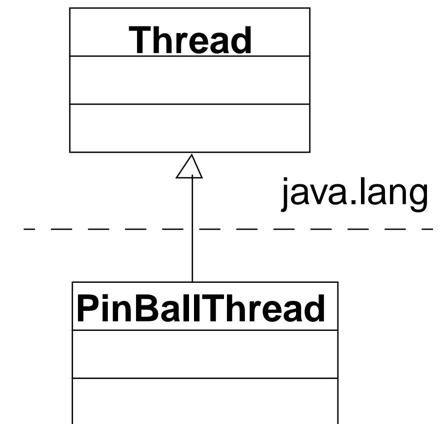
7. leere Methode **`paint`** zum Zeichnen,
   wird in Unterklasse überschrieben und aus dem Framework aufgerufen,
8. Einstellen der Strategie zur Anordnung der Bedienelemente (**`LayoutManager`**)
9. Ereignisbehandlung ist vorbereitet, ausfüllen mit **`EventListener`**

**`Frame`** in der AWT-Framework **zusammen mit anderen `Container`-Klassen**
(**`Panel, ScrollPane`**, ...)

© 2009 bei Prof. Dr. Uwe Kastens

# `Thread` als Beispiel für Spezialisierung

Oberklasse **`Thread`** im Paket **`java.lang`**




**Konzept**: parallel ausführbarer, leichtgewichtiger **Prozess**

umfangreiche **Funktionalität**:

- Prozesse starten, anhalten, synchronisieren,
- Prozessverwaltung mit Scheduler und Prozessumschaltung

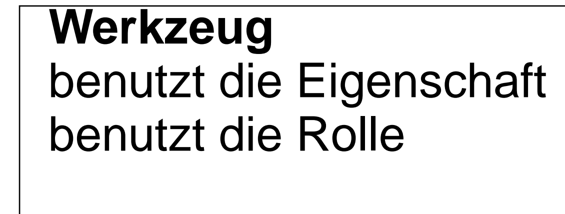
**Erweiterungsstelle**:

leere Methode **`run`** für den Prozess-Code,
wird von der Unterklasse überschrieben und vom System aufgerufen.

© 2005 bei Prof. Dr. Uwe Kastens

# 2.4 Rollen, Eigenschaften
## 2.4.1 Werkzeug-Material-Paradigma (statisch)

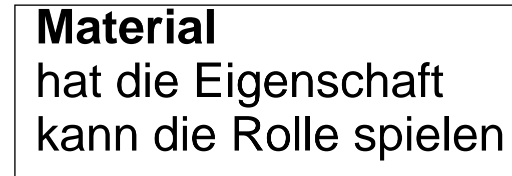
**Rolle**:
**Fähigkeit in bestimmter Weise zu (re)agieren.**
Verkäufer: anbieten, liefern, kassieren




**Eigenschaft**:
**Fähigkeit in bestimmter Weise zu (re)agieren.**
Steuerbar: starten, anhalten, wenden

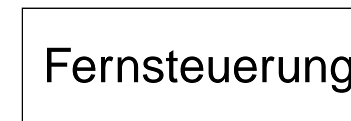
Rollen und Eigenschaften als **Schnittstellen**:

...



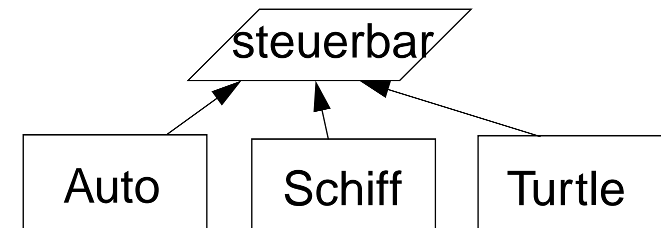

**Spezifikation** von Rollen oder Eigenschaften **entkoppelt die Entwicklung** von Werkzeugen und Material:
Zusammenfassen charakteristischer Fähigkeiten oder Operationen

**Beispiel:**




Werkzeug sieht Objekte nur in Ihrer Rolle

Rollen entkoppeln Software-Module:
Neue Werkzeuge, neues Material können bei der Entwicklung zugefügt werden




© 2009 bei Prof. Dr. Uwe Kastens

# Rollen, Eigenschaften spezifiziert durch Interfaces

Die **Fähigkeiten** einer Rolle, einer Eigenschaft werden als **Methodenspezifikationen** in einem **Interface zusammengefasst**:

```
interface Movable
{ boolean start (); void stop (); boolean turn (int degrees); }
```

**Material-Klassen** haben Eigenschaften, können Rollen spielen;
sie implementieren das Interface und ggf. weitere Interfaces:

```
class Turtle implements Movable
{ public boolean start () {...}
  // Implementierung von stop und turn sowie weiterer Methoden ...
}
class Car implements Movable, Motorized
{ // Implementierung der Methoden aus Movable und Motorized, sowie weiterer ...
}
```

In **Werkzeug-Klassen** werden Interfaces als **Typabstraktion** verwendet und
werden die spezifizierten Fähigkeiten benutzt, z. B. innerhalb der Klasse zur Fernsteuerung:

```
Movable vehicle;... vehicle = new Car();... vehicle.turn(20);...

void drive (Movable vehicle, Coordinate from, Coordinate to)
{ vehicle.start (); ... vehicle.turn (45); ... vehicle.stop (); }
```

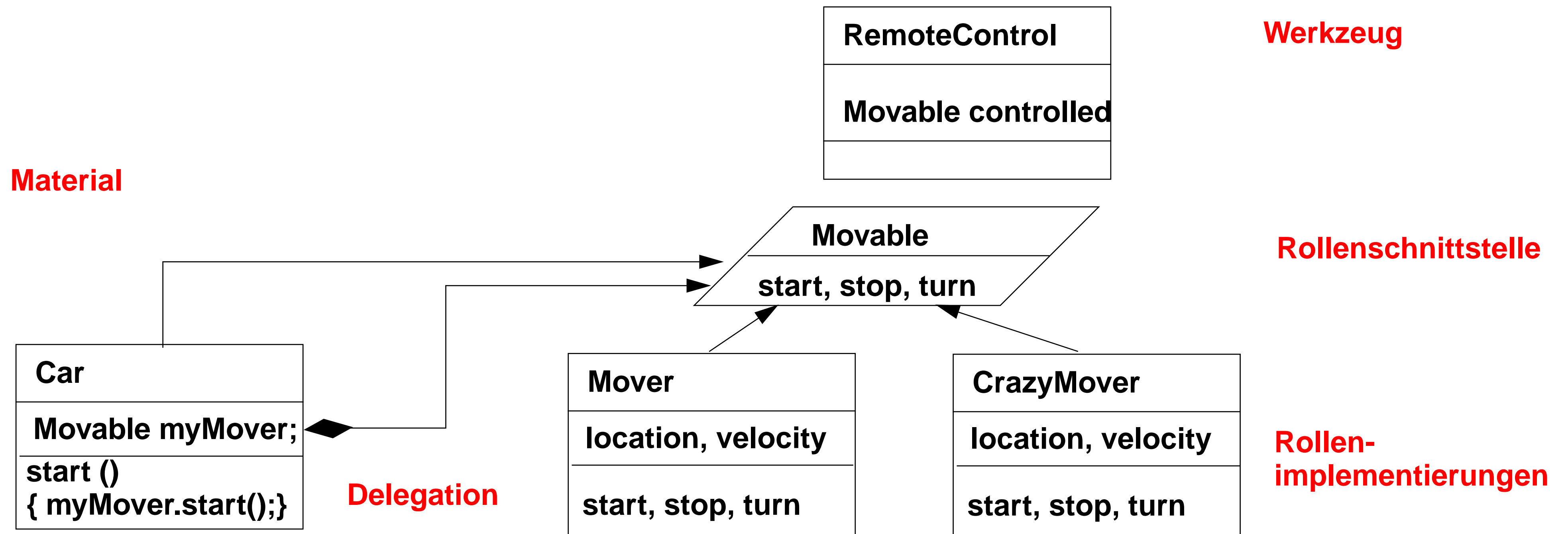
© 2005 bei Prof. Dr. Uwe Kastens

# 2.4.2 Delegation an implementierte Rolle (dynamisch)

Manche **Rolle** kann man **implementieren** - unabhängig von den Klassen, die die Rolle spielen.

**Delegation vermeidet die wiederholte Implementierung der Rollenschnittstelle** in jeder der *Material-Klassen*.

**Rollenschnittstelle** wird weiterhin für die Werkzeuge benötigt.




**Dynamisch wechselnde Rollen** sind so realisierbar, z. B.

Nach Zusammenstoß wird das Mover-Objekt durch ein CrazyMover-Objekt ersetzt.

In der Frog-Klasse wird das Kaulquappen-Verhalten durch ein Frosch-Verhalten ersetzt.

© 2014 bei Prof. Dr. Uwe Kastens

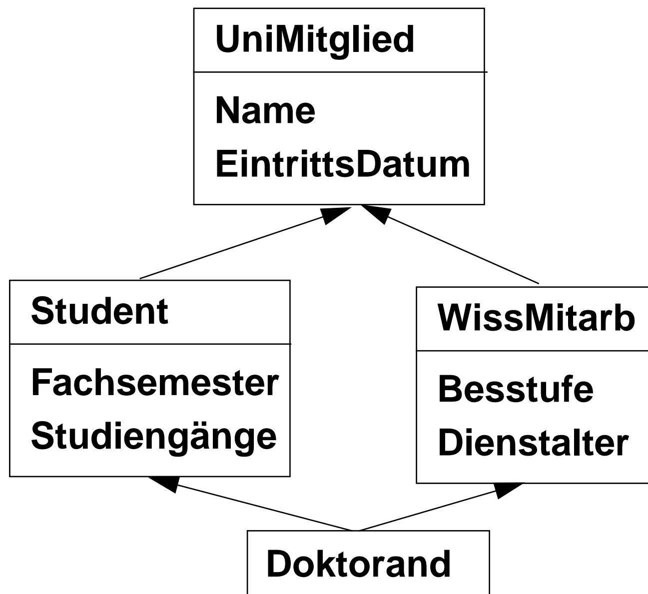
# Rollen statt Abstraktion

Häufiger **Entwurfsfehler**: **„hat-Rollen“ als nicht-disjunkte Abstraktion** modelliert

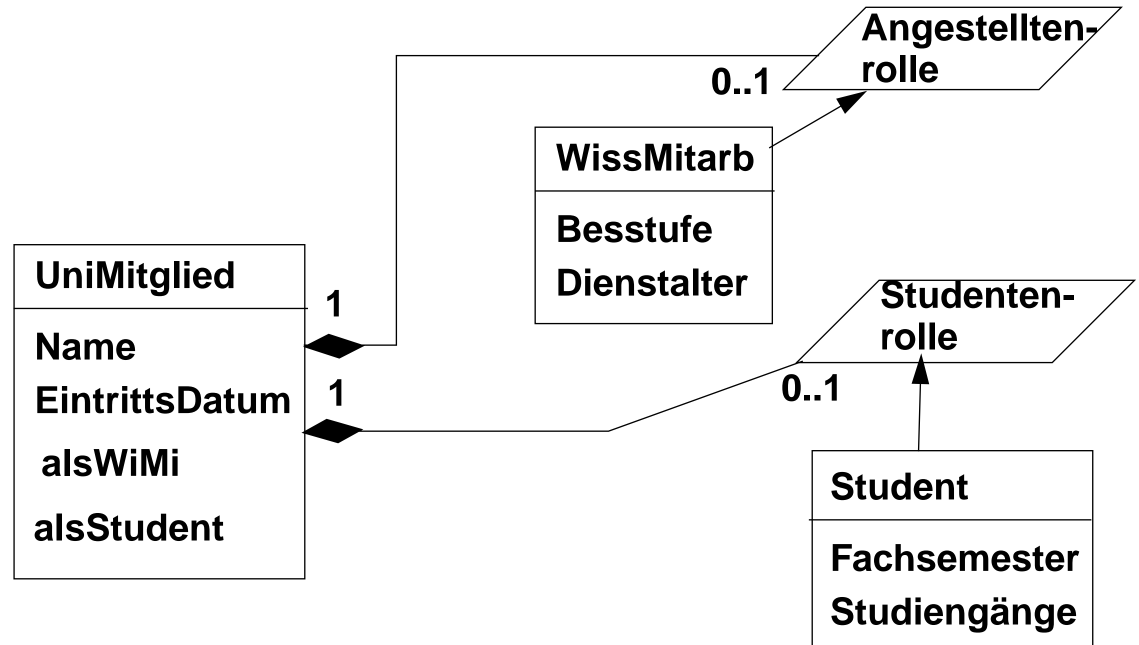
Symptome: „is-a“ gilt nicht; mehrere Rollen können zugleich oder nacheinander gespielt werden

Einsatz von Mehrfachvererbung verschlimmert das Problem

**schlecht:**
**nicht-disjunkte Abstraktion**




**gut:**
**Komposition mit implementierten Rollen**



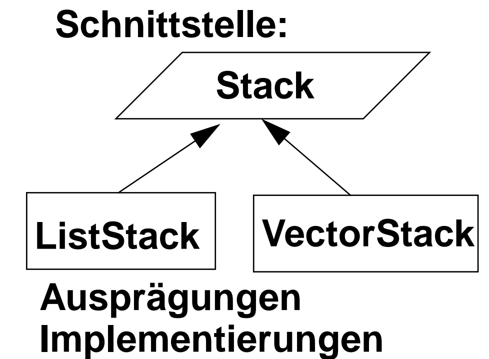

**schlecht „Abstraktion** für hat-Rollen“:

bei mehreren „Rollen-Klassen“ wird eine große Anzahl von „Kombinationsklassen“ benötigt,
mehrere Rollen sind nicht zugleich möglich,
dynamisch zugeordnete Rollen sind nicht möglich.

© 2010 bei Prof. Dr. Uwe Kastens

# 2.5 Spezifikation

Ein **abstraktes Konzept wird durch eine Schnittstelle spezifiziert**;
z. B. das Konzept Keller




```
public interface Stack
{  void push (Object x);   void pop();
   Object top ();          boolean isEmpty();
}
```

**Konkrete Ausprägungen** oder **Implementierungen** des Konzeptes durch Klassen,
die die Schnittstelle implementieren.

Ziel: **Entkopplung** der Entwicklung von Anwendungen und Realisierungen

Gleiches Prinzip:
abstrakte Klasse statt Interface, mit Methodenschnittstellen und implementierten Methoden

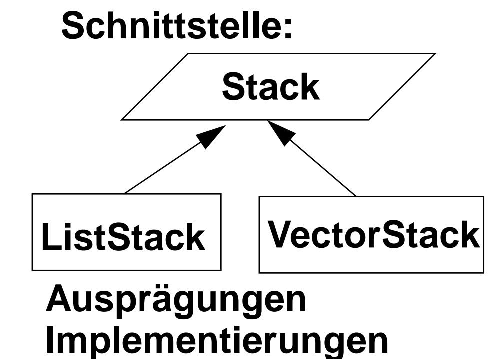
Vergleich zu **Spezialisierung**:
Spezifikation betont die Schnittstelle (keine oder wenige implementierte Methoden),
Spezialisierung betont das Wiederverwenden der Implementierung in der Oberklasse

Abgrenzung gegen **Abstraktion**:
Spezifikation: top-down, Ausprägungen werden **einzeln** entwickelt

Abgrenzung gegen **Rollen**:
Spezifikation: eine konkrete Ausprägung gehört zu nur **einem** abstrakten Konzept
Rollen: eine Materialklasse kann **mehrere** Rollen spielen

© 2005 bei Prof. Dr. Uwe Kastens

# Beispiele für Spezifikation




1. **Spezifikation einer Datenstruktur** (z. B. Stack), um ihre Implementierungen zu entkoppeln

2. **Ereignisbehandlung** in der AWT-Bibliothek für Benutzungsoberflächen:

```
interface ActionListener
{ void ActionPerformed (ActionEvent e); }
```

   Bei komplexeren Schnittstellen (z. B. `MouseListener`) auch **abstrakte Klasse** (`MouseAdapter`) mit Default-Implementierungen der Methoden.

3. **Abstraktes Konzept „arithmetische Typen“** mit arithmetischen Operationen +, -, *, /, zero, one, ..:

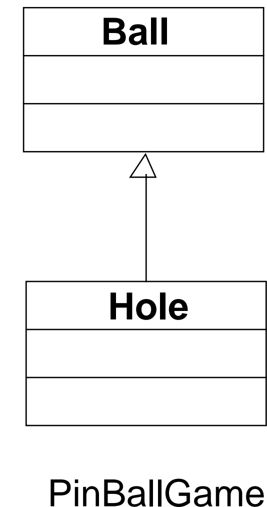
   Einige konkrete Ausprägungen:
   `Integer, Long, Float, Double, Polynom, Matrix, ...`

   `Number` in der Bibliothek java.lang könnte so definiert sein.

   **Grenzfall zum Paradigma „Abstraktion“**

© 2005 bei Prof. Dr. Uwe Kastens

# 2.6 Inkrementelle Weiterentwicklung




Die **Funktionalität** einer Oberklasse wird **genutzt**, um sie zu einer neuen Unterklasse **weiterzuentwickeln**.

Mit **geringem Entwicklungsaufwand** wird etwas Neues geschaffen.

Die **Anforderungen der Spezialisierung** (2.3) brauchen **nicht alle erfüllt** zu werden:

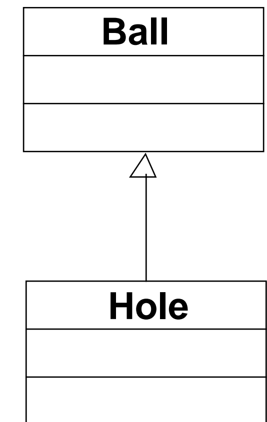
1. Das **Konzept** der Oberklasse (sie ist meist konkret) braucht für die Unterklasse nicht mehr zu gelten.
2. Die i**s-a-Relation** braucht nicht zu gelten.
3. Konzeptionell braucht „**subtyping**“ nicht erfüllt zu sein.
4. Die Unterklasse braucht sich **nicht auf Erweiterungen zu beschränken**; durch Überschreiben können **Methoden konzeptionell verändert oder gelöscht** werden.
5. Diese **Wiederverwendung** der Oberklasse ist **so nicht geplant** worden.

Meist zeigt die inkrementelle Weiterentwicklung **Probleme wegen unpassender**
Konzepte, Methoden, Methodennamen, Methodensignaturen, Implementierungen, ...

Meist ist die bessere Lösung **Komposition statt Vererbung**:
Ein Objekt der neuen Klasse nutzt ein Objekt der gegebenen Klasse zur Implementierung seiner Funktionalität.

© 2005 bei Prof. Dr. Uwe Kastens

# Beispiel für inkrementelle Weiterentwicklung




Die Klasse **`Ball`** in den Fallstudien des Buches von Budd realisiert das **Konzept von Bällen, die sich in der Ebene bewegen**.
Sie hat Methoden, die Eigenschaften (Ort, Farbe, Geschwindigkeitsvektor) lesen und schreiben und den Ball zeichnen.

Im **`PinBallGame`** werden **Löcher als Hindernisse** benötigt.
Man kann sie einfach aus der Klasse **`Ball`** **durch Vererbung entwickeln**:

```
class Hole extends Ball implements PinBallTarget
{   public Hole (int x, int y)
    {   super (x, y, 12); setColor (Color.Black); }

    public boolean intersects (Ball aBall)
    {   return location.intersects (aBall.location); }

    public void hitBy (Ball aBall)
    {   aBall.moveTo (0, PinBallGame.FrameHeight+30);
        aBall.setMotion (0, 0);
    }
}
```

Die Implementierung ist **beeindruckend kurz und einfach**.
Sie erbt **`move`**, **`paint`**, Zugriffsmethoden, ...

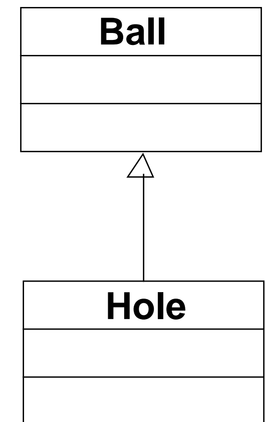
Das **Konzept** „Loch“ unterscheidet sich vom Konzept „beweglicher Ball“;
**is-a** gilt nicht, **subtyping** gilt nicht konzeptionell.

Es wird **nur erweitert**; die **unnötige „Beweglichkeit** von Löchern“ wird in Kauf genommen.

© 2009 bei Prof. Dr. Uwe Kastens

# T. Budd: *Inheritance for Construction*

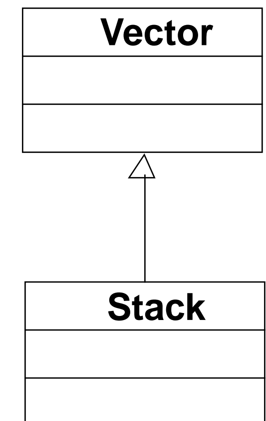
T. Budd: Understanding Object-Oriented Programming with Java;updated ed; Addison Wesley,2000
pp. 129, 130, 164ff




„A class can often **inherit almost all of its desired functionality** from a parent class, perhaps changing only the names of the methods used to interface to the class, or modifying the arguments. This may be true even if **the new class and the parent class fail to share any relationship as abstract concepts**.

An example of subclassification for construction ocurred in the pinball game application described in Chapter 7. In that program, the class `Hole` was declared as a subclass of `Ball`. There is **no logical relationship between the concepts of a `Ball` and a `Hole`**, but from a practical point of view much of the behavior needed for the `Hole` abstraction matches the the behavior of the class `Ball`. Thus using inheritance in this situation **reduces the amount of work** necessary to develop the class `Hole`."

Similar explanations are given on p.130 for class `Stack` derived from `Vector`.




In Sect. 10.2, 10.3 (pp. 164) Budd discusses composition versus inheritance:

„But **composition** makes no explicit or implicit claims about substitutability. When formed in this fashion, the data types `Stack` and `Vector` are entirely distinct and neither can be substituted in situations where the other is required."

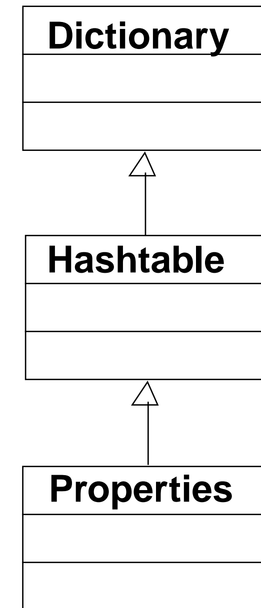
© 2014 bei Prof. Dr. Uwe Kastens

# Schlechte inkrementelle Weiterentwicklung

**`java.util.Dictionary`** spezifiziert das **abstrakte Konzept** einer als **Abbildung** organisierten **Menge von Paaren** (Key, Element).
Key und Element sind **beliebige Objekte**. Signatur zweier Methoden:

```
Object put (Object key, Object elem);
Object get (Object key);
```

**`Hashtable`** implementiert das abstrakte Konzept **`Dictionary`**.




**`Properties`** ist eine **inkrementelle Weiterentwicklung** aus **`Hashtable`**; realisiert dasselbe Konzept wie **`Dictionary`**,
**aber** - Key und Element sind beide **`String`-Objekte**,
- hat **zusätzliches Konzept**: vielstufige Suche in Default-**`Properties`**

**Probleme:**

1. Mit **`Hashtable-put`** können auch nicht **`String`**-Paare eingefügt werden; in Java 1.2 wird eine **`Properties`**-Methode **`setProperty`** für **`String`**-Paare nachgeliefert.
2. Ergebnisse von **`Hashtable-get`** sind nicht notwendig Strings; deshalb gibt es eine **`Properties`**-Methode **`getProperty`** für **`String`**-Paare, seit Java 1.2 zeigt sie auch nicht-**`String`**-Paare nicht an.
3. **`getProperty`** sucht ggf. auch in der Default-Menge, **`get`** tut das nicht.
4. **Geerbte Methoden passen nicht**. **Chaos!!**
   Bei **Komposition statt Vererbung** könnte man sie anpassen!

© 2005 bei Prof. Dr. Uwe Kastens

# Eigene und geerbte Methoden von Properties

## Method Summary

| | |
|---|---|
| String | **getProperty**(String key)<br>Searches for the property with the specified key in this property list. |
| String | **getProperty**(String key, String defaultValue)<br>Searches for the property with the specified key in this property list. |
| void | **list**(PrintStream out)<br>Prints this property list out to the specified output stream. |
| void | **list**(PrintWriter out)<br>Prints this property list out to the specified output stream. |
| void | **load**(InputStream inStream)<br>Reads a property list (key and element pairs) from the input stream. |
| Enumeration | **propertyNames**()<br>Returns an enumeration of all the keys in this property list, including the keys in the default property list. |
| void | **save**(OutputStream out, String header)<br>**Deprecated.** *This method does not throw an IOException if an I/O error occurs while saving the property list. As of JDK 1.2, the preferred way to save a properties list is via the* `store(OutputStream out, String header)` *method.* |
| Object | **setProperty**(String key, String value)<br>Calls the hashtable method `put`. |
| void | **store**(OutputStream out, String header)<br>Writes this property list (key and element pairs) in this `Properties` table to the output stream in a format suitable for loading into a `Properties` table using the `load` method. |

| **Methods inherited from class java.util.Hashtable** |
|---|
| clear, clone, contains, containsKey, containsValue, elements, entrySet, equals, get, hashCode, isEmpty, keys, keySet, put, putAll, rehash, remove, size, toString, values |

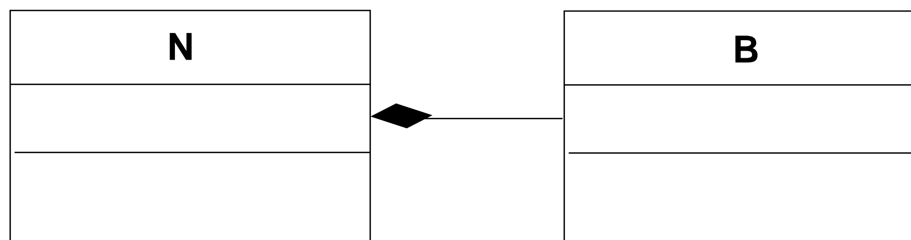
aus Version 1.2 of Java Platform API Specification, Copyright 1993-1998 Sun Microsystems

© 2005 bei Prof. Dr. Uwe Kastens

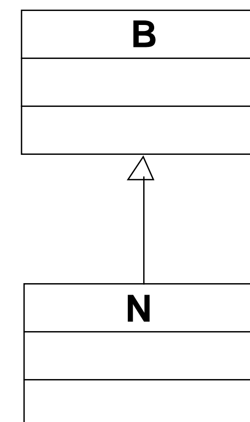
# 2.7 Komposition statt Vererbung

Gründe für die Bildung einer **neuen Klasse N** aus einer **bestehenden Klasse B** durch **Komposition** statt durch Vererbung:

1. Objekt der Klasse N **enthält** Objekt(e) der Klasse B;
   has-a-Relation statt is-a-Relation
2. N-Objekte **spielen B-Rollen**.
3. N realisiert ein **anderes Konzept** als B (kein subtyping).
4. Einige **Methoden aus B passen schlecht** für N („entfernen“, kein subtyping)
5. Die **Implementierung** von N durch B soll **nicht öffentlich** gemacht werden.
6. **Delegation** von Methoden der Klasse N an B-Objekte **entkoppelt** die Implementierungen.




**Komposition**




**Vererbung**

© 2010 bei Prof. Dr. Uwe Kastens

# Vergleich: Stack als Unterklasse von Vector

Beide Klassen sind im Package **`java.util`** deklariert:

```
class Vector
{  public boolean isEmpty () { ... }
   public int size () { ... }
   public void addElement (Object value) { ... }
   public Object lastElement () { ... }
   public Object removeElementAt (int index) { ... }
   ... viele weitere Methoden (-> OOP-2.23a)
}

class Stack extends Vector
{  public Object push (Object item)
   {addElement(item); return item;}

   public Object peek ()
   { return elementAt (size() - 1); }

   public Object pop ()
   {  Object obj = peek ();
      removeElementAt (size () - 1);
      return obj;
   }
}
```

© 2005 bei Prof. Dr. Uwe Kastens

# Stack erbt viele Methoden von Vector

| Fields inherited from class java.util.Vector |
|---|
| `capacityIncrement, elementCount, elementData` |

| Fields inherited from class java.util.AbstractList |
|---|
| `modCount` |

**protected**

## Method Summary

| | |
|---|---|
| `boolean` | **`empty`**`()`<br>Tests if this stack is empty. |
| `Object` | **`peek`**`()`<br>Looks at the object at the top of this stack without removing it from the stack. |
| `Object` | **`pop`**`()`<br>Removes the object at the top of this stack and returns that object as the value of this function. |
| `Object` | **`push`**`(Object item)`<br>Pushes an item onto the top of this stack. |
| `int` | **`search`**`(Object o)`<br>Returns the 1-based position where an object is on this stack. |

| Methods inherited from class java.util.Vector |
|---|
| `add, add, addAll, addAll, addElement, capacity, clear, clone, contains, containsAll, copyInto, elementAt, elements, ensureCapacity, equals, firstElement, get, hashCode, indexOf, indexOf, insertElementAt, isEmpty, lastElement, lastIndexOf, lastIndexOf, remove, remove, removeAll, removeAllElements, removeElement, removeElementAt, removeRange, retainAll, set, setElementAt, setSize, size, subList, toArray, toArray, toString, trimToSize` |

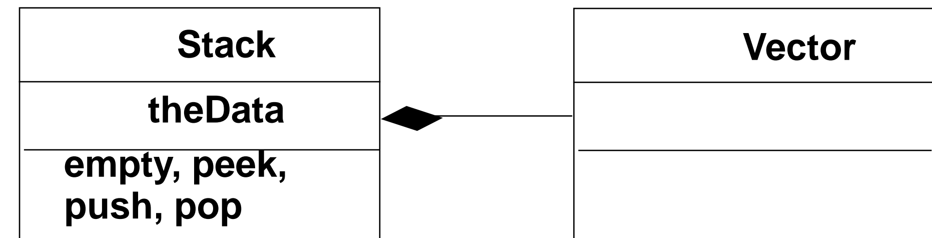
**public!!**

aus Version 1.2 of Java Platform API Specification, Copyright 1993-1998 Sun Microsystems

© 2005 bei Prof. Dr. Uwe Kastens

# Vergleich: Stack implementiert mit Vektor-Objekt

```
class Stack
{  private Vector theData;

   public Stack ()
   { theData = new Vector (); }

   public boolean empty ()
   { theData.isEmpty (); }

   public Object push (Object item)
   {theData.addElement(item); return item;}

   public Object peek ()
   { return theData.lastElement (); }

   public Object pop ()
   {  Object result = theData.lastElement ();
      theData.removeElementAt (theData.size () - 1);
      return result;
   }
}
```




Komposition

© 2010 bei Prof. Dr. Uwe Kastens

# Vergleich: Stack - Vector Vererbung - Komposition

1. Stack und Vector sind **unterschiedliche Konzepte**; Vererbung verursacht subtyping-Problem
2. Die **Komposition**slösung ist **einfacher**.
   **Vollständige Definition**, knapp und **zusammenhängend** an einer Stelle.
3. Die **Vererbung**slösung ist **schwerer zu durchschauen**; auf zwei Klassen verteilt; man muss hin- und herblättern.
   Viele **unnötige und unpassende Methoden** in der Klasse Vektor.
4. Die **Vererbung**slösung ist **kürzer**.
5. In der **Vererbung**slösung wird nicht verhindert, dass **ungeeignete Vector-Methoden** auf Stack-Objekte angewandt werden, z. B. **`insertElementAt`**.
   Die **Schnittstelle** der Stack-Klasse ist **viel zu groß**.
6. Die **Komposition**slösung **verbirgt die Implementierung**stechnik.
   Wir könnten sie ändern (z. B. lineare Liste statt Vector), ohne dass Anwendungen davon betroffen wären.
7. Die Vererbungslösung hat **Zugriff auf `protected` Attribute** der Vector-Klasse (**`elementData, elementCount, capacityIncrement`**) und gibt den Zugriff an Unterklassen weiter. Komposition nutzt nur **`public`**-Zugriff.
8. Die Vererbungsimplementierung ist etwas schneller.

© 2005 bei Prof. Dr. Uwe Kastens

# 2.8 Weitere Techniken, Varianten in mehreren Dimensionen

Beispiel `java.io.InputStream`:

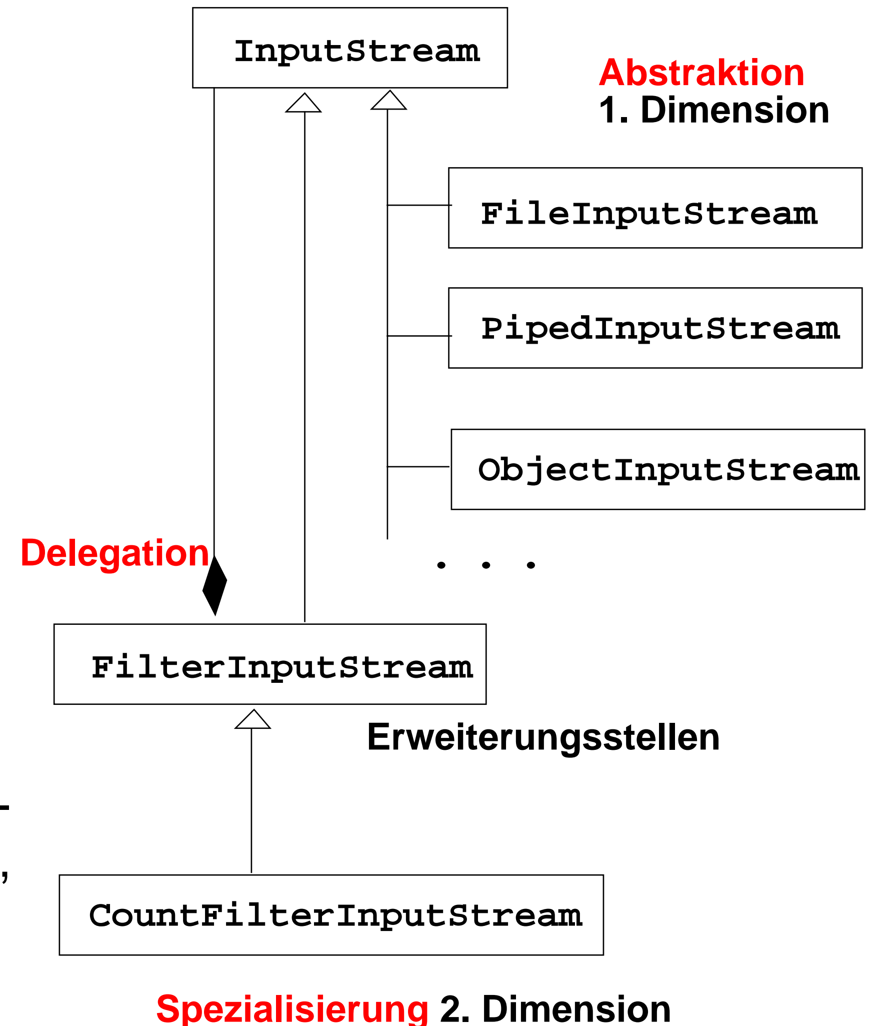
`InputStream` ist ein **abstraktes Konzept** zu
verschiedenen Arten von Eingabequellen;
**Abstraktion** zur 1.Varianten-Dimension

`FilterInputStream` bereitet **Erweiterungsstellen**
für die 2. Dimension von Varianten vor:
**Delegation** an ein `InputStream`-Objekt,
Unterklasse von `InputStream`
wegen **Spezialisierung**

**Spezialisierung** zu Varianten der
2. Dimension: Spezielle Filter;
Wiederverwendung der delegierten Methoden

Bei Generierung eines `CountFilterInputStream`-
Objektes wird ein **Delegationsobjekt übergeben**,
das die Eingabequelle festlegt (1. Dimension):

```
new CountFilterInputStream
   (new FileInputStream ("myFile"))
```




© 2010 bei Prof. Dr. Uwe Kastens

# Eingebettete Objekte als Agenten

Schema:

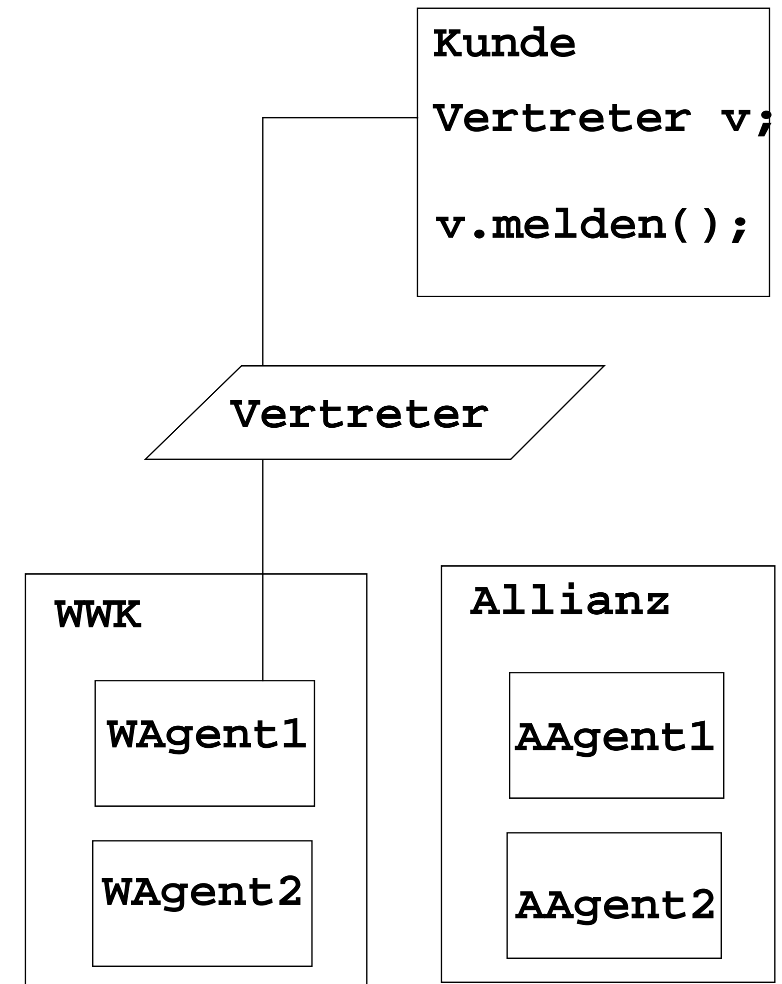
Ein **Agent** handelt für ein Institut;
er ist untrennbar **an sein Institut gebunden**;
Kunden **sehen nur den Agenten** - nicht das Institut

Institut - Agent - Kunde

Beispiel: Versicherung - Vertreter - Kunde

Technik: **eingebettete Klassen**

```
interface Vertreter
   { void abschließen(); void melden();}

class Versicherung
{  void regulieren() {...}

   class Agent implements Vertreter
   {  void abschließen () { ... }
      void melden ()
      {... regulieren() ... }
   }
}
```




Schachtelung der Klassen: enge Einbettung der Objekte
**Innere Objekte erfüllen global sichtbare Schnittstelle**,
sind also außerhalb ihrer Umgebung verwendbar.

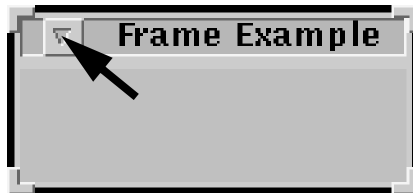
© 2005 bei Prof. Dr. Uwe Kastens

# Beispiel: Listener der Ereignisbehandlung

An AWT-Komponenten werden Ereignisse ausgelöst, z. B. ein WindowEvent an einem Frame-Objekt:

„eingebettete Agenten“

**Beobachter** für bestimmte Ereignistypen:
Objekte von Klassen, die das zugehörige Interface implementieren




WindowListener

Anwendung

Frame-Objekt

...
void windowClosing(...) {...}
...

Window

Beobachterobjekte dynamisch zuordnen

...
void windowClosing(...) {...}
...

Ereignis auslösen:
zugehörige Methode in jedem Beobachter-Objekt aufrufen

Methoden implementieren die gewünschten Reaktionen

Entwurfsmuster „Observer“: Unabhängigkeit zwischen den Beobachtern und dem Gegenstand wegen Interface und dynamischem Zufügen von Beobachtern.

# 3. Entwurfsmuster zur Entkopplung von Modulen

**Entwurfsmuster** (Design Patterns):

Software-**Entwicklungsaufgaben, die in vielen Ausprägungen** häufig auftreten.

**Objektorientierte Schemata**, die als Lösungen **wiederverwendet** werden können.

**Software-Qualitäten**: erprobte Strukturen, wartbar, flexibel, adaptierbar.

**Präsentation** der Entwurfsmuster:

1. **Name**: Aufgabe treffend beschreiben, gut kommunizierbar
2. **Aufgabe**: typische Situation, gut wiedererkennbar,
   Struktur, Umgebung, Anwendungsbedingungen
3. **Lösung**: objektorientierte Strukturen, abstrakte Beschreibung
   variierbar, instanziierbar, Anwendungsbeispiele
4. **Folgerungen**: Nutzen, Kosten, Varianten; Implementierbeispiele

[E. Gamma, R. Helm, R. Johnson, J. Vlissides: Design Patterns,
Elements of Reusable Object-Oriented Software, Addison-Wesley, 1995]

© 2013 bei Prof. Dr. Uwe Kastens

# Übersicht zu Entwurfsmustern

| Purpose | Design Pattern | | Aspect(s) That Can Vary |
|---|---|---|---|
| **Creational** | Abstract Factory (87) | ● | families of product objects |
| | Builder (97) | | how a composite object gets created |
| | Factory Method (107) | ● | subclass of object that is instantiated |
| | Prototype (117) | | class of object that is instantiated |
| | Singleton (127) | | the sole instance of a class |
| **Structural** | Adapter (139) | | interface to an object |
| | Bridge (151) | ● | implementation of an object |
| | Composite (163) | | structure and composition of an object |
| | Decorator (175) | | responsibilities of an object without subclassing |
| | Facade (185) | | interface to a subsystem |
| | Flyweight (195) | | storage costs of objects |
| | Proxy (207) | | how an object is accessed; its location |
| **Behavioral** | Chain of Responsibility (223) | | object that can fulfill a request |
| | Command (233) | | when and how a request is fulfilled |
| | Interpreter (243) | | grammar and interpretation of a language |
| | Iterator (257) | | how an aggregate' s elements are accessed, traversed |
| | Mediator (273) | | how and which objects interact with each other |
| | Memento (283) | | what private information is stored outside an object, and when |
| | Observer (293) | ● | number of objects that depend on another object; how the dependent objects stay up to date |
| | State (305) | | states of an object |
| | Strategy (315) | ● | an algorithm |
| | Template Method (325) | | steps of an algorithm |
| | Visitor (331) | | operations that can be applied to object(s) without changing their class(es) |

**behandelt**

[Gamma, u.a.: Design Patterns, S. 30]

© 2005 bei Prof. Dr. Uwe Kastens

# Adaptierbare Strukturen

Spezielles Ziel in dieser Vorlesung:
**Software-Strukturen für zukünftige Änderungen** vorbereiten; „Designing for Change“

Einige Gründe für **schlechte Adaptierbarkeit** und Entwurfsmuster, die sie beheben
(Auswahl aus [Gamma u.a.]):

1. **Objekte einer fest benannten Klasse erzeugen**.
   Abstract Factory, Factory Method
2. **Abhängigkeit von spezieller Software-Plattform**
   Abstract Factory, Bridge
3. **Abhängigkeit von speziellen Implementierungen**
   Abstract Factory, Bridge
4. **Abhängigkeit von speziellen Algorithmen**
   Strategy
5. **Zu enge Kopplung**
   Abstract Factory, Bridge, Observer
6. **Funktionalität erweitern durch Vererbung**
   Bridge, Observer, Strategy

© 2000 bei Prof. Dr. Uwe Kastens

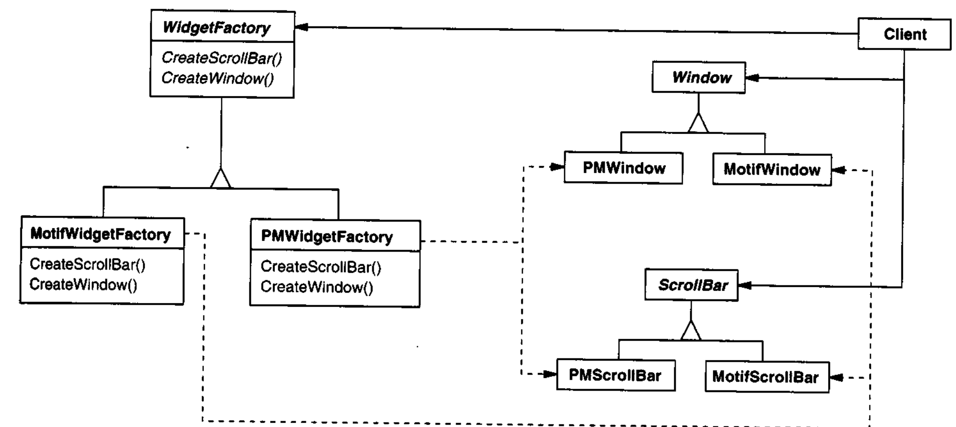
# Abstract Factory (Beispiel)

**Ziel**: **Objekte zu einer Gruppe zusammengehöriger Klassen erzeugen**, ohne die Klassen konkret zu benennen

**Beispiel**:

Verschiedene GUI-Werkzeuge bieten unterschiedliche Ausprägungen von Sätzen von GUI-Komponenten an

Die Anwendung soll nicht durch **Klassennamen** auf eine bestimmte Ausprägung festgelegt werden




**Eigenschaften des Beispiels:**

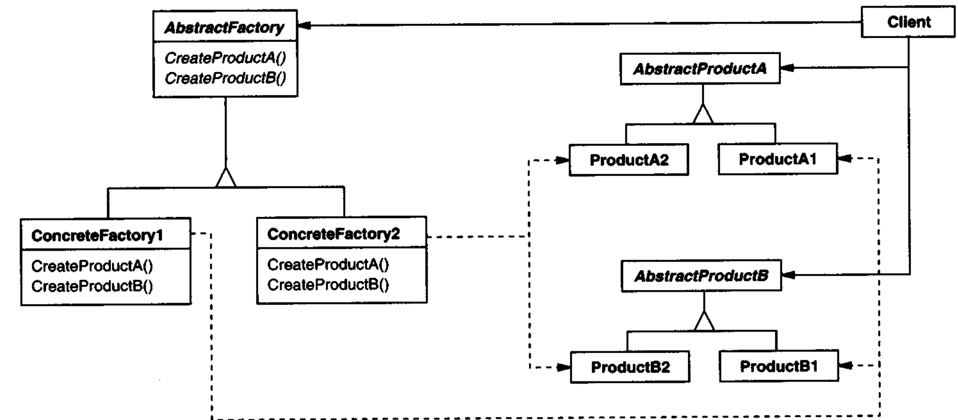
- verschiedene Sätze von GUI-Klassen verfügbar machen
- Klassennamen nicht „fest verdrahten“, da schwer änderbar
- 2 Schnittellen bereitstellen:
  - abstrakte GUI-Factory mit Ausprägungen für verschiedene GUI-Werkzeuge zur Generierung aller Produkte
  - Schnittstelle für jedes Produkt mit Ausprägungen für die GUI-Werkzeuge

© 2005 bei Prof. Dr. Uwe Kastens

# Abstract Factory (Muster)

**Ziel**: **Objekte zu einer Gruppe zusammengehöriger Klassen erzeugen**,
ohne die Klassen konkret zu benennen

**Muster**:




E. Gamma, R. Helm, R. Johnson, J. Vlissides: Design Patterns,
Elements of Reusable Object-Oriented Software, Addison-Wesley, 1995

AbstractFactory:
Schnittstelle zur Objekterzeugung

ConcreteFactory:
eine Ausprägung der Objekterzeugung

AbstractProduct:
Schnittstelle jeweils einer Produktklasse

ConcreteProduct:
Ausprägung jeweils einer Produktklasse

**Einsatzziele:**

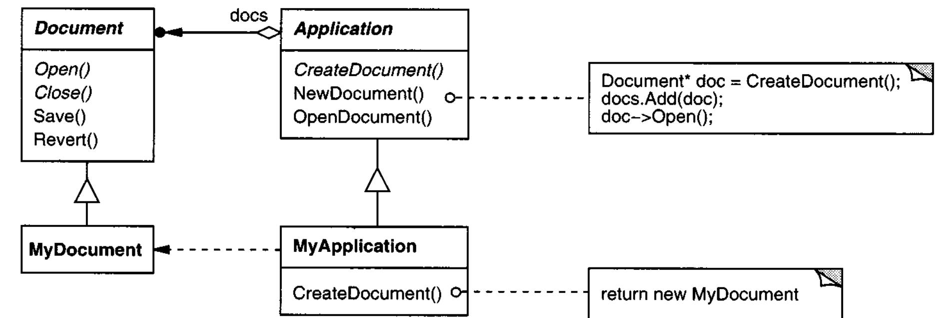
- Ein **System** soll mit einer von mehreren Produktgruppen **konfiguriert werden**.
- **Unabhängigkeit** von der Wahl der Produktgruppe.
- **Nur die Schnittstellen** nicht die Implementierungen der Produktgruppen **freigeben**.

© 2005 bei Prof. Dr. Uwe Kastens

# Factory Method (Aufgabe)

**Ziel:Objekterzeugung zu einer Klasse** von der Anwendung entkoppeln;
Anwendung realisiert ein **komplexes Konzept (Spezialisierung)**;.
Objekterzeugung ist darin eine **Erweiterungsstelle**

**Beispiel**:
Ein Framework zur Präsentation von Dokumenten.
Die spezielle Ausprägung der Dokumente wird erst mit der speziellen Anwendung festgelegt.




E. Gamma, R. Helm, R. Johnson, J. Vlissides: Design Patterns, Elements of Reusable Object-Oriented Software, Addison-Wesley, 1995

## Eigenschaften des Beispiels:

- Anwendung (`Application`) benutzt ein abstraktes Produkt (`Document`), spezialisierte Anwendung (`MyApplication`) erzeugt das konkrete Produkt (`MyDocument`)
- `Application`: allgemeine Dokumentverwaltung, Dokument erzeugen, öffnen, etc. bestimmt **wann Objekte erzeugt** werden - **nicht welcher Klasse** sie angehören
- **konkrete Implementierung** der abstrakten Factory Method in `MyApplication` **bestimmt die Klasse,** z. B. Graphik-Objekte im Zeichenprogramm

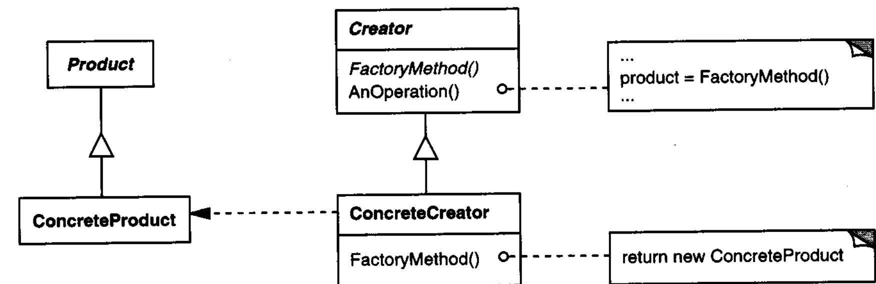
© 2014 bei Prof. Dr. Uwe Kastens

# Factory Method (Muster)

**Muster**:

Product:
Schnittstelle der zu erzeugenden Objekte

ConcreteProduct:
spezielle Ausprägung der Produkte




E. Gamma, R. Helm, R. Johnson, J. Vlissides: Design Patterns, Elements of Reusable Object-Oriented Software, Addison-Wesley, 1995

Creator:
Kontext, in dem die Objekte erzeugt werden;
hat Schnittstelle oder Default-Implementierung der FactoryMethod

ConcreteCreator:
implementiert oder überschreibt die FactoryMethod,
erzeugt ein ConcreteProduct-Objekt

**Einsatzziele:**

- **Entscheidung** über Objekterzeugung (**welche Klasse**? ConcreteProduct) **verschieben** und in einer Klasse (ConcreteCreator) **kapseln.**
- Art von Delegationsobjekten (ConcreteProduct) in einer Klasse (ConcreteCreator) kapseln.

© 2014 bei Prof. Dr. Uwe Kastens

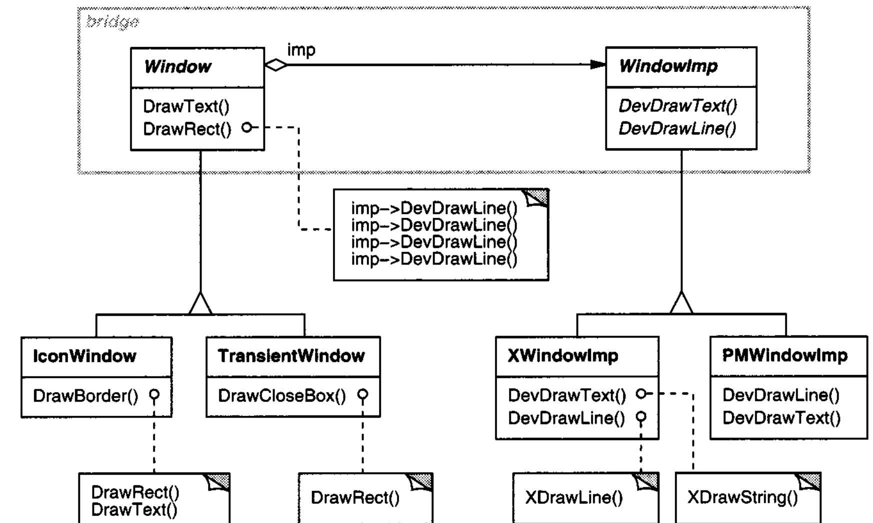
# Bridge (Aufgabe)

**Ziel**: Eine **Spezifikation wird von ihren Implementierungen entkoppelt**.
**Verfeinerte Spezifikationen** und **weitere Implementierungen** unabhängig zufügen.
**2 Aspekte unabhängig variieren** benötigt 2 Hierarchien, durch Delegation verbunden

**Beispiel**:
In einem GUI-Paket zu einer Window-Schnittstelle 2 Aspekte:

a. Implementierungen für verschiedene Plattformen (XWindowImp, PMWindowImp)

b. spezialisierte Schnittstellen (IconWindow, TransientWindow)




E. Gamma, R. Helm, R. Johnson, J. Vlissides: Design Patterns, Elements of Reusable Object-Oriented Software, Addison-Wesley, 1995

**Erweiterungen der Schnittstelle** werden **über Delegation implementiert** (**Bridge**) (z. B. `DrawRect`)

**VP Spezialisierung (von Schnittstellen)**

**VP Spezifikation (von Implementierungen)**

© 2014 bei Prof. Dr. Uwe Kastens

# Bridge (Muster)

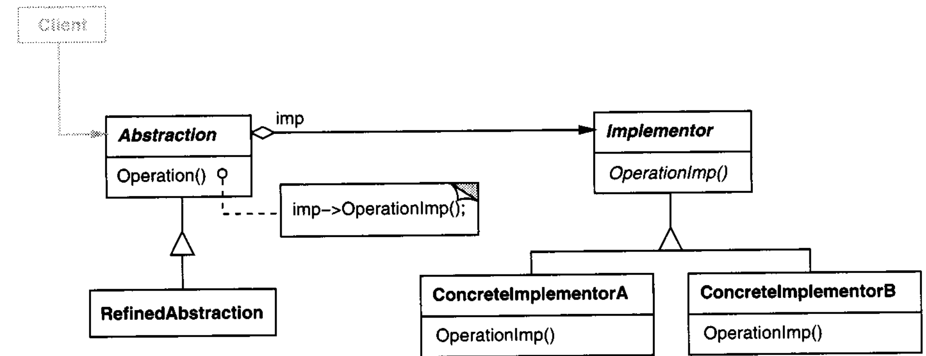
**Muster**:

**`Abstraction`**:
definiert Schnittstelle,
hat Referenz auf ein Implementor-Objekt,
implementiert Methoden damit

**`RefinedAbstraction`**: spezialisierte Schnittste

**`Implementor`**:
Schnittstelle für Implementierung,
ist i. a. elementarer als die der **`Abstraction`**

**`ConcreteImplementor`**: Implementierungen




E. Gamma, R. Helm, R. Johnson, J. Vlissides: Design Patterns, Elements of Reusable Object-Oriented Software, Addison-Wesley, 1995

## Einsatzkriterien:

- **Feste Bindung** zwischen Abstraktion und Implementierung **vermeiden**
- benutzte **Implementierung zur Laufzeit wechseln**
- 2 **Dimensionen der Variation** nicht in 1 Hierarchie!

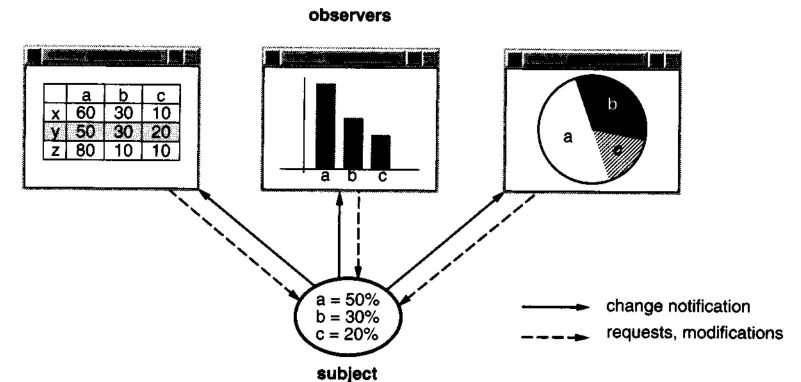
© 2005 bei Prof. Dr. Uwe Kastens

# Observer (Aufgabe)

**Ziel**: **Observer-Objekte werden über Zustandsänderungen eines Subjekts informiert**.
**Dynamisch veränderliche Zuordnung** von Observern zum Subjekt.

**Beispiel**:
In GUI-Paketen: Trennung verschiedener Varianten der Präsentation von der Anwendung, die die präsentierten Daten liefert.

**MVC**: Model / View / Controller
[Krasner, Pope, 1988, Smalltalk]




E. Gamma, R. Helm, R. Johnson, J. Vlissides: Design Patterns, Elements of Reusable Object-Oriented Software, Addison-Wesley, 1995

## Eigenschaften des Beispiels:

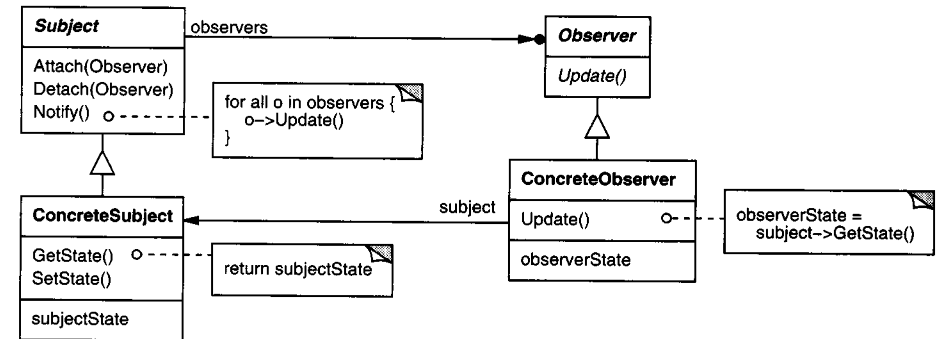
- **Entkoppeln der Anwendung** (Model, Concrete Subject) von den **Präsentationen** (View, Observer)
- Software-**Aufgaben trennen**
- Präsentations-Software **separat variieren** (statisch)
- Präsentatoren **zur Laufzeit zufügen** und entfernen (dynamisch)
- Auch **andere** als GUI-**Anwendungen**:
  z. B. eine Uhr und Prozesse, die die Zeit beobachten

© 2014 bei Prof. Dr. Uwe Kastens

# Observer (Muster)

**Muster**:

`Subject`:
Abstraktion; verwaltet Referenzen auf alle Observer
Operationen zu Benachrichtigen




`Observer`:
`Update`-Schnittstelle

`ConcreteSubject`:
Anwendung mit dem beobachteten Zustand

`ConcreteObserver`:
hat eine Referenz auf sein `ConcreteSubject`-Objekt,
hat einen Zustand, der mit dem `Subject` konsistent gehalten wird,
implementiert die `Update`-Schnittstelle

E. Gamma, R. Helm, R. Johnson, J. Vlissides: Design Patterns, Elements of Reusable Object-Oriented Software, Addison-Wesley, 1995

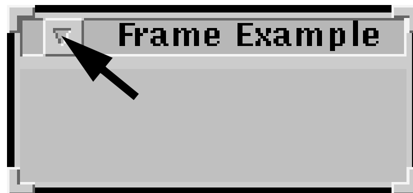
**Einsatzkriterien:**

- **abhängige Aspekte** entkoppeln (Model -> View)
- Verbindung zu Beobachtern **dynamisch änderbar**
- **keine Annahmen** beim Benachrichtigen

© 2005 bei Prof. Dr. Uwe Kastens

# Entwurfsmuster Observer im AWT-Paket von Java

An AWT-Komponenten werden Ereignisse ausgelöst, z. B. ein WindowEvent an einem Frame-Objekt:



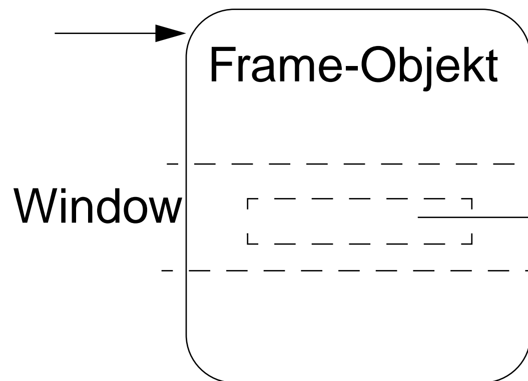

Subject

Observer

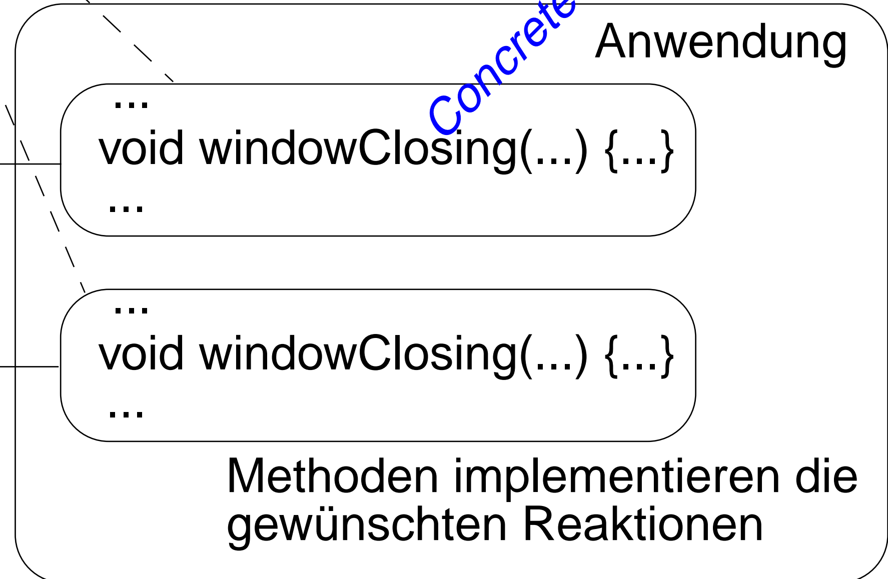
**Beobachter** für bestimmte Ereignistypen: Objekte von Klassen, die das zugehörige Interface implementieren

ConcreteSubject

ConcreteObserver




Beobachterobjekte dynamisch zuordnen




Methoden implementieren die gewünschten Reaktionen

Ereignis auslösen: zugehörige Methode in jedem Beobachter-Objekt aufrufen

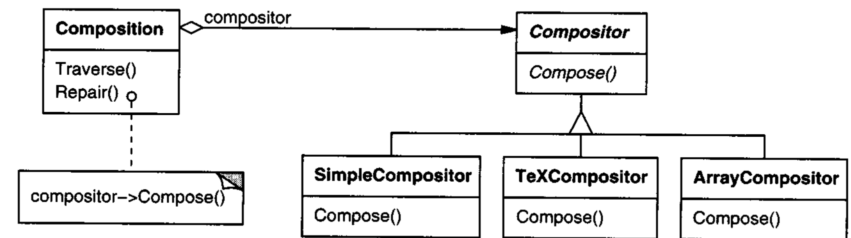
Entwurfsmuster „Observer“: Unabhängigkeit zwischen den Beobachtern und dem Gegenstand wegen Interface und dynamischem Zufügen von Beobachtern.

# Strategy (Aufgabe)

**Ziel**: Für eine **Gruppe unterschiedlicher Algorithmen für den gleichen Zweck Entwicklung entkoppeln** und **dynamisch austauschbar** machen

**Beispiel**:

Algorithmen zum Zeilenumbruch:
`Composition` zeigt veränderbaren Text an.
Den Zeilenumbruch delegiert sie an ein `Compositor`-Objekt.
Eines mit den gewünschten Fähigkeiten wird installiert und ggf. ausgetauscht.




E. Gamma, R. Helm, R. Johnson, J. Vlissides: Design Patterns, Elements of Reusable Object-Oriented Software, Addison-Wesley, 1995

**weitere Beispiele**:

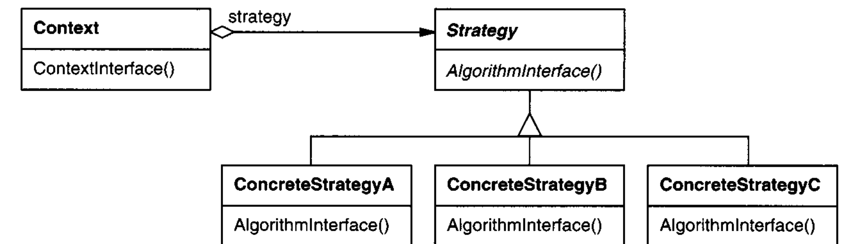
- **`LayoutManager`** im AWT-Paket von Java
- Algorithmen zur Speicherzuteilung nach unterschiedlichen Verfahren
- Algorithmen zur Registerzuteilung nach unterschiedlichen Verfahren

© 2005 bei Prof. Dr. Uwe Kastens

# Strategy (Muster)

**Muster**:

`Strategy`:
gemeinsame **Algorithmen-Schnittstelle** (**Spezifikation**)




E. Gamma, R. Helm, R. Johnson, J. Vlissides: Design Patterns, Elements of Reusable Object-Oriented Software, Addison-Wesley, 1995

`ConcreteStrategy`:
Varianten von **Algorithmen-Implementierungen**

**VP Spezifikation**

`Context`:
wird mit einem `ConcreteStrategy`-Objekt konfiguriert und hat Referenz darauf (**Delegation**, wie bei Bridge);
kann eine Schnittstelle anbieten, über die Algorithmen ihre Daten beziehen

**Einsatzkriterien:**

- Algorithmen separieren macht auch den Kontext einfacher, **Aufgabenzerlegung, Wiederverwendung**
- **nachträglich separieren ist aufwändig**
- Daten **kapseln**

© 2014 bei Prof. Dr. Uwe Kastens

# 4. Programmbausteine, Bibliotheken und Programmgerüste

Konzept **Programmbaustein**:

Programme aus **vorgefertigten Teilen** zusammensetzen - statt ganz neu schreiben
„Baukasten“, industrielle Produktion

**Gute Bausteine, Programmgerüste: geplante Wiederverwendung, kostbar, aufwändig**

**Wichtige Fragen:**

- Wie stellt man gute Bausteine her?
- Wie allgemein bzw. anpassbar sind die Bausteine?
- Sind die Bausteine direkt einsetzbar oder
  realisieren sie nur Teilaspekte und müssen vor der Anwendung komplettiert werden?
- Sind die Bausteine unabhängig voneinander oder wechselseitig aufeinander angewiesen?
- Wie werden Bausteine zusammengesetzt?

nach [Arnd Poetzsch-Heffter: Konzepte Objektorientierter Programmierung, Springer, 2000]

© 2005 bei Prof. Dr. Uwe Kastens

# Beziehungen zwischen Programmbausteinen

## Unabhängige Bausteine

Schnittstelle verwendet **nur vom Baustein deklarierte Typen** oder Standardtypen (Grundtypen und die aus java.lang).

**Beispiele**:
Datentypen

- Listen
- Mengen
- Hashtabellen

**Typisch**:
Elementanpassung durch generische Typparameter (z. B. in C++: Leda, STL)

lokal verstehen, einfach

isolierte Aufgaben

## Eigenständige Bausteine

**Bausteinfamilie ist hierarchisch strukturiert**. Schnittstelle verwendet zusätzlich Supertypen (oft abstrakt)

**Beispiele**:

- die Typen zur Ausnahmebehandlung in Java

- die Stromklassen aus java.io

**Typisch**: Trotz der hierarchischen Beziehung sind die Bausteine eigenständig verwendbar.

keine Querbeziehungen, nur Abstraktion

## Eng kooperierende Bausteine

**Bausteinfamilie** dient **komplexer**, spezieller softwaretechnischer **Aufgabenstellung**.

Enge Kooperation führt zu **komplexen Abhängigkeiten**, z. B. verschränkt rekursiver Beziehung von Typen und Methoden.

**Beispiele**:
Programmgerüste, wie

- Java AWT
- San Francisco (IBM): Abwicklung von Geschäfts-prozessen

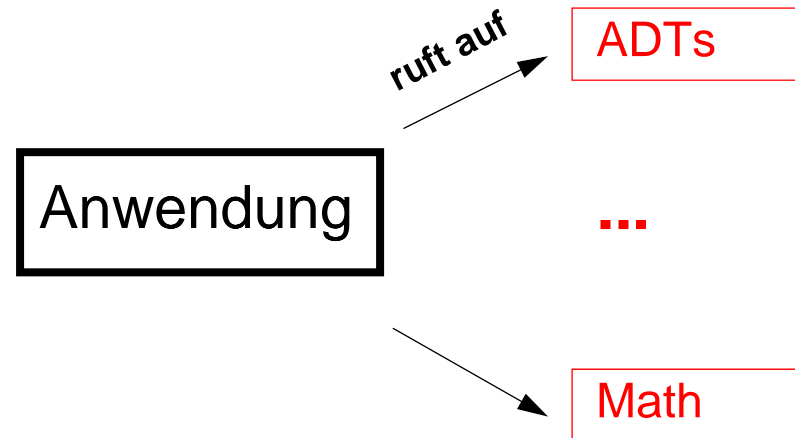
**Typisch**: wg. Abhängigkeiten anspruchsvoller

© 2005 bei Prof. Dr. Uwe Kastens

# Unterschied zwischen Progammgerüst und Bausteinbibliothek

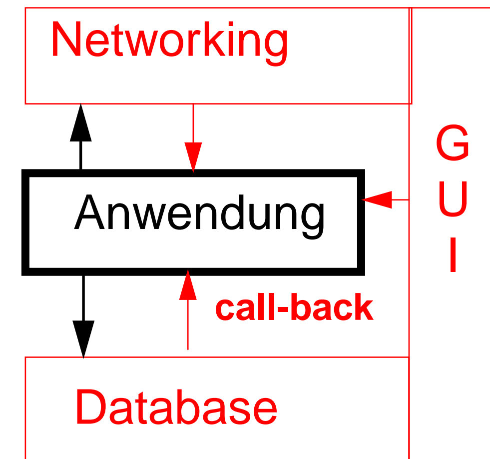
## Bausteinbibliotheken

- mit unabhängigen oder eigenständigen Bausteinen
- anwendungsunabhängig
- Ablauf unter Kontrolle des Anwendungsprogramms



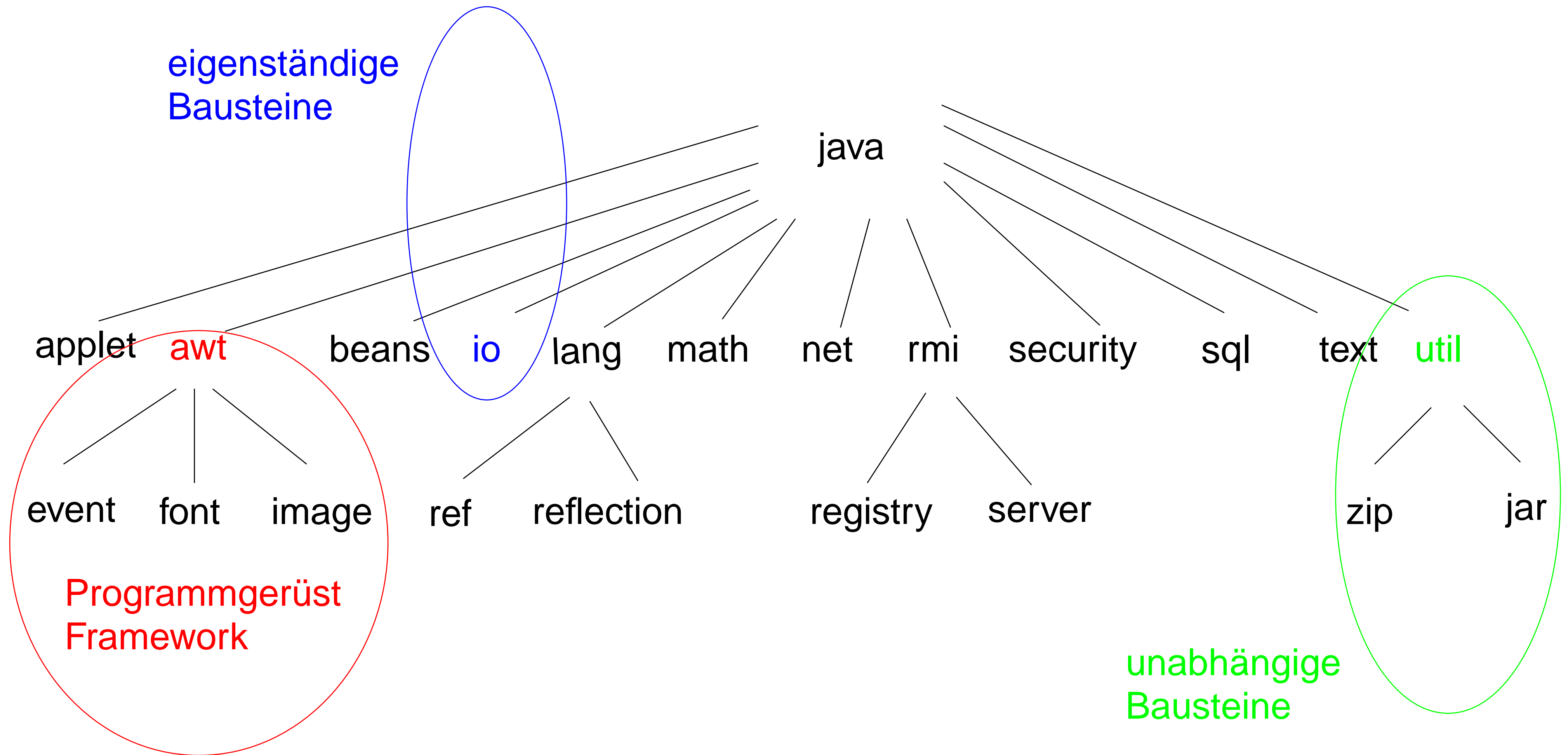

## Programmgerüst (Framework)

- „fast-fertige“ Anwendung
- anwendungsspezifisch
- Umkehr der Ablaufsteuerung, call-back-Routinen, „don’t call us, we call you“




© 2014 bei Prof. Dr. Uwe Kastens

# Die Java-Bibliothek




© 2005 bei Prof. Dr. Uwe Kastens

# Anwendung von Bausteinen: Ausnahmebehandlung in Java

Ausnahmebehandlung als einfaches Beispiel für eine **erweiterbare Bausteinhierarchie**

Zeigt das enge Zusammenspiel zwischen **Sprache und Bibliothek**

Trend bei modernen OO-Sprachen: **Anzahl der Sprachkonstrukte klein** halten,
mit Mitteln der Sprache formulierbare Konzepte in die **Bibliothek**;
extrem: In Smalltalk sind `ifTrue`, `IfFalse` Methoden der Bibliotheksklasse `Boolean`

**Ausnahmebehandlung in Java**:
Bei „abrupter Terminierung“ der Auswertung von Ausdrücken oder Ausführung von Anweisungen wird

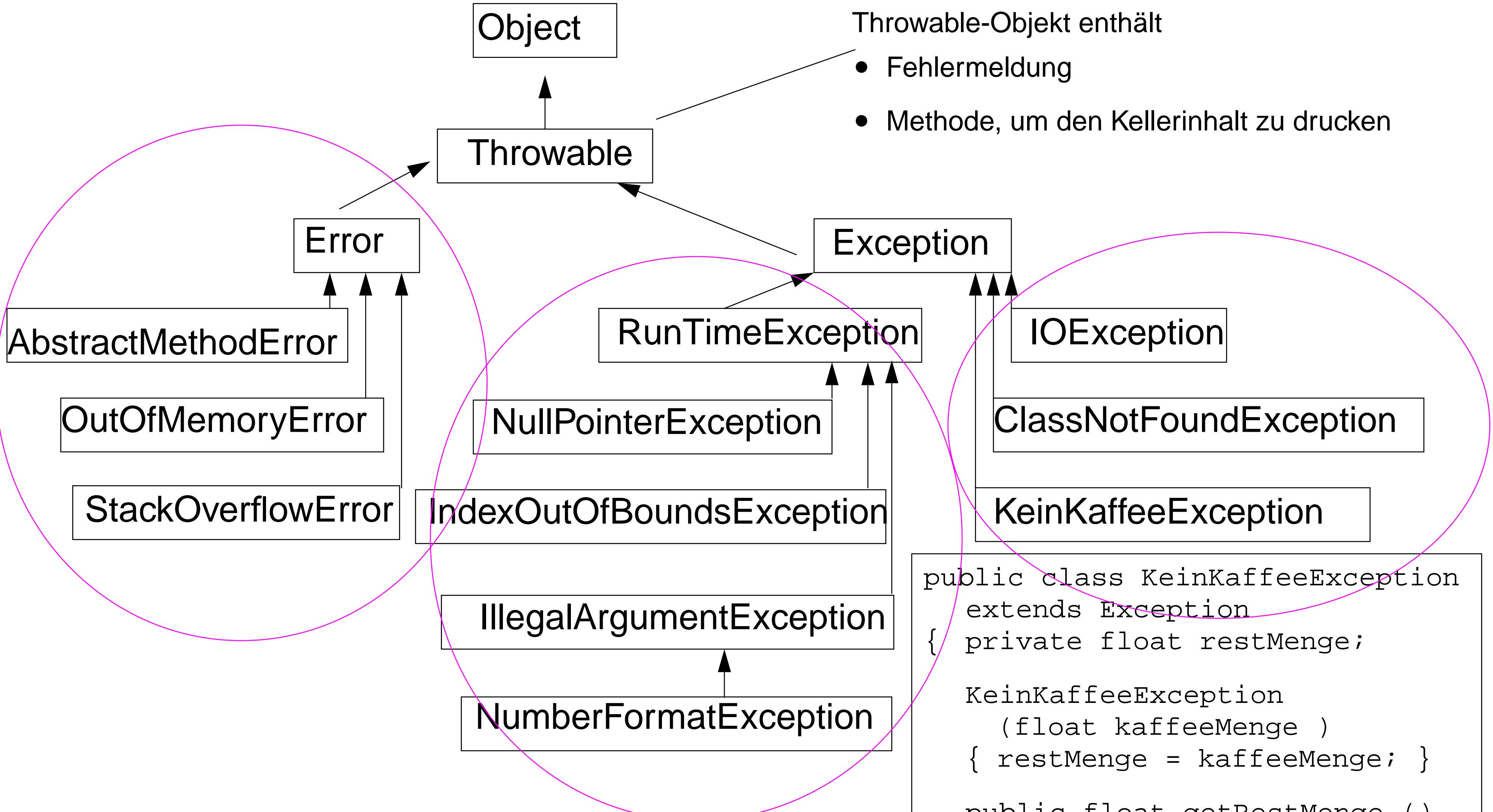
- ein Ausnahmeobjekt e erzeugt und
- die in der **dynamischen Umgebung** (Laufzeitkeller) nächste, zur Klasse von e passende Ausnahmebehandlung mit e als Parameter aufgerufen.

**3 Arten von Ausnahmen** (siehe Klassifikation, OOP-4.7):

- Benutzer hat kaum Einfluss darauf, z. B. erschöpfte Maschinenressourcen (`Error`),
- vermeidbare Ausnahmen wegen Programmierfehlern, z. B. der Versuch, die null-Referenz zu dereferenzieren (`RunTimeException`),
- nicht vermeidbare Ausnahmen, die im Ablauf des Programms vorgesehen sein sollten, z. B. Zugriff auf nicht vorhandene Eingabe-Datei (weitere Unterklassen von `Exception`)

© 2013 bei Prof. Dr. Uwe Kastens

# Ausnahmehierarchie




```
public class KeinKaffeeException
   extends Exception
{  private float restMenge;

   KeinKaffeeException
     (float kaffeeMenge )
   { restMenge = kaffeeMenge; }

   public float getRestMenge ()
   { return restMenge; }
}
```

Die **Ausnahmeklassen** definieren **eigenständige Bausteine** mit einer sehr einfachen Funktionalität.

© 2005 bei Prof. Dr. Uwe Kastens

# Kriterium für Entwurfsqualität: Kohärenz

**Kohärenz (Bindung):** Stärke des **funktionalen Zusammenhangs** zwischen den Bestandteilen eines Bausteins

**Ziel**: So **stark** wie möglich

**Kohärenz einer Klasse:**

- Klasse realisiert **nur ein semantisch bedeutungsvolles Konzept**
- ihre **Methoden kooperieren** für diese Aufgabe
- Menge der Methoden ist **vollständig**
- **keine Methode ist überflüssig** für das Konzept

**starke Kohärenz weil Komponenten**

**funktional** zusammenhängen

**schwache oder keine Kohärenz weil Komponenten**

zur gleichen Zeit gebraucht werden (z.B. Initialisierung)

in der Ablaufstruktur zusammenhängen

zufällig zusammengekommen sind

© 2013 bei Prof. Dr. Uwe Kastens

# Kriterien Entwurfsqualität: Kopplung

**Kopplung: Stärke der Beziehung, Interaktion zwischen Bausteinen**

- Kopplung **zwischen Methoden**, zwischen **Klassen**, zwischen **Paketen**
- Kopplung entsteht durch **Benutzen von Daten** oder durch **Aufrufe** (siehe OOP-4.11)

**Ziel: Kopplung** so **schwach** wie möglich

- schwache Kopplung entspricht schmaler Schnittstelle

dadurch bessere

- Zerlegbarkeit
- Komponierbarkeit
- Verständlichkeit
- Sicherheit

© 2005 bei Prof. Dr. Uwe Kastens

# Maßnahmen zur Entkopplung

**Unnötige Kopplung** von Klassen **vermindert** grundlos die **Wiederverwendbarkeit**

**Anwendung von Vererbungsparadigmen:**

- **Rollen und Eigenschaften**:
  Material entkoppelt von Werkzeugen, Verhalten entkoppelt vom Subjekt
- **Spezifikation**:
  Implementierung entkoppelt von Anwendungen

**Entwurfsmuster:**

- **Bridge**: verfeinerte Spezifikation entkoppelt von Implementierungen
- **Strategy**: Implementierung entkoppelt von Anwendungen
- **Abstract Factory:** konkrete Erzeuger der Objekte entkoppelt von Anwendungen
- **Observer**: veränderliches Subjekt entkoppelt von Präsentatoren des Zustandes

© 2013 bei Prof. Dr. Uwe Kastens

# Beispiel zur Entkopplung: Sortieren von Personen-Listen

```
class Person
{  Name n;
   long PersNr;
   ...
}
```

```
SortedPersonList oop =
      new SortedPersonList();
Person neu;
...
oop.add (neu);
```

Was ist hieran schlecht?

```
class SortedPersonList
{  Object[] elems;
   ...
   public void add (Person x)
   {  ...
      Name a = x.getName();
      Name b =
         (Name)elems [k].getName();
      if (a.lessThan(b))
         ...
      ...
   }
}
```

Diese Klasse ist für nichts anderes zu gebrauchen!

**nicht wiederverwendbar!**

© 2013 bei Prof. Dr. Uwe Kastens

# Entkoppeln durch Interfaces

```
interface Comparable
{  public boolean lessThan (Object compareMe);
}


class Person implements Comparable
{  Name n;
   long PersNr;

   public boolean lessThan(Object compareMe)
   {  return n.lessThan(((Person)compareMe).n); }
}


class SortedList
{  Object[] elems;
   ...
   public void add (Comparable x)
   {  if (x.lessThan(elems[k]))
           ...
        ...
   }
}
```

**Schnittstelle entkoppelt Bausteine**

**wiederverwendbare Klasse!**

unabhängig von den sortierten Elementen

© 2013 bei Prof. Dr. Uwe Kastens

# Entkoppeln durch Funktoren

Die V**ergleichsfunktion wird erst bei Objekterzeugung** bestimmt.
Variable **Funktionen werden in Objekte verpackt** [Functor Pattern von Coplien]

```
import java.util.Comparator; // seit Java 1.2

class Person {Name n; long PersNr; ...}

class PersonComparator implements Comparator
{  public int compare (Object links, Object rechts)
   {  return
      ((Person)links).n.lessThan (((Person)rechts).n)?
      -1:((Person)links).n.equal (((Person)rechts).n)?
          0 : 1;
}  }

class SortedList
{  private Comparator cmp; ...
   public SortedList (Comparator c) { cmp = c; }
   ...
   public void add (Object o)
   {  ... leq = cmp.compare (o, elements[k]); ...
}  }
```

**Funktor**: Verpackung von **Vergleichsfunktion** für Person-Objekte

**wiederverwendbar**

wird mit Vergleichsfunktion initialisiert

**Vorsicht:** Passt nicht zum Grundsatz „Klasse beschreibt Zustand und Verhalten“.

© 2013 bei Prof. Dr. Uwe Kastens

# Objektorientierte Programmgerüste

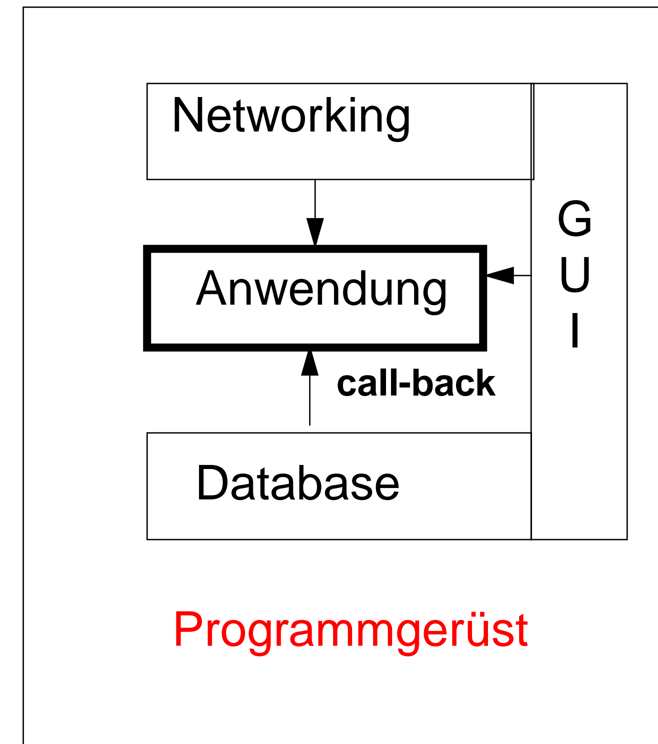
## Programmgerüst (Framework):

Integrierte Sammlung von **Bausteinen, die zusammenarbeiten**, um eine **wiederverwendbare, erweiterbare Architektur** für eine **Familie verwandter Aufgaben** zur Verfügung zu stellen.

[siehe Folie 4.3]

## Charakteristika:

- „fast-fertige“ Anwendung mit **geplanten Erweiterungsstellen**
- **anwendungsspezifisch**
- Umkehr der Ablaufsteuerung, **call-back-Routinen**, „don’t call us, we call you“
- **komplexe Beziehungen** zwischen den Bausteinen werden **ohne Zutun des Benutzers** wiederverwendet




© 2013 bei Prof. Dr. Uwe Kastens

# Entwicklung mit Programmgerüsten

Die **Anwendung**

- **spezialisiert Klassen** des Programmgerüstes,
- füllt **Erweiterungsstellen** des Programmgerüstes aus:
- implementiert **call-back-Routinen**, die vom Programmgerüst aufgerufen werden
- implementiert **Reaktionen auf Ereignisse**, die über das Programmgerüst ausgelöst werden
- setzt **Algorithmen, Klassen**, die das Programmgerüst anbietet, zu **Schnittstellen** ein, die das Programmgerüst vorgibt.

© 2013 bei Prof. Dr. Uwe Kastens

# Programmgerüst am Beispiel des Java AWT

Was macht **Java AWT zum typischen Beispiel für ein Programmgerüst**?

1. Der **Anwendungsbereich** Benutzungsoberflächen ist **komplex und vielfältig variierbar**.

2. Java AWT **deckt den Anwendungsbereich vollständig ab**;
   man kann damit vollständige Benutzungsoberflächen entwickeln
   - nicht nur einzelne Teilaufgaben erledigen

3. Einzelne **Komponenten** des Java AWT sind **spezialisierbar**:
   bieten umfangreiche wiederverwendbare Funktionalität;
   Benutzer ergänzt sie durch vergleichsweise kleine spezifische Ausprägung;
   siehe Frame als Beispiel für das Konzept **Spezialisierung** (OOP-2.9)

4. **komplexes Zusammenwirken** der Komponenten liegt fast vollständig in der **wiederverwendbaren Funktionalität**.
   Voraussetzung: **wohl-definierte Software-Architektur** des Java AWT;
   siehe OOP-4.23

© 2013 bei Prof. Dr. Uwe Kastens

# Komplexes Zusammenwirken im Programmgerüst

Beispiele für komplexes Zusammenwirken der AWT-Komponenten:

- **Ereignissteuerung**:
  Durch Maus, Tastatur ausgelöste Ereignisse verursachen Aufrufe von Call-back-Routinen.
  siehe: Konzept eingebettete Agenten OOP-2.27, Entwurfsmuster Observer OOP-3.7a

- **Anordnung von Komponenten** (LayoutManager):
  Bedienelemente werden auf bestimmten Behälterflächen nach wählbaren Strategien angeordnet;
  siehe: Entwurfsmuster Strategy OOP-3.8

Die **Mechanismen für das Zusammenwirken** liegen (fast) **vollständig** in der **wiederverwendbaren Funktionalität** der Komponenten.

Benutzer brauchen sie **nicht (tiefgehend) zu kennen oder zu verstehen**.

**Software-Architektur** des Programmgerüstes ist Voraussetzung dafür:

- **Architekturgerüst** ist festgelegt, so dass es für alle Anwendungsvarianten passt;

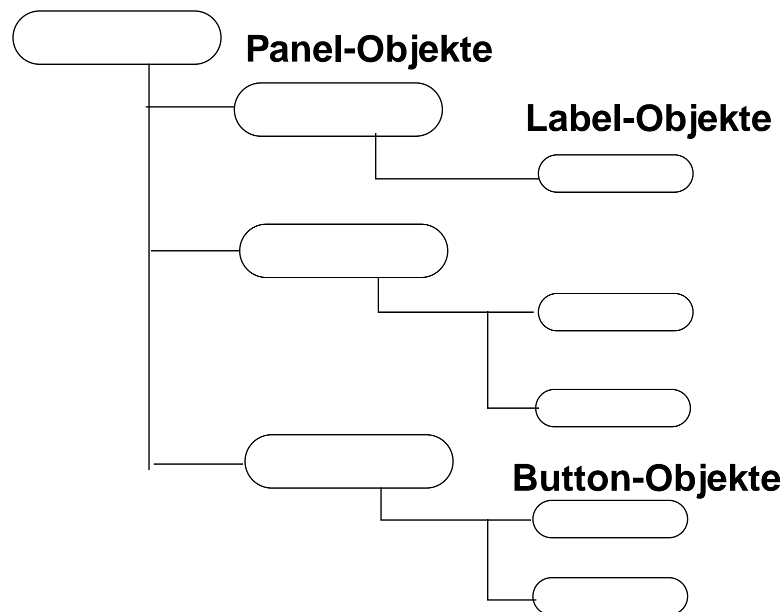
- Komponenten haben **unterschiedliche Aufgaben**,
  z. B. Container, Event, Listener, LayoutManager (OOP-4.24)

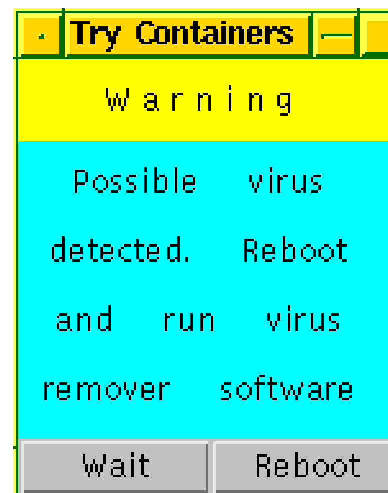
- **Regeln zum Zusammensetzen** einer Anwendungsvariante

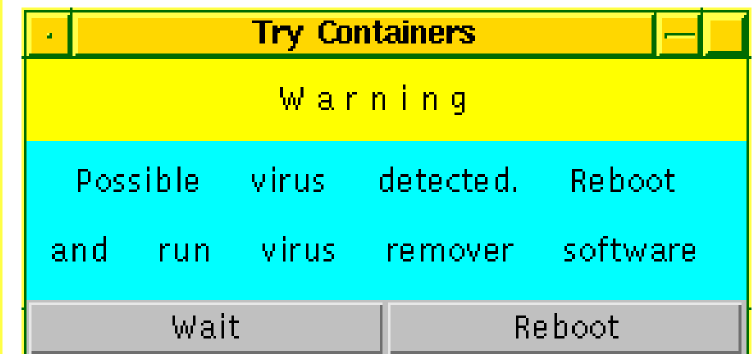
© 2011 bei Prof. Dr. Uwe Kastens

# Architekturkonzept: hierarchisch strukturierte Fensterinhalte

- Zusammengehörige Komponenten in einem Objekt einer **`Container`**-Unterklasse unterbringen (**`Panel`**, **`Window`**, **`Frame`** oder selbstdefinierte Unterklasse).
- Eigenschaften der Objekte im **`Container`** können dann gemeinsam bestimmt werden, z. B. Farbe, **`LayoutManager`**, usw. zuordnen.
- Mit **`Container`**-Objekten werden beliebig tiefe Baumstrukturen von AWT-Komponenten erzeugt. In der visuellen Darstellung sind sie ineinander geschachtelt.



# 5. Entwurfsfehler, Übersicht

**Hier**: Fehler beim **Entwurf objektorientierter Strukturen**,
bei **Anwendung objektorientierter Konzepte**.

**nicht**: Fehler in **anderen Entwicklungsphasen**:
Anforderungsanalyse, Systemmodellierung, Grobstruktur, Projektorganisation, Implementierung, Validierung

Versuch und Anfang einer **Sammlung typischer Fehler**

5.1 **Missbrauch von Vererbung** (Zusammenfassung aus Abschnitt 3)

5.2 **Anti Patterns** (W.J. Brown et.al)

5.3 **Üble Gerüche im Code** - Signal zum Refaktorisieren (M. Fowler)

5.4 **Unangenehme OOP-Überraschungen** (nach E. Plödereder)

nicht erwähnt: die Negation positiver Regeln (z. B. „starke Kopplung statt schwacher“)

© 2005 bei Prof. Dr. Uwe Kastens

# 5.1 Missbrauch von Vererbung

siehe Abschnitt 2; Darstellung hier im Stil der AntiPattern

## 5.1.1 Verkannter Schauspieler

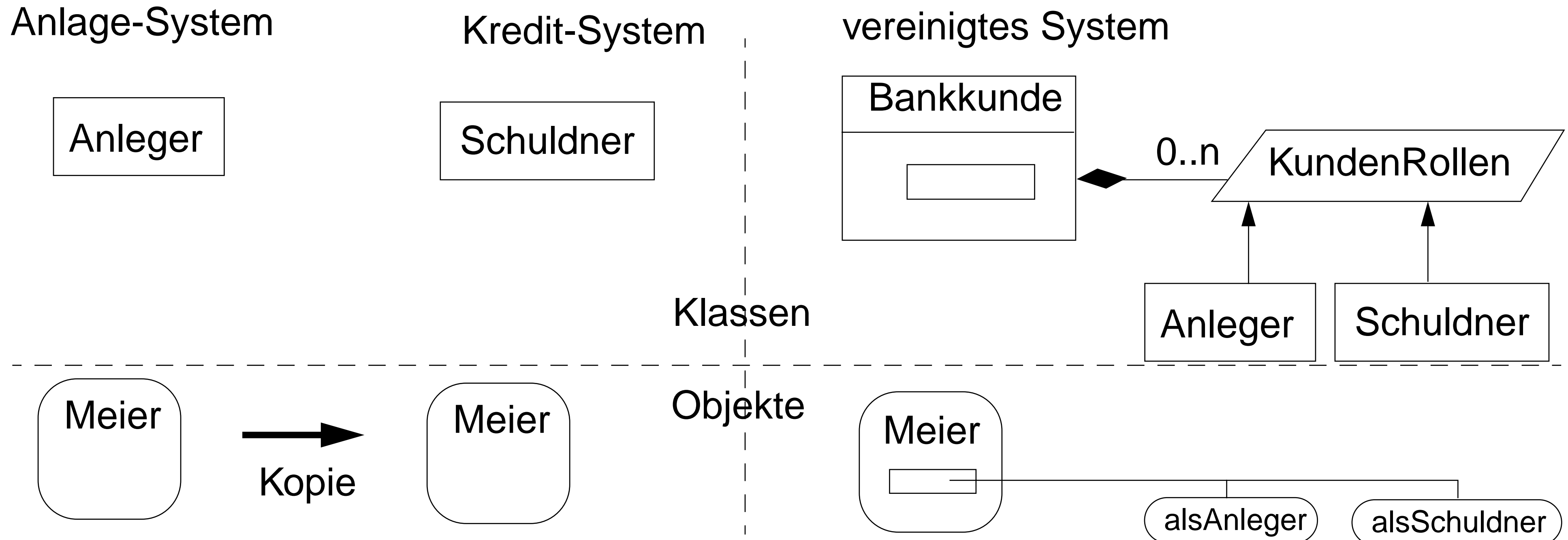
**Beschreibung**: Unterschied **Objekt und sein Verhalten** nicht modelliert

**Ursache:** evtl. wurden getrennt entworfene **Systeme zusammengelegt**

**Symptom:** ein **Objekt** soll vorübergehend oder auf Dauer seine **Klasse wechseln**.

**Abhilfe**: Objekt bleibt in allgemeiner Klasse und **spielt verschiedene Rollen**.

**Beispiel**:




© 2013 bei Prof. Dr. Uwe Kastens

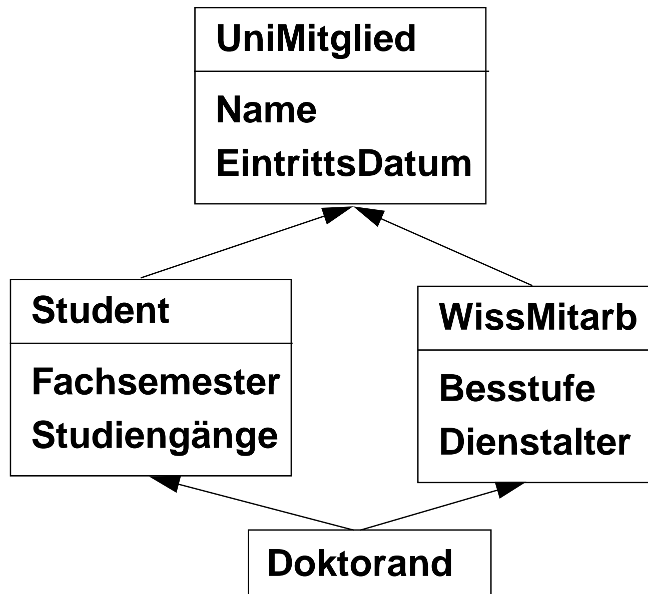
# 5.1.2 Januskopf

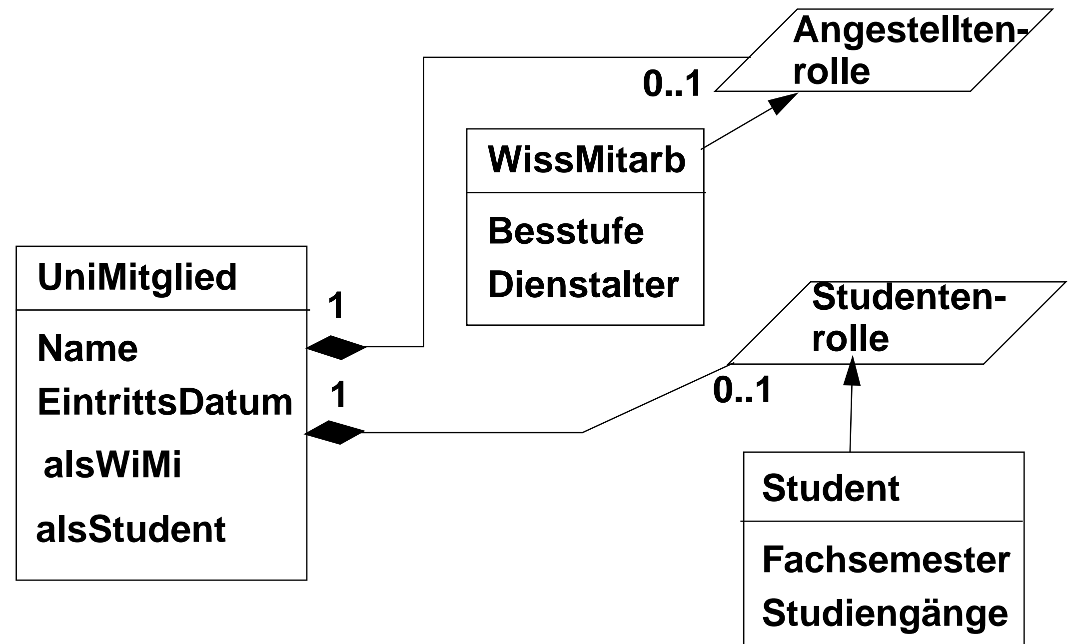
**Beschreibung**: Eine Klasse soll die Eigenschaften **mehrerer Oberklassen** vereinigen. Anwendung des Prinzips „**Abstraktion**“ (2.2) hat zu **überlappenden Unterklassen** geführt (2.16).

**Ursache:** evtl. **Rollenkonzept unbekannt**

**Abhilfe**: Abstraktionsebene aus der Klassenhierarchie entfernen
**Komposition von Rollen**
**Abstraktion der Rollen**

**Beispiel**:




**Doktorand** ist nun ein UniMitglied, das **zugleich beide Rollen** spielt: Student und WissMitarb.

© 2010 bei Prof. Dr. Uwe Kastens

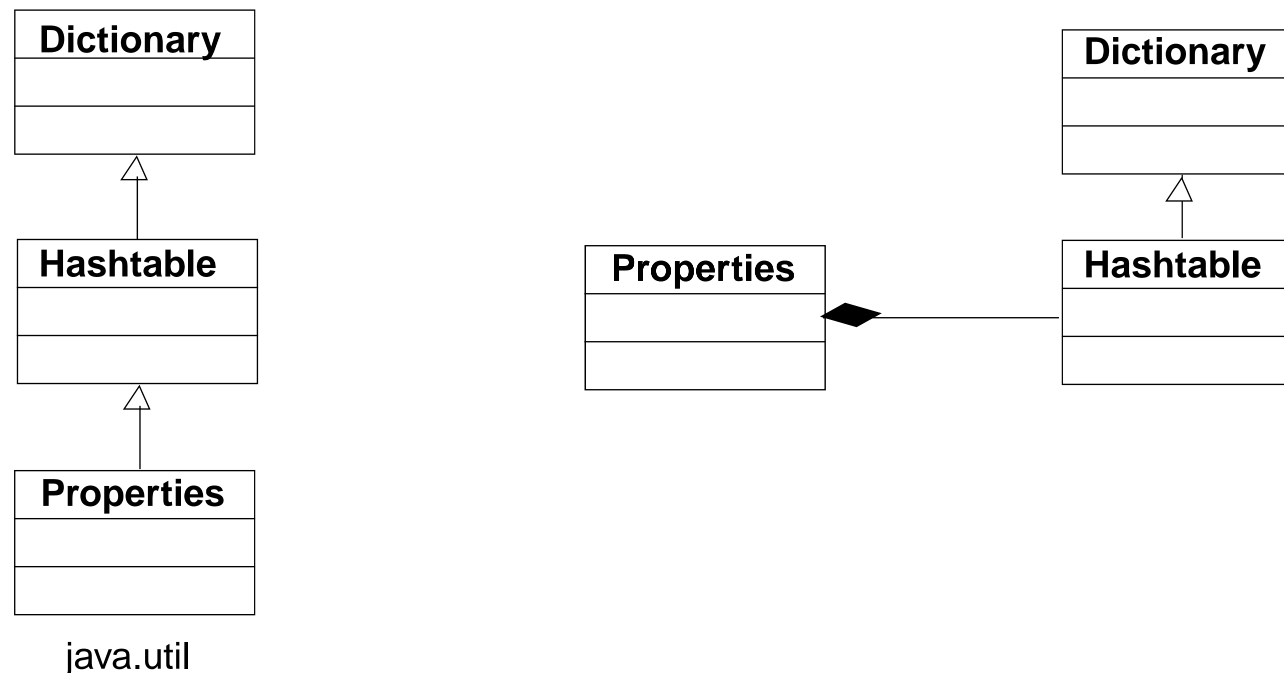
# 5.1.3 Ungeplanter Anbau

**Beschreibung**: Unterklasse **nutzt die Funktionalität der Oberklasse**, um ein **anderes Konzept** zu realisieren; schlechte **inkrementelle Weiterentwicklung** (Abschnitt 2.6)

**Ursache:** evtl. **Spezialisierung missverstanden**

**Abhilfe:** Funktionalität nicht durch Vererbung sondern durch **Delegation** nutzen.

**Beispiel:** siehe OOP-2.21




© 2010 bei Prof. Dr. Uwe Kastens

# 5.2 AntiPatterns

W.J. Brown, R.C. Malveau, H.W. McCormick III, T.J. Mowbray:
**Anti Patterns, Refactoring Software, Architectures, and Projects in Crisis**,
John Wiley, 1998.

**AntiPattern**: beschreibt ein **Schema von Lösungen** das häufig angewandt wird,
aber **mehr Probleme verursacht als es löst**.

Anti Patterns für **Software-Entwicklung**, **Architektur**, Projektorganisation

**Darstellungsschema im Buch:**

- Hintergrund
- Allgemeine Beschreibung
- Symptome und Konsequenzen
- Ausnahmen
- Verbesserte Lösung
- Varianten
- Beispiel
- Verwandte Lösungen

**Kurzform hier:**

- Beschreibung
- Symptome
- Konsequenzen
- Verbesserte Lösung
- Beispiel

© 2005 bei Prof. Dr. Uwe Kastens

# 5.2.1 The Blob

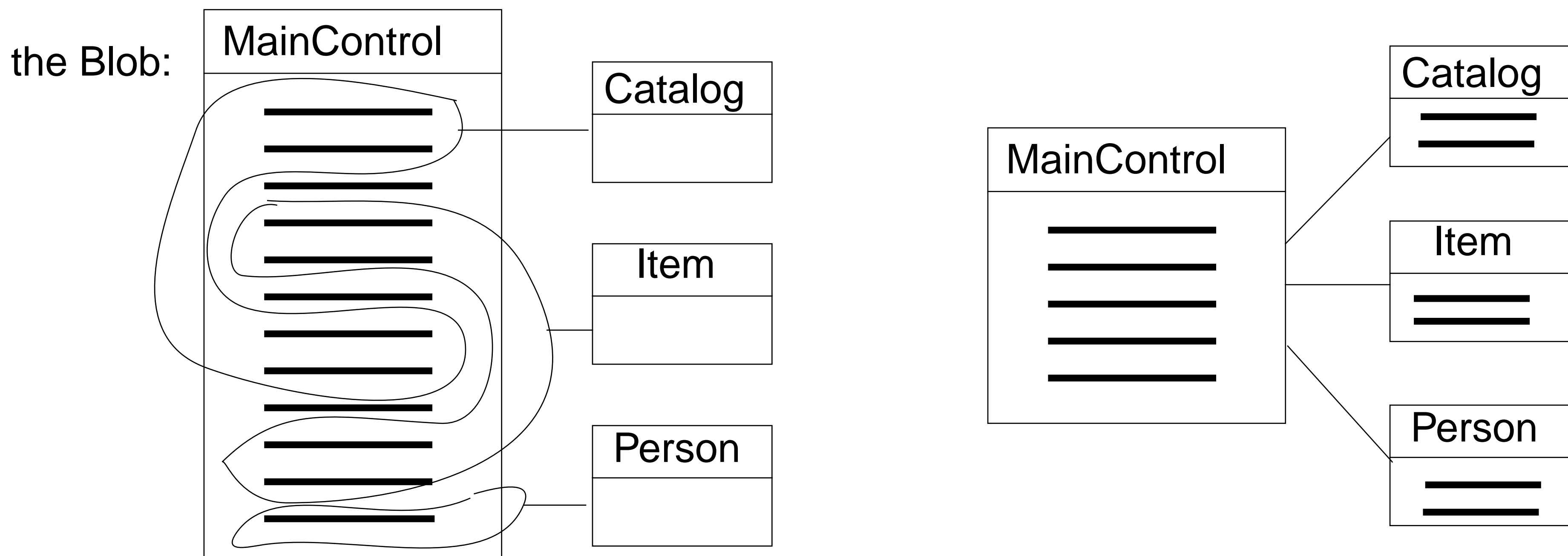
**Beschreibung**: Eine einzige **Klasse dominiert** den Ablauf.
Darum herum sind **Datenklassen** angeordnet.
Ablauf-orientierter Entwurf: **Daten von Operationen getrennt**.

**Symptome**: Eine **Klasse mit vielen Methoden und Attributen**, **geringe Kohärenz**.

**Ursache**: evtl. OO-Kenntnisse fehlen

**Konsequenzen**: **Schlecht wartbar**, änderbar; **nicht wiederverwendbar**

**Verbesserte Lösung**: **Zerlegen**; Operationen und zugehörige Daten **zusammenfassen**.




© 2005 bei Prof. Dr. Uwe Kastens

# 5.2.2 Poltergeister

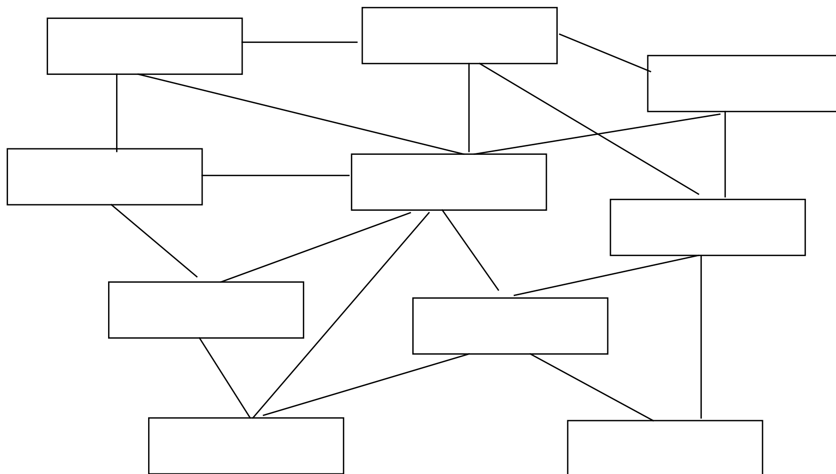
**Beschreibung**: **Übermäßig viele Klassen** und Beziehungen dazwischen, **unnötige Klassen** mit **winzigen Aufgaben**, kurzlebige Objekte ohne Zustand; **schwache Abstraktionen**, unnötig komplexe Struktur.

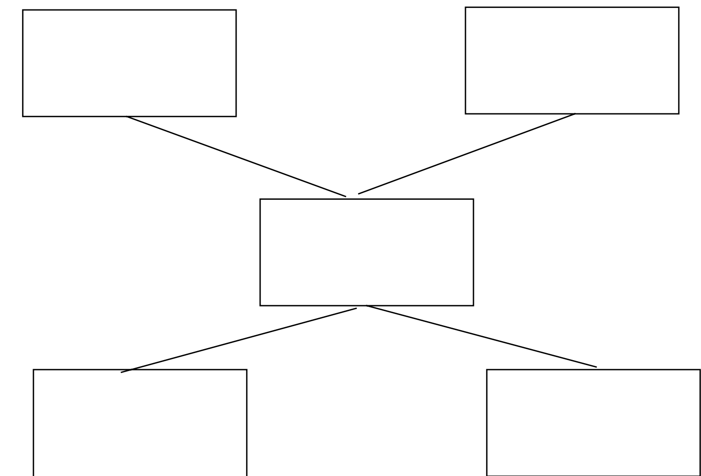
**Symptome**: s.o.

**Ursache**: evtl. übertriebener Einsatz von Klassen; Anfängerfehler

**Konsequenzen**: Unnötige Klassen und Komplexität **stören das Verständnis**, **verschlechtern die Wartbarkeit,** Änderbarkeit.

**Verbesserte Lösung**: **Irrelevante Klassen eliminieren**; winzige Aufgaben zusammenfassen zu **kohärenten größeren Klassen**.





© 2005 bei Prof. Dr. Uwe Kastens

# 5.2.3 Funktionale Zerlegung

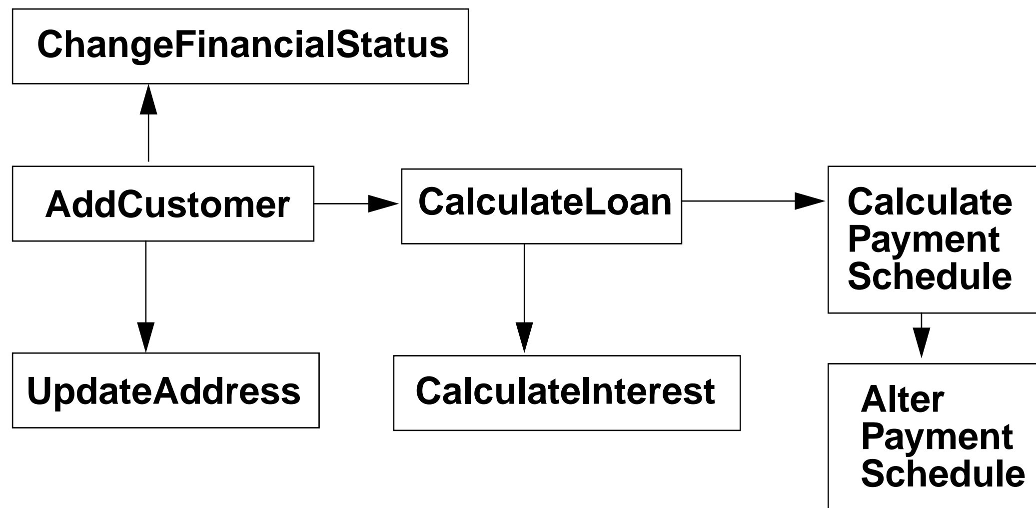
**Beschreibung**: Funktionen **schrittweise verfeinert**; **eine Klasse für jede Funktion**; **OO-Techniken nicht angewandt**.

**Symptome**: **Klassen haben Funktionsnamen** (z. B. CalculateInterest), **nur eine Methode** in jeder Klasse; **degenerierte Struktur**;

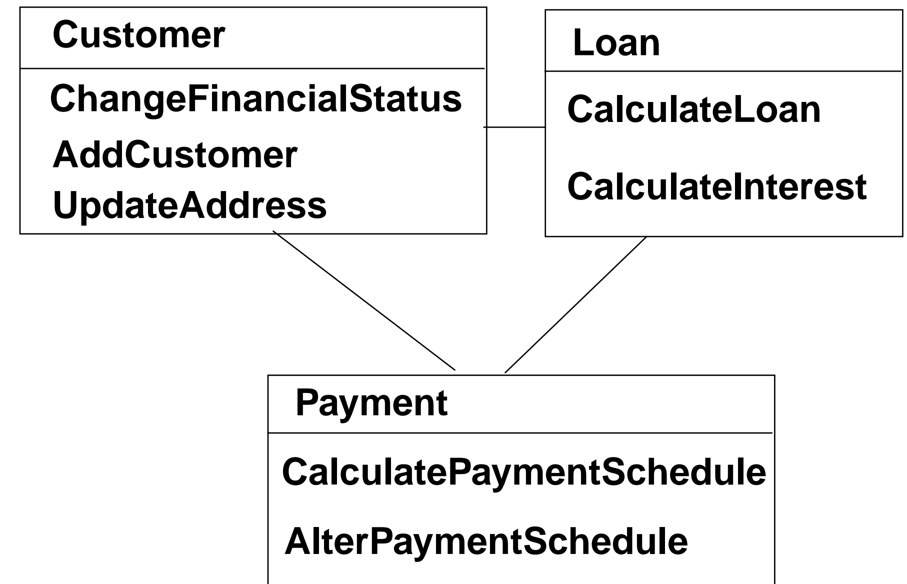
**Ursache:** evtl. OO-Kenntnisse fehlen, Programmierstil der 1970er Jahre

**Konsequenzen**: **schwer zu verstehen** und zu warten; **keine Wiederverwendung**.

**Verbesserte Lösung**: **Mit OO-Konzepten neu entwerfen**.




funktional




objektorientiert

© 2005 bei Prof. Dr. Uwe Kastens

# 5.2.3 Spaghetti Code

Spaghetti Code: geprägt als Begriff zur Charakterisierung schlechter FORTRAN-Programme mit **verschlungenen Abläufen**, nur durch **Sprünge und Marken** programmiert.

**Beschreibung**: **schwach strukturiert**es System;
Klassen mit **riesigen Methoden**,
**viele Methoden ohne Parameter**.

**Symptome**: Methoden sind sehr **Ablauf-geprägt**,
**sehr lange Methodenrümpfe**;
**globale Variable statt Parameter**.

**Ursache**: evtl. Programmier- und OO-Kenntnisse fehlen

**Konsequenzen**: **schlecht wartbar**;
**kein Nutzen von OO**, nicht wiederverwendbar.

**Verbesserte Lösung**: **Umstrukturieren**;
besser: **nicht entstehen lassen**.

© 2005 bei Prof. Dr. Uwe Kastens

# Kurzbeschreibungen einiger Anti Patterns

**5.2.5 Lava Flow** (ausgeflossen, alt und hart geworden)

**Beschreibung**: **Unkontrollierte Auswüchse und Anbauten** des Systems; veraltete, **schwierig zu entfernende Klassen**;

**Ursachen**: **verpasster Redesign**, mangelhafte Struktur

**Abhilfe**: **Redesign**

**5.2.4 Ofenrohr-Struktur** (zusammengeflickt und verrostet)

**Beschreibung**: **adhoc-Struktur**; alle Subsysteme sind **paarweise verbunden**; Verbindungen müssen **immer wieder repariert** werden.

**Abhilfe**: **Redesign**

**5.2.6 Swiss Army Knife** (universell verwendbar)

**Beschreibung**: Klasse mit **riesiger Schnittstelle**; große Zahl von Methoden, die **alle Möglichkeiten und Varianten** vorsehen sollen

**Abhilfe**: **Schnittstelle strukturieren**, reduzieren, **Schema (Profile) einführen zur Parametrisierung**

© 2005 bei Prof. Dr. Uwe Kastens

# 5.3 Üble Gerüche im Code - Signal zum Refaktorisieren

## Refaktorisieren:

**Ziel: Code verbessern**

- bessere Struktur,
- leichter verständlich,
- besser änderbar,
- besser korrigierbar

**Methode:**

Objektorientierten Code eines Software-Systems in kleinen Schritten sytematisch verändern:

- Transformation aus Katalog anwenden (72 bei Fowler)
- beobachtbare Wirkung bleibt unverändert
- prüfen durch umfassende Tests (selbstprüfende Regressionstests)
- **üble Gerüche** (bad smells) als Hinweis auf schlechte Stellen im Code

**Herkunft des Refaktorisierens (Refactoring):**

Mitte 80er, Smalltalk-Community; Cunningham, Fowler, Beck, Opdyke

Martin Fowler: Refactoring, Addison-Wesley,

Kent Beck: eXtreme Programming, Addison-Wesley, 1999

© 2005 bei Prof. Dr. Uwe Kastens

# Liste übler Gerüche (nach Fowler)

1. **Duplizierter Code**
2. Lange Methode
3. Große Klasse
4. Lange Parameterliste
5. Divergierende Änderungen
6. Schrotkugeln herausoperieren
7. Neid
8. Datenklumpen
9. Neigung zu elementaren Typen
10. **Switch-Anweisungen**
11. Parallele Vererbungshierarchien
12. Faule Klasse
13. Spekulative Allgemeinheit
14. Temporäre Felder
15. Nachrichtenketten
16. Vermittler
17. **Unangebrachte Intimität**
18. Alternative Klassen mit verschiedenen Schnittstellen
19. Unvollständige Bibliotheksklasse
20. **Datenklassen**
21. **Ausgeschlagenes Erbe**
22. **Kommentare**

© 2005 bei Prof. Dr. Uwe Kastens

# Beispiele für üble Gerüche im Code (1)

**1. Duplizierter Code:**

An mehreren Stellen tritt die gleiche (ähnliche) Codestruktur auf.

Refaktorisierungen zur Abhilfe:

Methode extrahieren, Klasse extrahieren

**10. switch-Anweisung**

In mehreren switch-Anweisungen wird über denselben Wertebereich verzweigt; Typschlüssel; Änderungen betreffen alle Auftreten; nicht objektorientiert

Refaktorisierungen zur Abhilfe:

Methode extrahieren, Methode verschieben, Typschlüssel durch Unterklassen ersetzen, Bedingten Ausdruck durch Polymorphismus ersetzen

**17. Unangebrachte Intimität:**

Methode befasst sich zu intensiv mit den Daten und Methoden einer anderen Klasse

Refaktorisierungen zur Abhilfe:

Methode verschieben,
Feld verschieben, Klasse extrahieren,
Delegation verbergen

**20. Datenklassen:**

Klasse hat nichts außer Feldern und get- und set-Methoden dafür; wird von anderen Klassen aus manipuliert

Refaktorisierungen zur Abhilfe:

Methode verschieben, Methode extrahieren, set-Methode entfernen, Methode verbergen

© 2005 bei Prof. Dr. Uwe Kastens

# Beispiele für üble Gerüche im Code (2)

**21. Ausgeschlagenes Erbe:**

**a.** Unterklasse verwendet kaum Methoden und Felder aus der Oberklasse

Refaktorisierungen zur Abhilfe:

Neue Geschwisterklasse bilden, Methode/ Feld nach unten schieben

**b.** Unterklasse verwendet Methoden und Felder der Oberklasse, hält aber deren Schnittstelle nicht ein (Ersetzbarkeit verletzt, inkrementelle Weiterentwicklung)

Refaktorisierungen zur Abhilfe:

Vererbung durch Delegation ersetzen

**22. Kommentare:**

Kommentare als Deodorant gegen übel riechenden Code; signalisieren häufig schwer verständlichen Code

Refaktorisierungen zur Abhilfe:

Methode extrahieren, Methode umbenennen, Zusicherung einführen

Gute Kommentare an gutem Code begründen z. B. Entwurfsentscheid- ungen - hilfreich für spätere Wartung

© 2005 bei Prof. Dr. Uwe Kastens

# 5.4 Unangenehme OOP-Überraschungen

Für die **Software-Wartung** wünscht man sich, dass folgendes nicht eintreten kann:

> **Zufügen einer Deklaration** in **einem Modul**
> ändert die **Wirkung** von Funktionen eines **anderen Moduls** -
> **ohne Warnung** durch den Übersetzer.

Man müsste sonst bei **Weiterentwicklungen und beim Testen**
**immer das ganze System** betrachten.

**In nicht-OO-Sprachen weitgehend erfüllt**.

**In objektorientierte Sprachen**:

> dynamische Methodenbindung und Überschreiben
> erzeugen den **o.g. Effekt - beabsichtigt**.

Die folgenden Beispiele zu o.g.Effekt stammen aus einem Vortrag über OOP & Maintenance von E. Plödereder, Universität Stuttgart.

© 2005 bei Prof. Dr. Uwe Kastens

# Versehentlich überschrieben (1)

```
class C1
{
   void doA () {... if (...) this.doB(); ...}
   void doB () {...}
}

class C2 extends C1
{
   // doA geerbt
   // doB geerbt, dann überschrieben
   void doB () {... this.doA(); ...}
}
```

Nach Einfügen von **doB** in **C2** wird in **doA** nicht mehr **C1.doB** sondern **C2.doB** aufgerufen.

Der Aufruf von **C2.doB** terminiert dann u. U. nicht.

Nach einem Beispiel aus einem Vortrag über OOP & Maintenance von E. Plödereder, Universität Stuttgart.

© 2005 bei Prof. Dr. Uwe Kastens

# Versehentlich überschrieben (2)

```
   class C1
   {  public void doA () {...}
   }

   class C2 extends C1
   {


   }

   class C3 extends C2
   {


   }

------------- Ende der Bibliothek

   class C4 extends C2
   {  public void doC () {...}
   }
```

Nach einem Beispiel aus einem Vortrag über OOP & Maintenance von E. Plödereder, Universität Stuttgart.

© 2005 bei Prof. Dr. Uwe Kastens

# Versehentlich überschrieben (2)

```
   class C1
   {  public void doA () {...}
   }

   class C2 extends C1
   {
      protected void doC () {...}
   }

   class C3 extends C2
   {
      void foo (C2 v) { ... v.doC(); ...}
   }

------------ Ende der Bibliothek

   class C4 extends C2
   {  public void doC () {...}
   }
```

Ergänzung der Bibliothek

Ergänzung der Bibliothek
Aufruf führt in die
schon vorher existierende
Benutzermethode
`C4.doC`

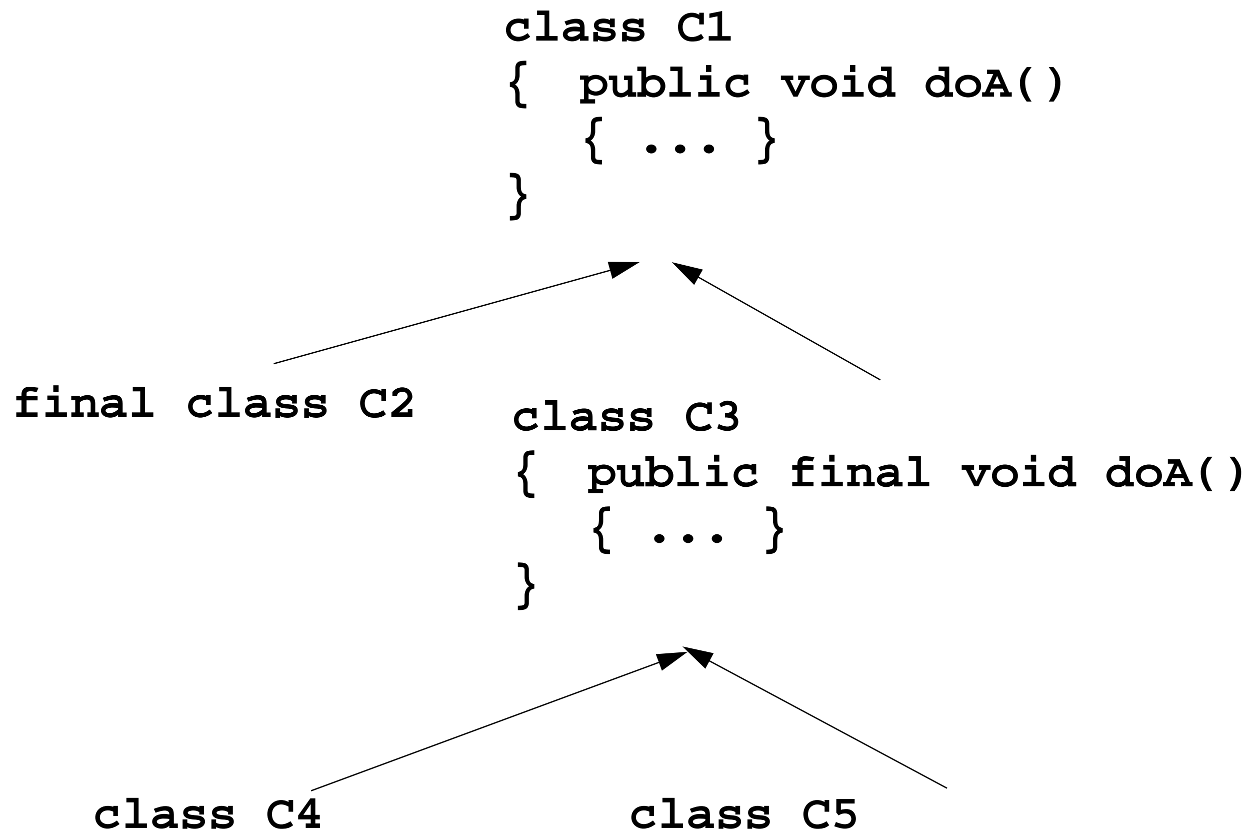
Programmierer sollten explizit machen können, ob Überschreiben gemeint ist.
Der Übersetzer dann prüfen und melden **„accidental overriding".**

Nach einem Beispiel aus einem Vortrag über OOP & Maintenance von E. Plödereder, Universität Stuttgart.

© 2005 bei Prof. Dr. Uwe Kastens

# `final` umgangen

In der Klassenhierarchie C1, C2, C3 sollte weiteres Überschreiben von doA verhindert werden:

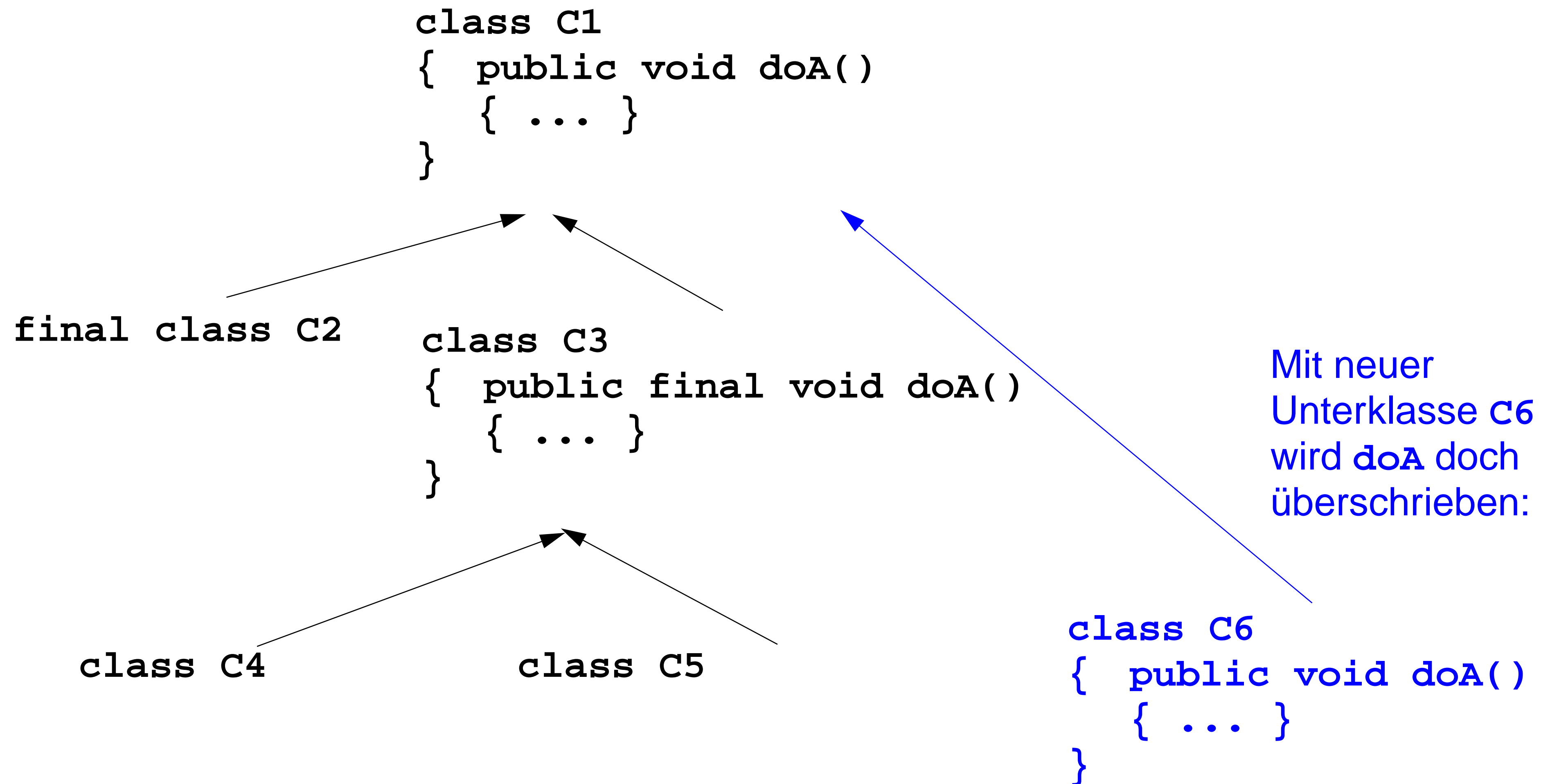



Nach einem Beispiel aus einem Vortrag über OOP & Maintenance von E. Plödereder, Universität Stuttgart.

© 2005 bei Prof. Dr. Uwe Kastens

# final umgangen

In der Klassenhierarchie C1, C2, C3 sollte weiteres Überschreiben von doA verhindert werden:




Nach einem Beispiel aus einem Vortrag über OOP & Maintenance von E. Plödereder, Universität Stuttgart.

© 2005 bei Prof. Dr. Uwe Kastens

# Überschreiben - Überladen

**vorher**:

```
class C1
{  void doM (C1 x, T1 B);
      {...}
}

class C2 extends C1 {...}

class C3 extends C2
{  void doM (C1 x, T1 B);
      {...}
}

class C4 extends C3 {...}
```

`C3.doM` überschreibt `C1.doM`

**nachher**:

```
class C1
{  void doM (C1 x, T2 B);
      {...}
}

class C2 extends C1 {...}

class C3 extends C2
{  void doM (C1 x, T1 B);
      {...}
}

class C4 extends C3 {...}
```

`C3.doM` überlädt `C1.doM`

Nach einem Beispiel aus einem Vortrag über OOP & Maintenance von E. Plödereder, Universität Stuttgart.

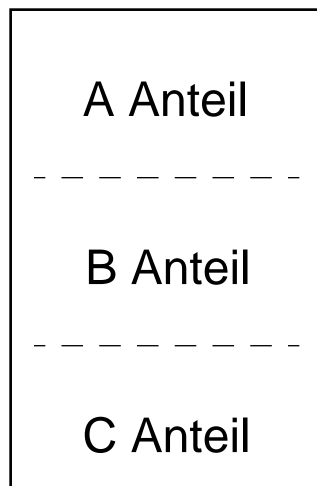
© 2005 bei Prof. Dr. Uwe Kastens

# 6 Jenseits von Java
## 6.1 Variationen von Inheritance
### 6.1.1 Konkatenation oder Delegation

Betrifft Implementierung von Objektspeicher und Methodenbindung

**Konkatenation**:

**Objektspeicher**:
zusammenhängender Speicher mit Anteilen für die Klasse und jede Oberklasse

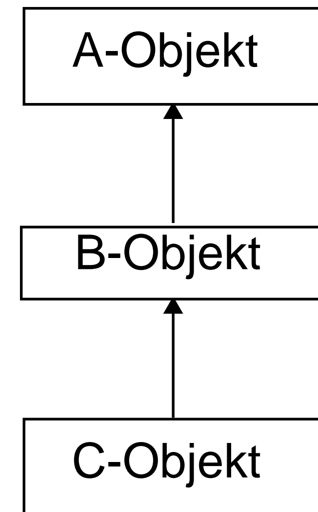


**Methodensuche:**
wird für C-Objekt vollständig erledigt

Sprachen: C++, Eiffel, Simula, Beta

**Delegation:**

**Objektspeicher**:
Speicherblock für das Objekt und Referenzen auf die Elternobjekte




**Methodensuche:**
Aufrufe werden in einem Objekt erledigt oder an Oberobjekt delegiert
Sprachen: Smalltalk, Self

© 2013 bei Prof. Dr. Uwe Kastens

# 6.1.2 Multiple Inheritance

**Single Inheritance** (Einfachvererbung):

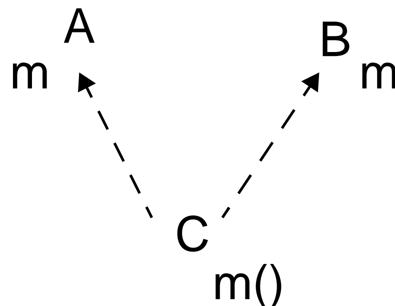
Jede Klasse hat **höchstens oder genau eine direkte Oberklasse** (Base Class).
Inheritance-Relation ist linear aus Sicht einer Unterklasse;
Inheritance-Relation ist ein **Wald bzw. Baum** für alle Klassen zusammen.
Sprachen: Smalltalk, Java (für Klassen, nicht für Interfaces).

**Multiple Inheritance** (Mehrfachvererbung):

Jede Klasse hat **beliebig viele direkte Oberklassen**
Inheritance-Relation ist DAG (aus Sicht einer Klasse und insgesamt)
Sprachen: C++, Eiffel, CLOS

Java's Inheritance und Interfaces können in C++ mit Multiple Inheritance und rein abstrakten Klassen nachgebildet werden.
C++ ermöglicht Übergang von Interfaces zu Klassen.

**Namensproblem**: gleicher Name in verschiedenen Klassen erreichbar




C++: undifferenzierter Zugriff `m` statt `A::m` ist Fehler

Eiffel: Erben ohne Umbenennung ist Fehler

CLOS: Kanten sind geordnet, erster Weg zu `m` gilt

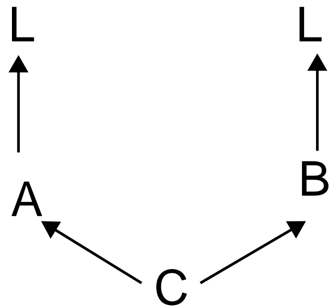
© 2013 bei Prof. Dr. Uwe Kastens

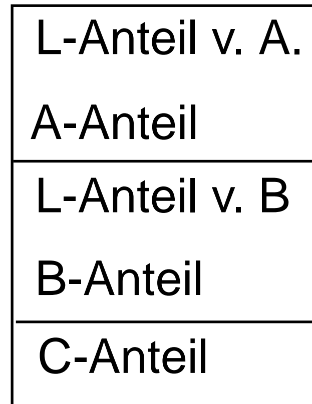
# Mehrfach vorkommende Oberklasse

Eine Klasse **`L`** kann **mehrfach indirekte Oberklasse** einer Klasse C sein.

**C++**: zwei Varianten:

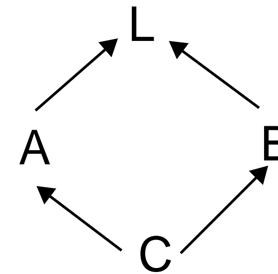
Konkatenation

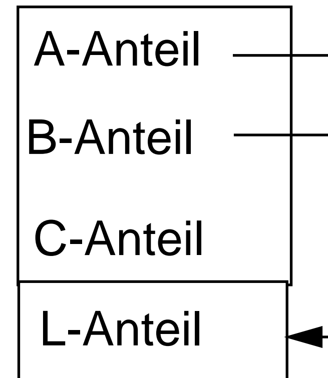



```
class A: public L {...}
class B: public L {...}
```

Objekte enthalten **`L`**-Anteile mehrfach
**`A`** und **`B`** benutzen **`L`** unabhängig
(Attribute und Methoden)
**`C`** muss differenzieren




```
class A: public virtual L {...}
class B: public virtual L {...}
```

Objekte enthalten **`L`**-Anteil nur einmal;
**`L`** hat gemeinsame Daten für die Unterklassen

**Eiffel**: nur diese Variante mit expliziter Selektion

© 2005 bei Prof. Dr. Uwe Kastens

# 6.1.3 Selektives Erben in Eiffel

**Einzelne Methoden und Datenattribute** der Oberklasse können **beim Erben** explizit **überschrieben, umbenannt, gelöscht** werden:

- **Überschreiben** (`redefine`) wird explizit gemacht!
- **Umbenennen** (`rename`), z. B. um Namenskonflikte zu vermeiden; ermöglicht auch, dieselbe Klasse direkt mehrfach zu erben
  Problem: Ersetzbarkeit, Subtyping werden zerstört!
- **Löschen** - nicht erben
  `undefine f end;`
  Problem: Ersetzbarkeit, Subtyping werden zerstört!
- Für **bestimmte** Klassen **zugreifbar** machen
  `export {A,B} f; ANY g; end`

```
class FIXED_TREE[T] inherit
   TREE[T]
   redefine
      attach_to_higher, higher
   end;

   CELL[T];

   LIST [like Current]
   rename
      off as child_off, ...
   redefine
      duplicate, first_child
   end

feature
   ....
end;
```

© 2013 bei Prof. Dr. Uwe Kastens

# Weitere Eigenschaften von Eiffel

- **Generische Definitionen**
- **Multiple inheritance:**
  `FIXED_TREE[T] erbt von`
  `TREE[T], CELL[T], LIST[...]`
- `Current` entspricht this o. self
- `like X`: steht für den Typ von `X`,
  z.B. einsetzbar zur Lösung des Problems der binären Operationen:

Eine Methode `plus` in der Klasse `A` sei deklariert als
`like Current plus (like Current)..`
dann hat sie in `A` die Signatur
`plus: A x A -> A`
In einer Unterklasse `B` wird sie mit der Signatur geerbt
`plus: B x B -> B`

```
class FIXED_TREE[T] inherit
   TREE[T]
   redefine
      attach_to_higher, higher
   end;

   CELL[T];

   LIST [like Current]
   rename
      off as child_off, ...
   redefine
      duplicate, first_child
   end

feature
   ....
end;
```

© 2013 bei Prof. Dr. Uwe Kastens

# 6.1.4 Mixin Inheritance

**Mixin**:

**Wiederverwendbare Zusammenfassung** weniger Methoden und Datenattribute für bestimmten Zweck.
Mixins liegen **außerhalb der Klassenhierarchie**, werden von Klassen geerbt.

```
mixin Name
{  String name;
   void setName (String n){.... }
   string getName () {.... }
}

mixin Adresse
{.... }
```

```
class Person inherits Name,Adresse
{  .... }

class Firma inherits Adresse
{  .... }
```

Nicht explizit als Konstrukt in verbreiteten Sprachen.

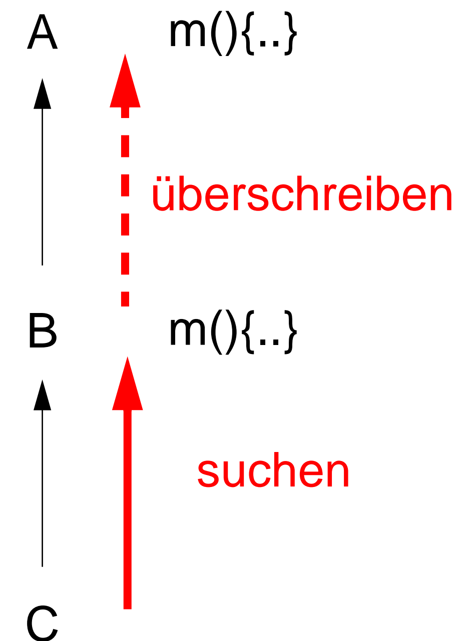
Kann mit Mehrfachvererbung implementiert werden (z. B. in C++, Eiffel).

© 2014 bei Prof. Dr. Uwe Kastens

# 6.2 Varianten der dynamischen Methodenbindung Richtung der Methodensuche: aufwärts

Die Entscheidung, welche von **überschriebenen Methoden aufgerufen** wird, kann als **Suche entlang der Vererbungsrelation** beschrieben werden:

von der Klasse des Objekts
**aufwärts durch die Oberklassen**
**ersetzt** die überschreibende Methode die überschriebene **vollständig**
- ggf. mit **anderer Bedeutung!**




Die Oberklasse kann sich dagegen nicht absichern.

Sprachen: Java, C++ , Eiffel, Smalltalk

In Smalltalk ist die Suche so als Delegation implementiert.

In übersetzten Sprachen wird die Suche möglichst vermieden - durch Übersetzertabellen.

C c = new C(); c.m()

Wird auch ***American semantics*** genannt.

© 2013 bei Prof. Dr. Uwe Kastens

# Richtung der Methodensuche: abwärts

Die Entscheidung, welche **Methoden aufgerufen** werden, kann als **Suche entlang der Vererbungsrelation** beschrieben werden:

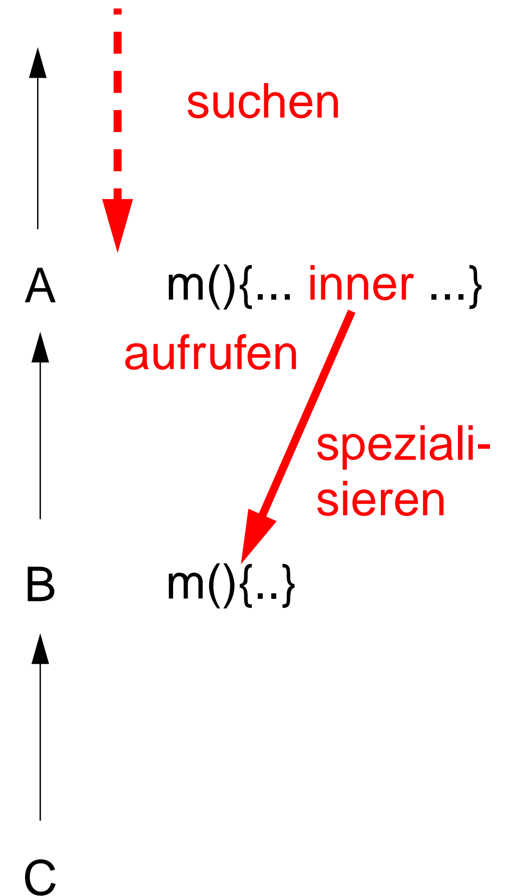
Von der **höchsten Oberklasse abwärts zur Klasse des Objektes** werden **alle Methoden** gleichen Namens und passender Signatur **ausgeführt**.

Im Rumpf der Methode kann durch `inner` gekennzeichnet werden, wo die Ausführung „tieferer" Methoden eingebettet wird.

Die Oberklasse kann so **Erweiterungsstellen** definieren.
Die **Methoden** werden so in Unterklassen **spezialisiert** statt ersetzt.

Sprachen: Beta, Simula.

Wird auch ***Scandinavian semantics*** genannt.




© 2013 bei Prof. Dr. Uwe Kastens

# Mehrfach-Dispatch

**Einfach-Dispatch**:

Methodenaufruf wird **auf ein Objekt** angewandt (Receiver): **`a.plus (b)`**

Die **Klassenzugehörigkeit des Objektes** in **`a`** bestimmt, welche Methode aufgerufen wird.
Die Parameterobjekte tragen nicht zu der Entscheidung bei.
Auch konzeptionell symmetrische Operationen werden **unsymmetrisch** ausgeführt.

Sprachen: fast alle objektorientierten Sprachen

**Mehrfach-Dispatch**:

Die **Klassenzugehörigkeiten aller Parameterobjekte zusammen** bestimmen, welche Methode aufgerufen wird. **`plus (a, b)`**
**Symmetrische** Behandlung der Parameter; kein hervorgehobener Receiver;
z. B. **`plus`** für **`int`**, **`float`** und **`Vector`** unterschieden anhand der Objekte in **`a`** und **`b`**.

Sprachen: CLOS, Lisp-Derivate

© 2005 bei Prof. Dr. Uwe Kastens

# 6.3 Prototyp-basierte Sprachen

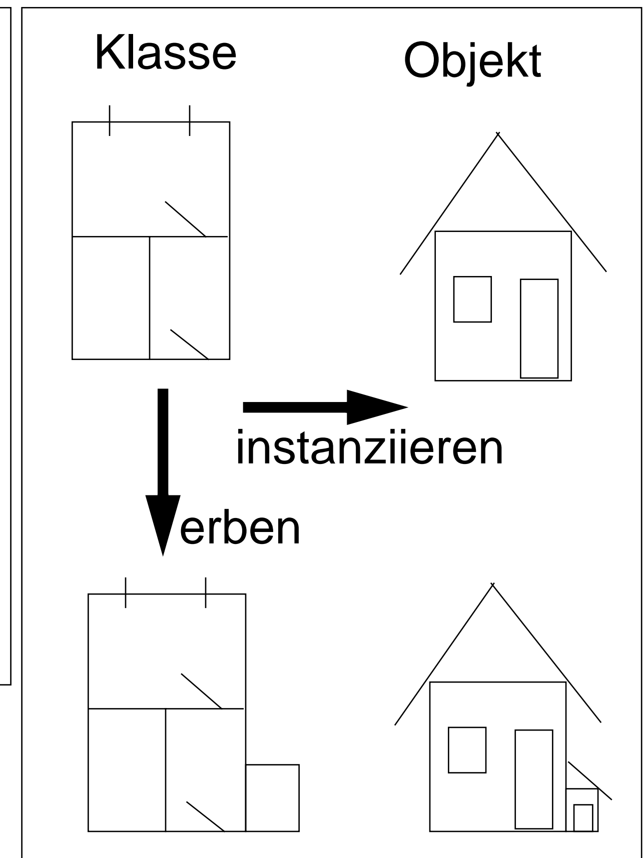
**Klassen-basierte** Sprachen (die meisten OO-Sprachen):

**Klasse:**

- Programmelement
- Plan zur Herstellung von Objekten
- vereinigt statische Eigenschaften der Objekte
- Vererbung zwischen Klassen

**Objekt:**

- zur Laufzeit erzeugt
- Exemplar einer Klasse
- speichert individuelle Daten, Zustand

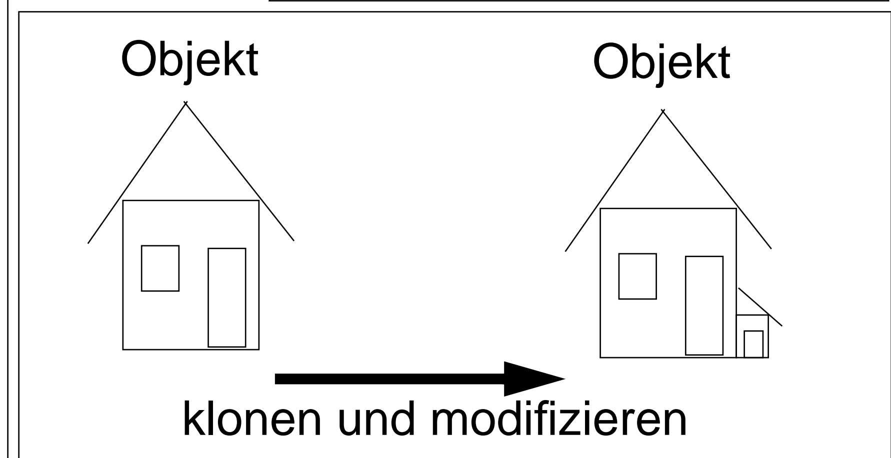



**Prototyp-basierte** Sprachen (Self, JavaScript):

Es gibt **keine Klassen - nur Objekte**.

**Objekte** werden

- **neu hergestellt** oder
- **aus Prototyp-Objekten kopiert** (geklont) und
- **individuell modifiziert**, weiterentwickelt
- **Vererbung zwischen Objekten**




© 2013 bei Prof. Dr. Uwe Kastens

# JavaScript: Objektorientierte Scriptsprache

**Scriptsprache:**

- Sprache zum Aufruf von Programmen, ursprünglich Betriebssystem Kommandosprache, z. B. Unix Shell ähnlich: Perl, PHP, Python
- interpretiert
- dynamisch typisiert, einfache Datenstrukturen
- komfortable Operationen auf Strings

**JavaScript:**

- Scriptsprache zur Programmierung von Effekten auf Web-Seiten
- von Netscape entwickelt
- in Browser integriert
- kein Bezug zu Java
- objektorientiert, Prototyp-basiert
- in HTML (u.a.) integriert

```
<html>
   <head>
   <title>Beispiel mit JavaScript
   </title>
   <script type="text/javaScript">
      function TestObjekt()
      {  alert("Hello World!");
      }
   </script>
   </head>
      <form ...>
         <input type="submit" ...
            onclick="TestObjekt()">
      </form>
   </body>
</html>
```

© 2013 bei Prof. Dr. Uwe Kastens

# Objekterzeugung

Objekte werden durch **Konstruktorfunktionen** erzeugt:

- mit **`new`** aufgerufen,
- Funktionsrumpf greift über **`this`** auf Datenattribute zu
- **Datenattribute** werden **durch Zuweisung** eingeführt

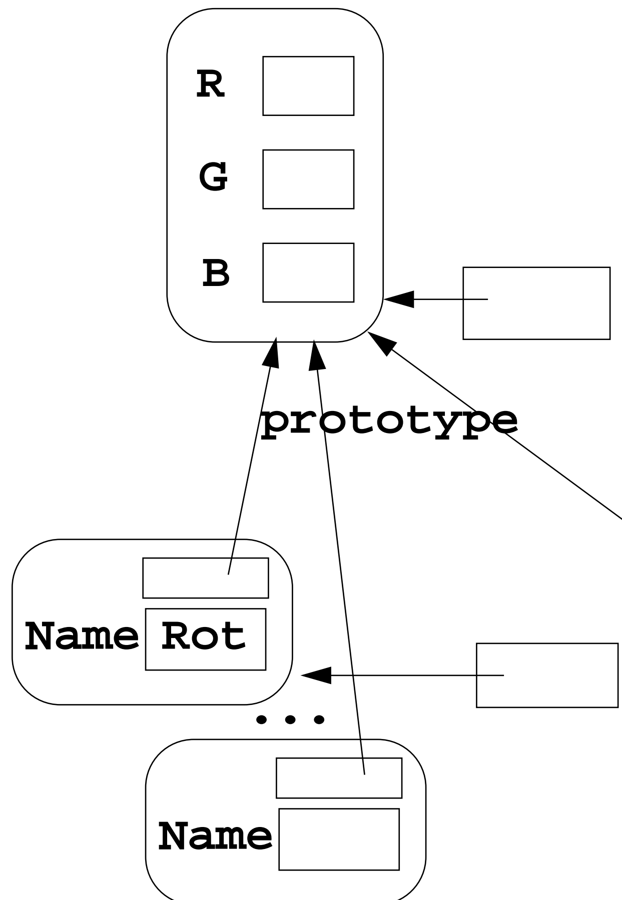
```
function Farbe
   (Farbwert_R, Farbwert_G, Farbwert_B)
{  this.Farbwert_R = Farbwert_R;
   this.Farbwert_G = Farbwert_G;
   this.Farbwert_B = Farbwert_B;
}

function TestObjekt()
{  Test = new Farbe("A2", "FF", "74");
   alert("Der Rotwert meiner Farbe ist " +
          Test.Farbwert_R);
}
```

© 2005 bei Prof. Dr. Uwe Kastens

# Objekt aus Prototyp erzeugen

**Prototyp-Objekt der Konstruktorfunktion** zuordnen.

Alle erzeugten **Objekte erben die Prototyp-Eigenschaften**.
**Delegation**: **Ändern des Prototyps** ändert alle Objekte dazu - auch existierende




```
function Farbe
   (Farbwert_R, Farbwert_G, Farbwert_B)
{  this.Farbwert_R = Farbwert_R;
   this.Farbwert_G = Farbwert_G;
   this.Farbwert_B = Farbwert_B;
}

Rot = new Farbe("FF", "00", "00");

function FarbeMitNamen(Name)
{  this.Name   = Name;}

FarbeMitNamen.prototype = Rot;

function TestObjekt()
{  Test = new FarbeMitNamen("Rot");
   alert("Der Rotwert meiner Farbe ist " +
         Test.Farbwert_R +
         ". Der Name ist " + Test.Name);
}
```

© 2005 bei Prof. Dr. Uwe Kastens

# Objekt-Hierarchie

**Objekt-Hierarchie aus Prototypen; dynamische Zuordnung von Methoden:**

Methode **zuweisen**

**Konstruktor-Funktionen** mit `fig` als Prototyp

**dynamische Bindung** für Namen von Attributen und Methoden

**veränderlicher Zustand** im gemeinsamen **Prototyp**

**Überschreiben**: Suche entlang der Prototyp-Referenzen

```
fig = new function(){}(); // leeres Objekt erzeugen
fig.move =
   function (dx, dy) // lambda-Ausdruck
   {  this.x += dx; this.y += dy};

function Kreis(r)
{  this.x = 0; this.y = 0; this.radius = r;}
Kreis.prototype = fig;

function Rechteck(l, b)
{  this.x = 0; this.y = 0; this.lg = l; this.br = b;}
Rechteck.prototype = fig;

function TestObjekt()
{  k1 = new Kreis(1); k1.move(5, 5);
   r1 = new Rechteck(3,7); r1.move(2,4);

   fig.printKoord =
      function ()
      {  alert( "x = "+ this.x + " y = " + this.y);}

   k1.printKoord(); r1.printKoord();
}
```

© 2013 bei Prof. Dr. Uwe Kastens

# Prototypen gegenüber Klassen

**positiv für Prototypen:**

- Prototypen sind **konkreter**, näher an Objekten als Klassen es sind.
- **Einzige Objekte** einer Art sind einfacher herzustellen.
- **Einfache**, freizügig verwendbare Sprachkonzepte
- Wenn **Klassen „first class“** sind braucht man **Meta-Klassen** und dafür Meta-Klassen ...

**negativ für Prototypen:**

- **Konstruktorfunktionen** sind ein halber Schritt in Richtung Klassen.
- **Individuelle Objektzustände** können nicht im gemeinsamen Prototyp gespeichert werden; Abstraktion wird inkonsequent
- keine **Typsicherheit** (bezüglich Klassen)
- schwächere Möglichkeiten zur **Abstraktion**
- zur **Modellierung** nicht geeignet (Ebene dert Klassen und Typen fehlt)

© 2013 bei Prof. Dr. Uwe Kastens

# 6.4 Scala: objektorientierte und funktionale Sprache

Scala: Objektorientierte Sprache (wie Java, in kompakterer Notation) ergänzt um funktionale Konstrukte (wie in SML); objektorientiertes Ausführungsmodell (Java)

**funktionale Konstrukte:**

- geschachtelte Funktionen, Funktionen höherer Ordnung, Currying, Fallunterscheidung durch Pattern Matching
- Funktionen über Listen, Ströme, ..., in der umfangreichen Sprachbibliothek
- parametrische Polymorphie, eingeschränkte, lokale Typinferenz

**objektorientierte Konstrukte:**

- Klassen definieren alle Typen (Typen konsequent oo - auch Grundtypen), Subtyping, beschränkbare Typparameter, Case-Klassen zur Fallunterscheidung
- objektorientierte Mixins (Traits)

**Allgemeines:**

- statische Typisierung, parametrische Polymorphie und Subtyping-Polymorphie
- sehr kompakte funktionale Notation
- komplexe Sprache und recht komplexe Sprachbeschreibungen
- übersetzbar und ausführbar zusammen mit Java-Klassen
- seit 2003, Martin Odersky, www.scala.org

© 2014 bei Prof. Dr. Uwe Kastens

# Übersetzung und Ausführung: Scala und Java

- **Reines Scala-Programm:**
  ein Programm bestehend aus einigen Dateien **`a.scala`**, **`b.scala`**, ... mit Klassen- oder Objekt-Deklarationen in Scala,
  eine davon hat eine **`main`**-Funktion;

  übersetzt mit **`scalac *.scala`**
  ausgeführt mit **`scala MainKlasse`**

```
// Klassendeklarationen

object MainKlasse {
// Funktionsdeklarationen

   def main(args: Array[String]) {

// Ein- und Ausgabe, Aufrufe
    }
}
```

- **Java- und Scala-Programm:**
  ein Programm bestehend aus Scala-Dateien **`a.scala`**, **`b.scala`**, ... und Java-Dateien **`j.java`**, **`k.java`**, ...;
  eine Java-Klasse hat eine **`main`**-Funktion;

  übersetzt mit **`scalac *.scala *.java`**
  dann mit **`javac *.scala *.java`**
  (Pfad zur Bibliothek angeben)
  ausgeführt mit **`java MainKlasse`**

- **Reines Scala-Programm interaktiv:**
  (siehe Übungen)

© 2014 bei Prof. Dr. Uwe Kastens

# Benutzung von Listen

Die abstrakte **Bibliotheksklasse** `List[+A]` definiert Konstruktoren und Funktionen über **homogene Listen**

```
val li1 = List(1,2,3,4,5)

val li2 = 2 :: 4 :: -1 :: Nil
```

**Verfügbare Funktionen:**

`head, tail, isEmpty, map, filter, forall, exist, range, foldLeft, foldRight, range, take, reverse, :::` (append)

**zwei Formen für Aufrufe:**

```
li1.map (x=>x*x)// qualifizierter Bezeichner map

li1 map (x=>x*x)// infix-Operator map
```

**Funktionsdefinitionen mit Fallunterscheidung:**

```
def isort(xs: List[Int]): List[Int] = xs match {
   case List() => List()
   case x :: xs1 => insert(x, isort(xs1))
}
def insert(x: Int, xs: List[Int]): List[Int] = xs match {
   case List() => List(x)
   case y :: ys => if (x <= y) x :: xs else y :: insert(x, ys)
}
```

© 2014 bei Prof. Dr. Uwe Kastens

# Case-Klassen: Typkonstruktoren mit Pattern Matching

Klassen können **Parameter** haben. Sie sind Instanzvariable der Klasse und Parameter des Konstruktors.
Die **Konstruktoren von Case-Klassen** können zur **Fallunterscheidung** und zum **Binden der Werte** dieser Instanzvariablen verwendet werden. Objekte können ohne `new` gebildet werden; Methoden für strukturellen Vergleich (`==`) und `toString` werden erzeugt.

```
abstract class Person
case class King    () extends Person
case class Peer    (degr: String, terr: String, number: Int )
                     extends Person
case class Knight  (name: String) extends Person
case class Peasant (name: String) extends Person

val guestList =
   Peer ("Earl", "Carlisle", 7) :: Kling () ::
   Knight ("Gawain") :: Peasant ("Jack Cade") :: Nil

def title (p: Person): String = p match {
   case King () => "His Majesty the King"
   case Peer (d, t, n) => "The " + d + " of " + t
   case Knight (n) => "Sir " + n
   case Peasant(n) => n }

println ( guestList map title )

List(His Majesty the King, The Earl of Carlisle, Sir Gawain, Jack Cade)
```

© 2014 bei Prof. Dr. Uwe Kastens

# Definition polymorpher Typen

Polymorphe Typen werden durch **Klassen mit Typparameter** definiert, z.B. Container-Klassen.
**Alternative Konstruktoren** werden durch **Case-Klassen** formuliert, z.B Binärbäume.

```
abstract class BinTree[A]
case class Lf[A] ()  extends BinTree[A]
case class Br[A] (v: A, left: BinTree[A], right: BinTree[A])
                     extends BinTree[A]
```

**Funktionen über Binärbäume:**

```
def preorder[A] (p: BinTree[A]): List[A] = p match {
   case Lf() => Nil
   case Br(v,tl,tr) => v :: preorder (tl) ::: preorder (tr)
}

val tr: BinTree[Int] =
      Br (2, Br (1, Lf(), Lf()), Br (3, Lf(), Lf()))

println ( preorder (tr) )
```

© 2014 bei Prof. Dr. Uwe Kastens

# Funktionen höherer Ordnung und Lambda-Ausdrücke

Ausdrucksmöglichkeiten in Scala entsprechen etwa denen in SML, aber
die **Typinferenz polymorpher Signaturen** benötigt an vielen Stellen **explizite Typangaben**

**Funktion höherer Ordnung:** Faltung für Binärbäume

```
def treeFold[A,B] (f: (A, B, B)=>B, e: B, t: BinTree[A]): B =
   t match {
      case Lf () => e
      case Br (u,tl,tr) =>
         f (u, treeFold (f, e, tl), treeFold (f, e, tr))
}
```

**Lambda-Ausdrücke:**

| | |
|---|---|
| `l1.map ( x=>x*x )` | Quadrat-Funktion |
| `l3.map ( _ => 5 )` | konstante Funktion |
| `l2.map ( Math.sin _ )` | Sinus-Funktion |
| `l4.map ( _ % 2 == 0 )` | Modulo-Funktion |

```
treefold ( ((_: Int, c1: Int, c2: Int) => 1 + c1 + c2) , 0, t)
```

© 2014 bei Prof. Dr. Uwe Kastens

# Currying

Funktionen in **Curry-Form** werden durch mehrere **aufeinanderfolgende Parameterlisten** definiert:

```
def secl[A,B,C] (x: A) (f: (A, B) => C) (y: B) = f (x, y);

def secr[A,B,C] (f: (A, B) => C) (y: B) (x: A) = f (x, y);

def power (x: Int, k: Int): Int =
   if (k == 1) x else
   if (k%2 == 0) power (x*x, k/2) else
                 x * power (x*x, k/2);
```

Im Aufruf einer Curry-Funktion müssen weggelassene Parameter durch _ angegeben werden:

```
def twoPow = secl (2) (power) _  ;Funktion, die 2er-Potenzen berechnet

def pow3 = secr (power) (3) _ ;   Funktion, die Kubik-Zahlen berechnet

println ( twoPow (6) )
println ( pow3 (5) )
println ( secl (2) (power) (3) )
```

© 2014 bei Prof. Dr. Uwe Kastens

# Ströme in Scala

In Scala werden **Ströme** in der Klasse `Stream[A]` definiert.
Besonderheit: Der **zweite Parameter der `cons`-Funktion** ist als `lazy` definiert, d.h. ein aktueller **Parameterausdruck** dazu wird erst ausgewertet, wenn er benutzt wird, d.h. der Parameterausdruck wird in eine **parameterlose Funktion** umgewandelt und so übergeben.
Diese Technik kann allgemein für Scala-Parameter angewandt werden.

```
def iterates[A] (f: A => A) (x: A): Stream[A] =
   Stream.cons(x, iterates (f) (f (x)))

def smap[A] (sq: Stream[A]) (f: A => A): Stream[A] =
   Stream.cons(f (sq.head), smap[A] (sq.tail) (f) )


val from = iterates[Int] (_ + 1) _

val sq = from (1)

val even = sq filter (_ % 2 == 0)

val ssq = from (7)

val msq = smap (ssq) (x=>x*x)


println( msq.take(10).mkString(",") )
```

© 2014 bei Prof. Dr. Uwe Kastens

# Objektorientierte Mixins

**Mixin** ist ein Konzept in objektorientierten Sprachen: Kleine Einheiten von implementierter Funktionalität können Klassen zugeordnet werden (spezielle Form der Vererbung).
Sie definieren nicht selbst einen Typ und liegen neben der Klassenhierarchie.

```
abstract class Bird { protected val name: String }
```

Verschiedene **Verhaltensweisen** werden hier als `trait` definiert:

```
trait Flying extends Bird {
   protected val flyMessage: String
   def fly() = println(flyMessage)
}
trait Swimming extends Bird {
   def swim() = println(name+" is swimming")
}
```

```
class Frigatebird extends Bird with Flying {
   val name = "Frigatebird"
   val flyMessage = name + " is a great flyer"
}
class Hawk extends Bird with Flying with Swimming {
   val name = "Hawk"
   val flyMessage = name + " is flying around"
}

val hawk = (new Hawk).fly(); hawk.swim(); (new Frigatebird).fly();
```

© 2014 bei Prof. Dr. Uwe Kastens

# 7. Zusammenfassung (1)

### Typisierung in OO-Sprachen

- Subtyping vs. Subclassing
- Untertypen für Typkonstrukte
- Funktionsuntertypen und Überschreiben
- Generik

### Einsatz von Vererbung
### konzeptioneller Entwurf:

- Abstraktion
- Spezialisierung
- Rollen, Eigenschaften
- Schnittstellenabstraktion

### Programmentwicklung:

- Inkrementelle Weiterentwicklung
- Komposition statt Vererbung
- Varianten in mehreren Dimensionen
- Eingebettete Agenten

### Entwurfsmuster zur Entkopplung von Software

- Abstract Factory
- Factory Method
- Bridge
- Observer
- Strategy

### Bibliotheken

- Programmbausteine am Beispiel Ausnahmen
- Kopplung, Kohärenz
- Entkoppeln durch Interfaces, Funktoren
- Programmgerüste am Beispiel AWT

© 2014 bei Prof. Dr. Uwe Kastens

# Zusammenfassung (2)

**Entwurfsfehler**

**Missbrauch von Vererbung:**

- Verkannter Schauspieler
- Januskopf
- Ungeplanter Anbau

**AntiPatterns**

- The Blob
- Poltergeister
- Funktionale Zerlegung
- Spaghetti Code

**Üble Gerüche im Code**

- Symptome für Refaktorisieren, Katalog

**Unangenehme OOP-Überraschungen**

- Ursache: meist Überschreiben

**OO Sprachkonzepte und ihr Einsatz**

- Klassen - Objekte vs. Typen - Werte
- Attribute, Methoden, Konstruktoren
- Zugriffsrechte
- Schnittstelle, Implementierung
- Vererbung, Subtyping
- Polymorphie, dyn. Methodenbindung

**Jenseits von Java**

- Konkatenation - Delegation
- Multiple Inheritance
- Selektives Erben
- Mixin Inheritance
- Varianten der Methodenbindung
- Prototypen statt Klassen

© 2014 bei Prof. Dr. Uwe Kastens

# Verständnisfragen zur Objektorientierten Programmierung (1)

1. Erklären Sie, dass Subclassing und Subtyping unterschiedliche Relationen sind.
2. Erklären Sie Subtyping für Records, Funktionen, Variable, Arrays und Objekte.
3. Leiten Sie die Typregel für das Überschreiben aus dem Subtyping ab.
4. Vergleichen Sie Generik in C++ und Java.
5. Wie löst Generik das Typproblem für „binäre Methoden“?
6. Nennen Sie Paradigmen der Vererbung auf Entwurfsebene.
7. Was bedeuten „ Ersetzbarkeit“ und „Subtyping“ beim Einsatz von Vererbung?
8. Nennen Sie einige Kriterien gegen die Anwendung von Vererbung.
9. Erklären Sie Vererbung zum Zwecke der Abstraktion.
10. Grenzen Sie die Vererbungsparadigmen Abstraktion und Spezialisierung gegeneinander ab.
11. Warum muss man beim Paradigma Abstraktion mehr als 2 Klassen zugleich betrachten?
12. Welches Design Pattern basiert auf dem Abstraktions-Paradigma?
13. Erklären Sie Vererbung zum Zwecke der Spezialisierung.
14. Grenzen Sie die Paradigmen Spezialisierung und inkrementelle Weiterentwicklung gegeneinander ab.

© 2014 bei Prof. Dr. Uwe Kastens

# Verständnisfragen zur Objektorientierten Programmierung (2)

15. Welche Rolle spielt Spezialisierung bei Programmgerüsten?
16. Erklären Sie die Vererbungsparadigmen Rollen, Eigenschaften.
17. Erklären Sie das Schema der Delegation an implementierten Rollen.
18. Grenzen Sie die Paradigmen Rollen und Abstraktion gegeneinander ab.
19. Erklären Sie das Vererbungsparadigma Spezifikation.
20. Grenzen Sie das Paradigma Spezifikation gegen Spezialisierung, Abstraktion und Rollen ab.
21. Erklären Sie die Technik inkrementelle Weiterentwicklung.
22. Wie kann man Probleme der inkrementellen Weiterentwicklung vermeiden?
23. Unter welchen Umständen ist Komposition der Vererbung vorzuziehen?
24. Erklären Sie die Technik der Varianten in mehreren Dimensionen.
25. Erklären Sie die Technik der eingebetteten Agenten.
26. Nennen Sie Entwurfsmuster, die speziell der Entkopplung von Software dienen.
27. Erläutern Sie das Entwufsmuster Abstract Factory.
28. Erläutern Sie das Entwurfsmuster Factory Method.

© 2014 bei Prof. Dr. Uwe Kastens

# Verständnisfragen zur Objektorientierten Programmierung (3)

29. Erläutern Sie das Entwurfsmuster Bridge.
30. Erläutern Sie das Entwurfsmuster Observer.
31. Erläutern Sie das Entwurfsmuster Strategy.
32. Charakterisieren Sie unabhängige, eigenständige und eng kooperierende Bausteine.
33. Zeigen Sie das Zusammenspiel von Sprache und Bibliothek an Ausnahmen in Java.
34. Erklären Sie die Arten der Kopplung von Bausteinen.
35. Erklären Sie Entkopplung durch Interfaces und durch Funktoren.
36. Erklären Sie den Begriff der Koheränz.
37. Was charakterisiert ein Programmgerüst?
38. Geben Sie Beispiele für komplexes Zusammenwirken von Komponenten des AWT Programmgerüstes.
39. Welche Rolle spielt die Software-Architektur eines Programmgerüstes?
40. Geben Sie Schemata für den Missbrauch von Vererbung an.
41. Charakterisieren Sie einige AntiPatterns.
42. Beschreiben Sie Ziele und Methoden des Refactoring.

© 2014 bei Prof. Dr. Uwe Kastens

# Verständnisfragen zur Objektorientierten Programmierung (4)

43. Was bedeuten „üble Code-Gerüche“ im Refactoring? geben Sie Beispiele.
44. Geben Sie Beispiele für versehentliches Überschreiben. Wie könnte man es vermeiden?
45. Geben Sie Empfehlungen für den Zugriff auf Attribute.
46. Stellen Sie Klassen und Objekte sowie Typen und Werte gegenüber.
47. Nennen Sie die 3 Situationen, die in Java zur dynamischen Methodenbindung führen.
48. Erläutern Sie die beiden Varianten der mehrfach indirekten Oberklassen in C++.
49. Erläutern Sie das selektive Erben in Eiffel.
50. Was bedeutet Mixin-Inheritance?
51. Erklären Sie das inner-Prinzip aus Simula und Beta.
52. Was bedeutet Mehrfach-Dispatch?
53. Erklären Sie Prototyp-basierte Vererbung an JavaScript.

© 2014 bei Prof. Dr. Uwe Kastens