Ist es nicht offensichtlich,
dass die Gurkenscheiben
OO repräsentieren?

Grundlagen der Objektorientierung

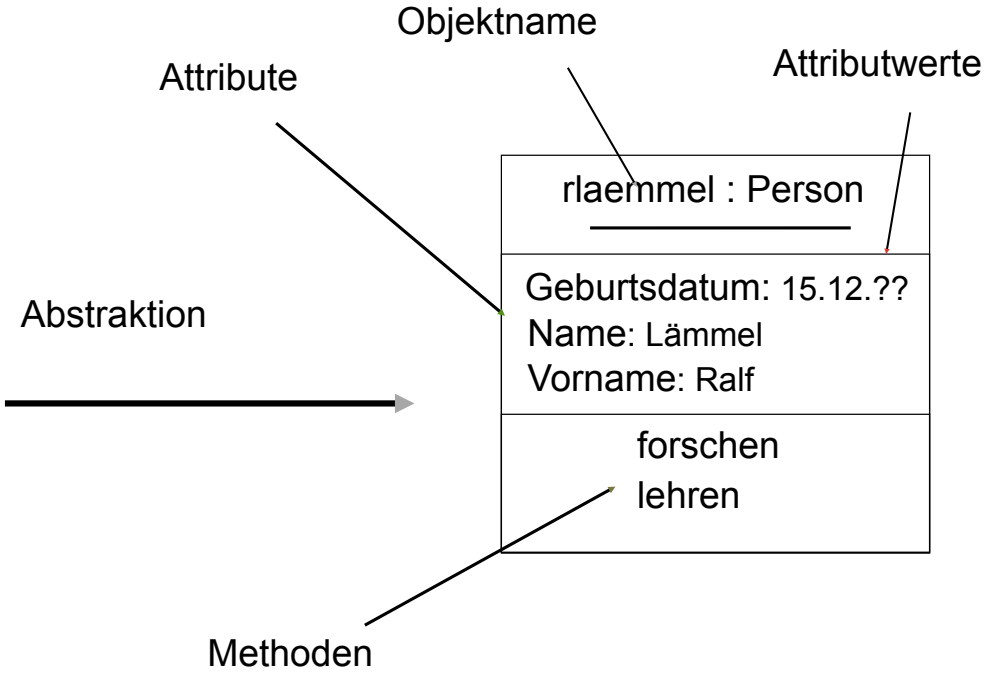
OOPM, Ralf Lämmel

Neue bzw. ausgeweitete Begriffe

1. Objekt (eine Kapsel aus Zustand und Verhalten)
2. Klasse (als ein Stempel für Objekte)
3. Nachricht (mehr als ein Methodenaufruf)
4. Vererbung (Generalisierung) (für Klassen und Schnittstellen)
5. Komposition (für Objektbeziehungen)
6. Schnittstelle (Menge implementierbarer Methodensignaturen)
7. Abstrakte Klasse (nicht instanziierbare Klasse)
8. Polymorphismus (gleiche Schnittstellen; verschiedenes Verhalten)
9. Dynamische Bindung (Implementationsauswahl zur Laufzeit)

Die Basis von OO:
Objekte und Nachrichten

Objekte als **Abstraktion**



Was ist ein Objekt?

- Abstraktionen von *physischen* Dingen
  - Personen, Studenten, Immobilien
- Abstraktionen von *ideellen (virtuellen)* Dingen
  - Konten, Bestellung
- Modellierung von rechnerbasierten Konzepten
  - Druckaufträge, Dialog

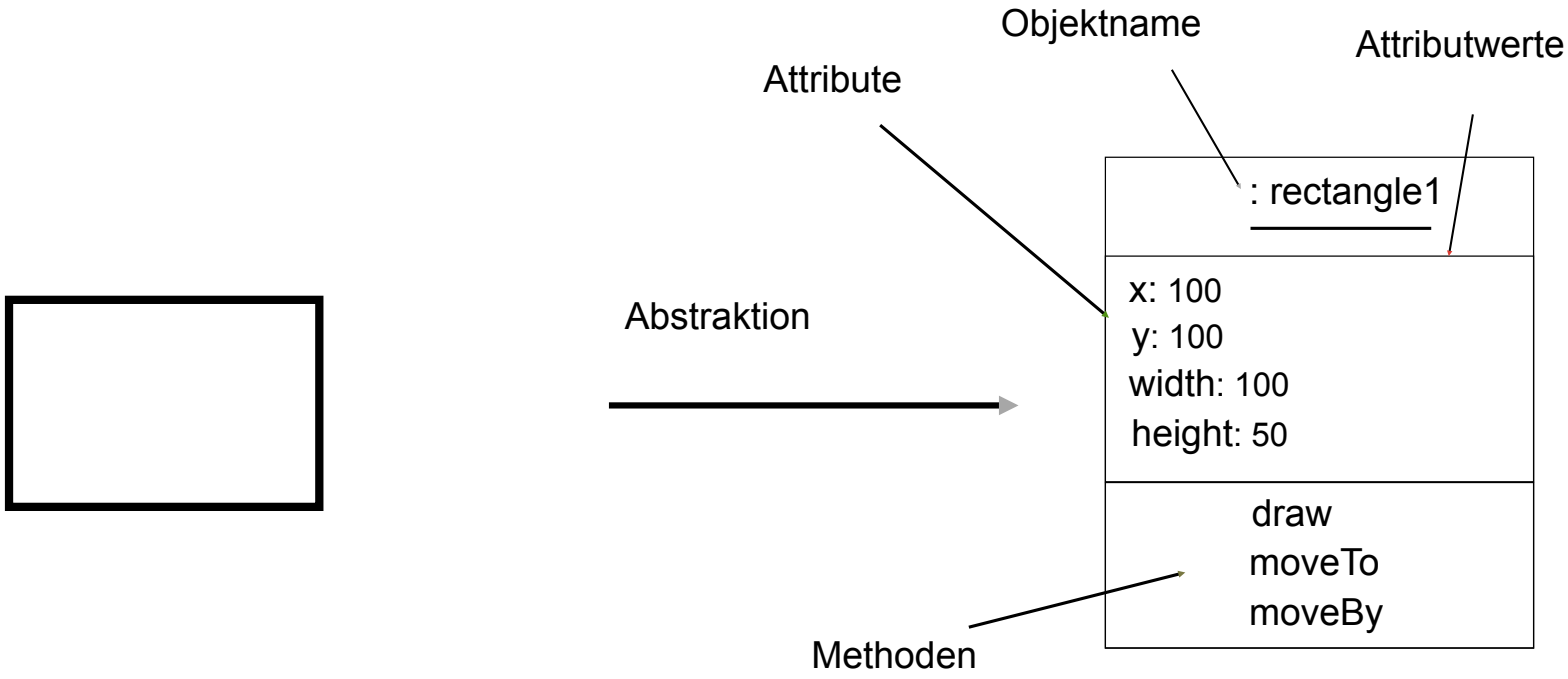
Beachte: Objekte nicht nur relevant in der Programmierung, sondern auch bei der Analyse und dem Entwurf. Zum Beispiel ist auch der Benutzer eines Informationssystems ein Objekt in der Analysephase.

Definierende Eigenschaften eines Objektes

- ***Struktur*** zusammengesetzt aus:
  - Attributen (primitiver Typen; typischerweise)
  - Beziehungen mit anderen Objekten
- ***Verhalten*** beschrieben durch eine Menge von Operationen
- ***Identität*** zur Unterscheidung von Objekten

Anderer gängiger Begriff: Zustand

Objekte als Abstraktion



Objektidentität

- Jedes Objekt besitzt einen eindeutigen Objektbezeichner (OID).
- OID wird bei "Geburt" des Objekts vergeben.
- OID ist unveränderlich.
- OID ist unabhängig vom aktuellen Objektzustand.

Verschiedene Objekte mit gleichen Eigenschaften

Objektidentität

- Jedes Objekt besitzt einen eindeutigen Objektbezeichner (OID).
- OID wird bei "Geburt" des Objekts vergeben.
- OID ist unveränderlich.
- OID ist unabhängig vom aktuellen Objektzustand.

Verschiedene Objekte mit gleichen Eigenschaften

Name = „Jackson"
Vorname = „Michael"

Name = „Jackson"
Vorname = „Michael"

Name = „Jackson"
Vorname = „Michael"

Nachricht

```
public class Transfer {
  public Transfer(
    Account from,
    Account to,
    float amount) { ... }
  public execute() {
    from.withdraw(amount);
    to.deposit(amount);
  }
}
```

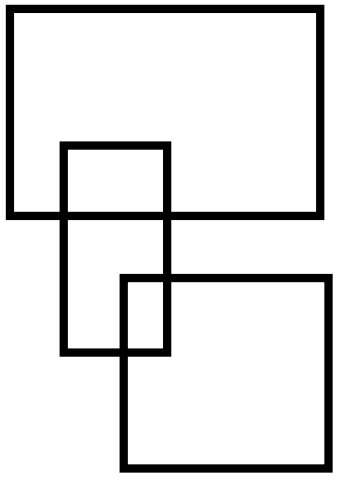
- Jedes Objekt versteht bestimmte Nachrichten.
  - Z.B.: ein Konto versteht die Nachricht für eine Abhebung.
- Bestandteile
  - Explizit
    - Empfänger (ein Objekt)
    - Nachrichtenname (Methodenname)
    - Parameter (Objekte)
  - Implizit
    - Absender (ein Objekt)

Potential für Nachrichtenaustausch

- Ein Objekt kann Nachrichten an folgende Objekte senden:
  - an jedes “verknüpfte” Objekt.
  - an jedes Objekt aus den Parametern.
- Abstrakt betrachten wir Verknüpfungen zwischen Objekten:
  - *Ein Konto ist mit dem Kontoinhaber verbunden.*
  - *Ein Kontoinhaber ist mit seinen Konten verbunden*.

Klassen und Vererbung

Vom Objekt zur Klasse



Abstraktion

Klassenname

Attribute

Rectangle

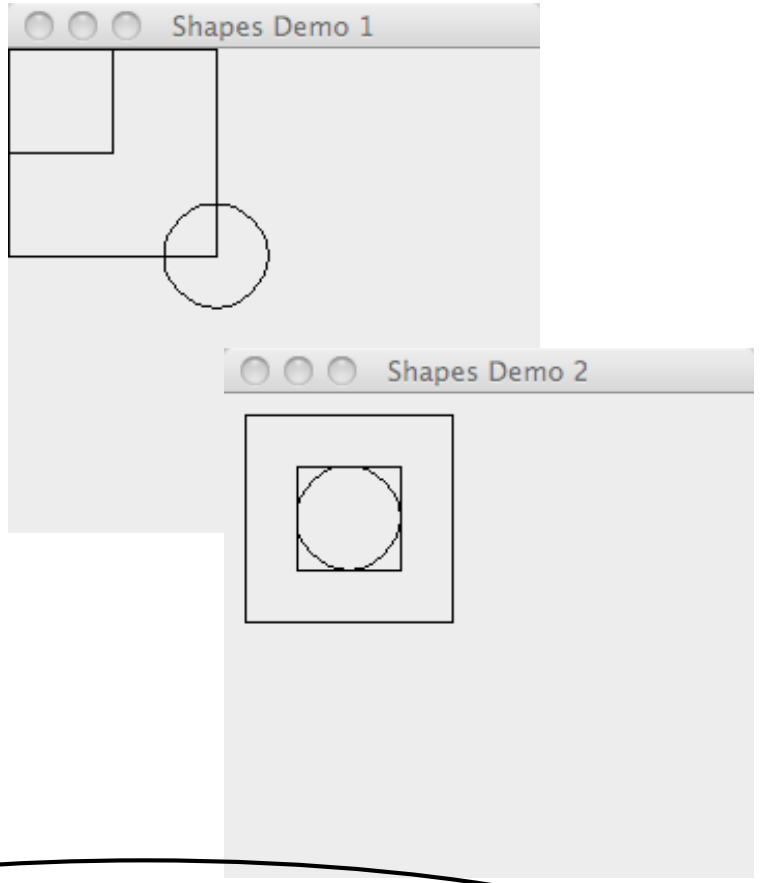
int x
int y
int height
int width

draw
moveTo
moveBy

Methoden

Ein beliebtes Beispiel

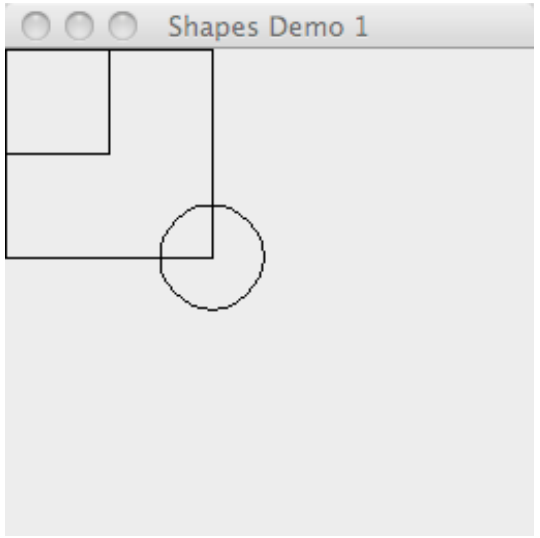
- Formen (“shapes”)
  - Rechtecke
  - Kreise
- Verhalten
  - Bewegen
  - Zeichnen



Siehe Shapes Chrestomathie
https://github.com/rlaemmel/nopetal

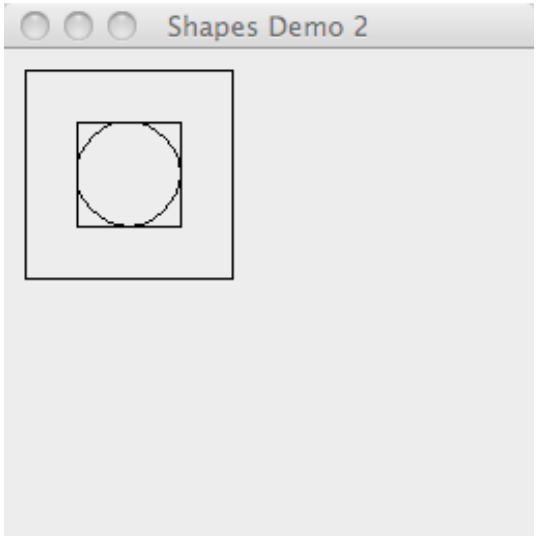
Nachrichtenaustausch im Computer-Aided Design (Bild-Aufbau)

- Instanziiere Abbildung a
- An *a*: Konstruiere Rechteck r1 mit Abmessungen ...
- An *a*: Konstruiere Rechteck r2 mit Abmessungen ...
- An *a*: Konstruiere Kreis k mit Abmessungen ...
- An a: Male Dich!
  - An r1: Male Dich!
  - An r2: Male Dich!
  - An k: Male Dich!



Nachrichtenaustausch im Computer-Aided Design (Bild-***Mutation***)

- An *r1*: Bewege Dich etwas vom Rand weg ...
- An *r2*: Bewege Dich in die Mitte von r1 ...
- An *k*: Bewege Dich in die Mitte von r2 ...
- An a: Male Dich!
  - An r1: Male Dich!
  - An r2: Male Dich!
  - An k: Male Dich!



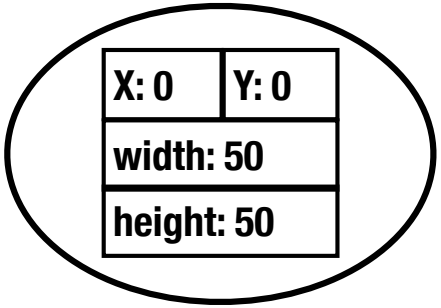
Instanz eines Entwurfsmusters: Eine Abbildung ist ein ***Kompositum*** und das Malen ist die Operation davon.

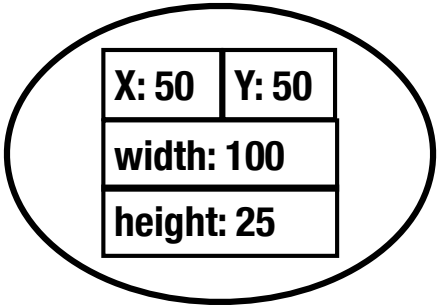
Klassen als Stempel von Objekten

* Eine Klasse beschreibt eine Sammlung von Objekten mit gleichen Eigenschaften (Attributen), gemeinsamer Funktionalität (Methoden), gemeinsamen Beziehungen zu anderen Objekten und gemeinsamer Semantik.

* Jedes Objekt ist Instanz genau einer Klasse.
* Klassenzugehörigkeit ändert sich niemals.

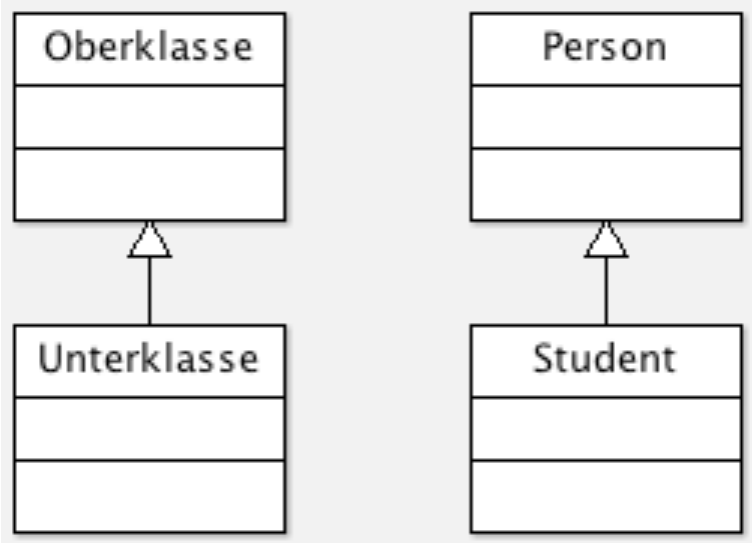
In Java ist das so*!*



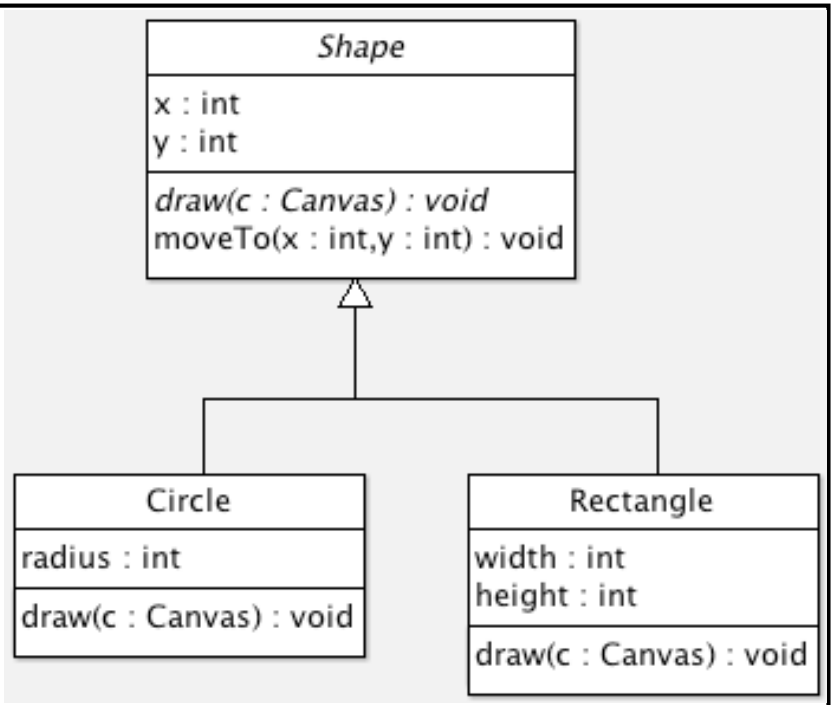


Vererbung (Generalisierung)

- Klassen werden in einer Hierarchie angeordnet.
- Unterklasse erbt von Oberklasse
  - Attribute
  - Methoden
  - (Beziehungen)



Abstrakte vs. konkrete Klassen



- Abstrakte Klasse
  - nicht-instanziierbare Klasse
  - Bereitstellung einer Schnittstelle
  - Wurzel einer Fallunterscheidung für Vererbung
  - Bereitstellung einer (unvollständigen) Implementation
- Konkrete Klasse
  - instanziierbare Klasse
  - weitere Spezialisierung (Vererbung) ist möglich.

Code zum Shapes-Beispiel

```
package oo.shapes.simple;

import java.io.PrintStream;

public abstract class Shape {

    private int x;
    private int y;

   protected Shape(int x, int y) { moveTo(x, y); }

    public int getX() { return x; }
    public int getY() { return y; }
    public void setX(int x) { this.x = x; }
    public void setY(int y) { this.y = y; }

    public void moveTo(int x, int y) { setX(x); setY(y); }

    public void moveBy(int deltax, int deltay) {
        moveTo(getX() + deltax, getY() + deltay);
    }

    public abstract void draw(PrintStream s);
}
```

Die abstrakte Basisklasse für alle Formen

Privater Zustand für Position der Form

Konstruktor für Aufruf in den Unterklassen

Reguläre Getter und Setter

Die Methoden zum Bewegen können bereits implementiert

Das Malen muss von den Unterklassen implementiert werden.

```
package oo.shapes.simple;

import java.io.PrintStream;

class Circle extends Shape {

   private int radius;

   public Circle(int x, int y, int radius) {
      super(x, y);
      setRadius(radius);
   }

   public int getRadius() { return radius; }
   public void setRadius(int radius) { this.radius = radius; }

   public void draw(PrintStream s) {
      s.println(
         "Drawing a Circle at:("
         + getX() + ", " + getY()
         + "), radius " + getRadius());
   }
}
```

Eine abgeleitete Klasse für Kreise

Zusätzlicher Zustand für Kreise

Ein echter Konstrukor

Aufruf vom Shape-Konstruktor

Reguläre Getter und Setter

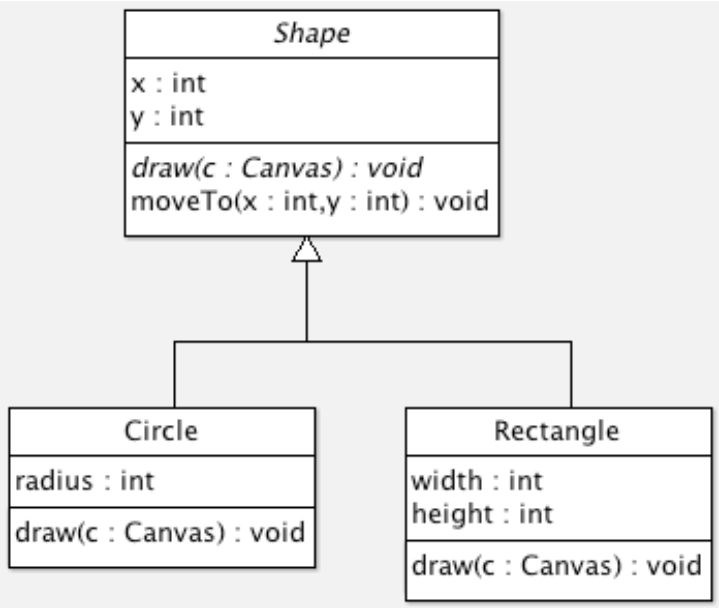
Wir “malen” einen Kreis.

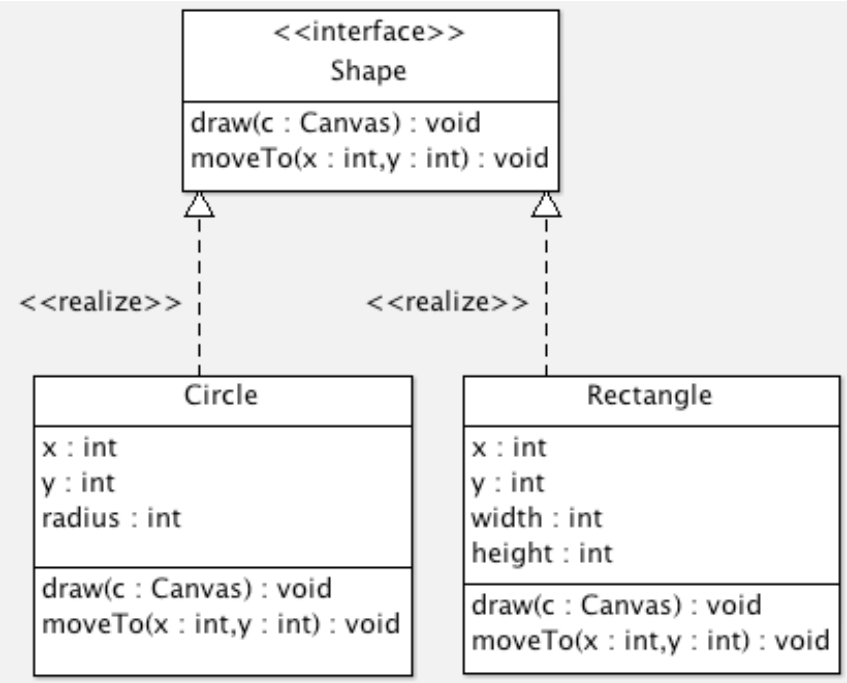
Drawing a Circle at:(15, 25), radius 8

```
class Rectangle extends Shape ...
```

Extra Übungsaufgabe für Sie:
Versuchen Sie erst diese Klasse zu sketchen.
Sie können Ihr Ergebnis mit dem im Repository vergleichen.

Abstrakte Klassen vs. Schnittstellen





- Wann nimmt man abstrakte Klassen?
- Wann nimmt man Schnittstellen?

Abstrakte Klassen vs. Schnittstellen

```
package oo.shapes.iop;

import java.io.PrintStream;

public interface Shape {
    void moveTo(int x, int y);
    void moveBy(int deltax, int deltay);
    void draw(PrintStream s);
}
```

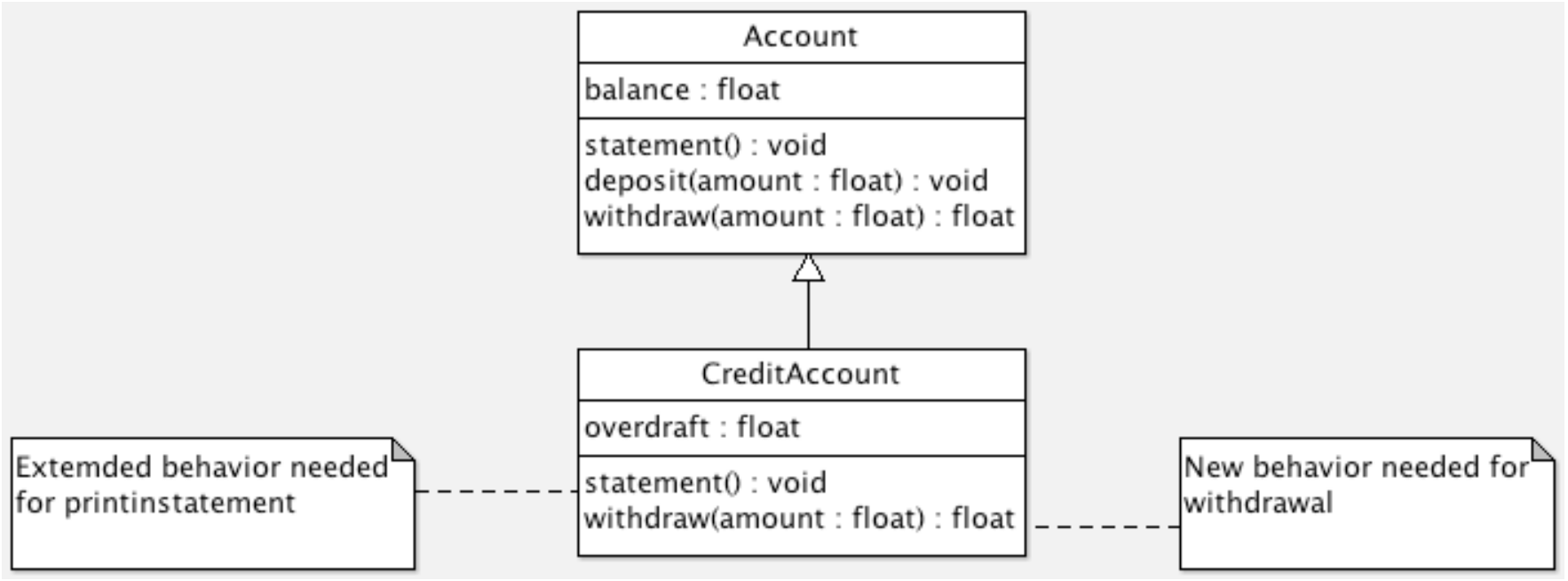
Schnittstellen in Java können auch Attribute (Felder) beinhalten. Diese sind aber public, static und ***final***.

Wir können mit dieser Schnittstelle (im Gegensatz zu der ursprünglichen, abstrakten Klasse) nicht den Zustand für die Position der Formen mit Attributen modellieren. Darum können wir auch nicht die bisherigen Implementationen für moveTo und moveBy angegeben.

Abstrakte Klassen vs. Schnittstellen

- Wann nimmt man abstrakte Klassen?
  - Wurzel einer Fallunterscheidung in der Klassenhierarchie
  - Faktorisierung von Attributen und Methodenimplementation
  - Ermöglichung des Überschreibens von Methodenimplementationen
- Wann nimmt man Schnittstellen?
  - Definition allein einer gemeinsamen Schnittstelle
  - Ermöglichung von implementierenden Klassen ohne feste Oberklasse

Vererbung mit/ohne Überschreiben



Basisklasse für Konten

```
package oo.account;

public class Account {
  protected float balance = 0;
   public float getBalance() { return balance; }
   public void statement() {
      System.out.println("Account's balance is " + getBalance() + ".");
   }
   public void deposit(float amount) {
      if (amount <= 0)
         return;
      balance += amount;
   }
   public float withdraw(float amount) {
      float result = 0;
      if (amount <= 0)
         return result;
      result = amount > balance ? balance : amount;
      balance -= result;
      return result;
   }
}
```

Wir ermöglichen auch (schreibenden) Zugriff in den Unterklassen.

Wir zahlen unter Umständen nicht den vollen Betrag aus sondern nur soviel, dass der Kontostand nicht negativ wird.

Ein geändertes Konto

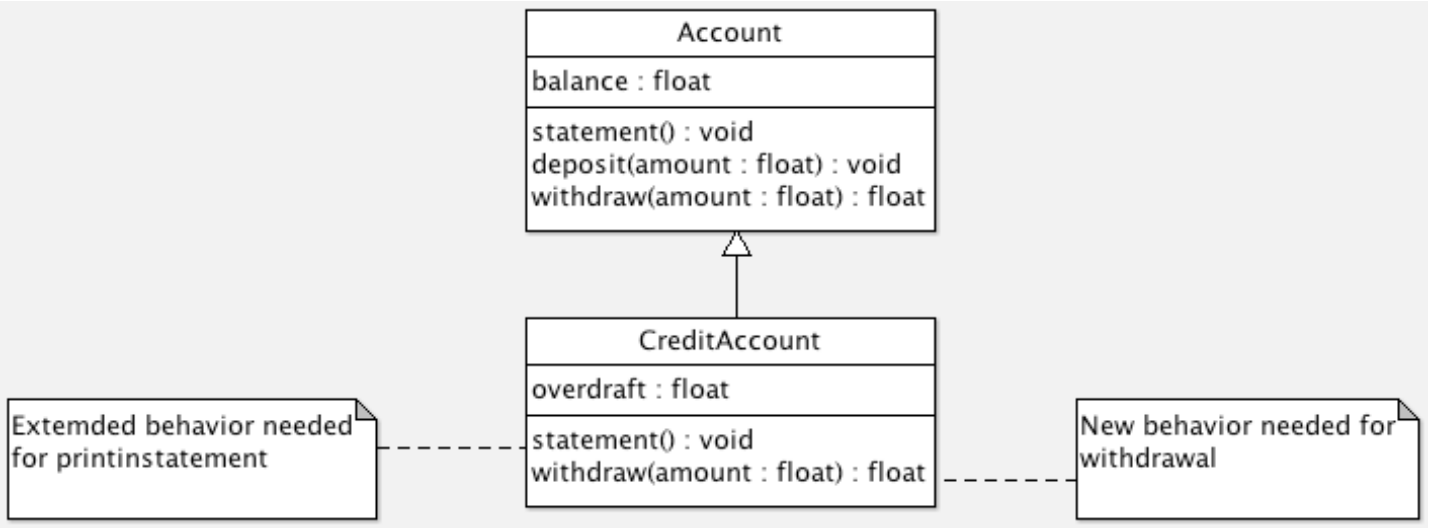
```
package oo.account;

public class CreditAccount extends Account {
   private float overdraft = 0;
  public void statement() {
     super.statement();
     System.out.println("Account's overdraft is " + getOverdraft() + ".");
  }
   public float getOverdraft() { return overdraft; }
   public boolean adjustOverdraft(float amount) { ... }
  public float withdraw(float amount) {
     float result = 0;
     if (amount <= 0)
        return result;
     result = balance - amount < -overdraft ?
          balance + overdraft
        :  amount;
     balance -= result;
     return result;
  }
}
```

Ergänzung der vererbten Implementation

Die geerbte Implementation läßt keine negativen Kontostände zu*!* Damit müssen wir komplett überschreiben.

Vererbung mit/ohne Überschreiben -- Zusammenfassung --

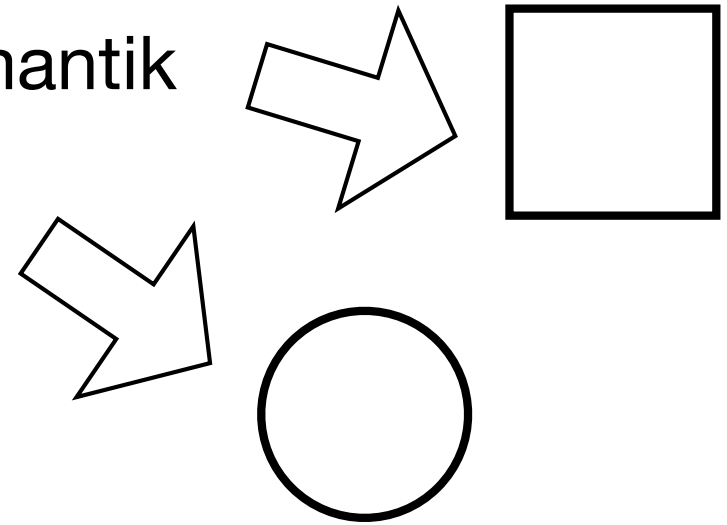
- Optionen für Methodenvererbung
  - Vollständige Bewahrung
  - Vollständige Überschreibung (Ersetzung)
  - Teilweise Überschreibung (Ergänzung)
    - Java: “super” ruft Oberklassenmethode auf
- Statische Methoden und Konstruktoren werden nicht vererbt.
  - Die Referenzierung mit “super” ist aber auch möglich.



Polymorphismus und dynamische Bindung

Polymorphismus

- Eine Methode ist polymorph, wenn sie in Unterklassen (Untertypen) unterschiedlich implementiert ist.
- Beispiel
  - Nachricht: *s*.draw(...) mit *s* : Shape
  - Optionen für Semantik



Dynamische Bindung

- Dynamisches oder spätes Binden liegt vor, wenn erst beim Ablauf eines Algorithmus (zur Laufzeit) festgelegt werden kann, welche Implementation durch eine Nachricht aktiviert wird.
- Beispiel: Verwalte einen Container mit Formen und biete eine Zeichen-Methode an, welche alle Formen des Containers zeichnet.

Polymorphismus mit Formen (einschließlich später Bindung)

```
// Construct a list of shapes
Shape[] scribble = new Shape[2];
scribble[0] = new Rectangle(10, 20, 5, 6);
scribble[1] = new Circle(15, 25, 8);

// Handle the shapes in the list polymorphically
for (int i = 0; i < scribble.length; i++) {
 scribble[i].draw(System.out);
 scribble[i].moveBy(100, 100);
 scribble[i].draw(System.out);
}
```

Drawing a Rectangle at:(10, 20), width 5, height 6
Drawing a Rectangle at:(110, 120), width 5, height 6
Drawing a Circle at:(15, 25), radius 8
Drawing a Circle at:(115, 125), radius 8

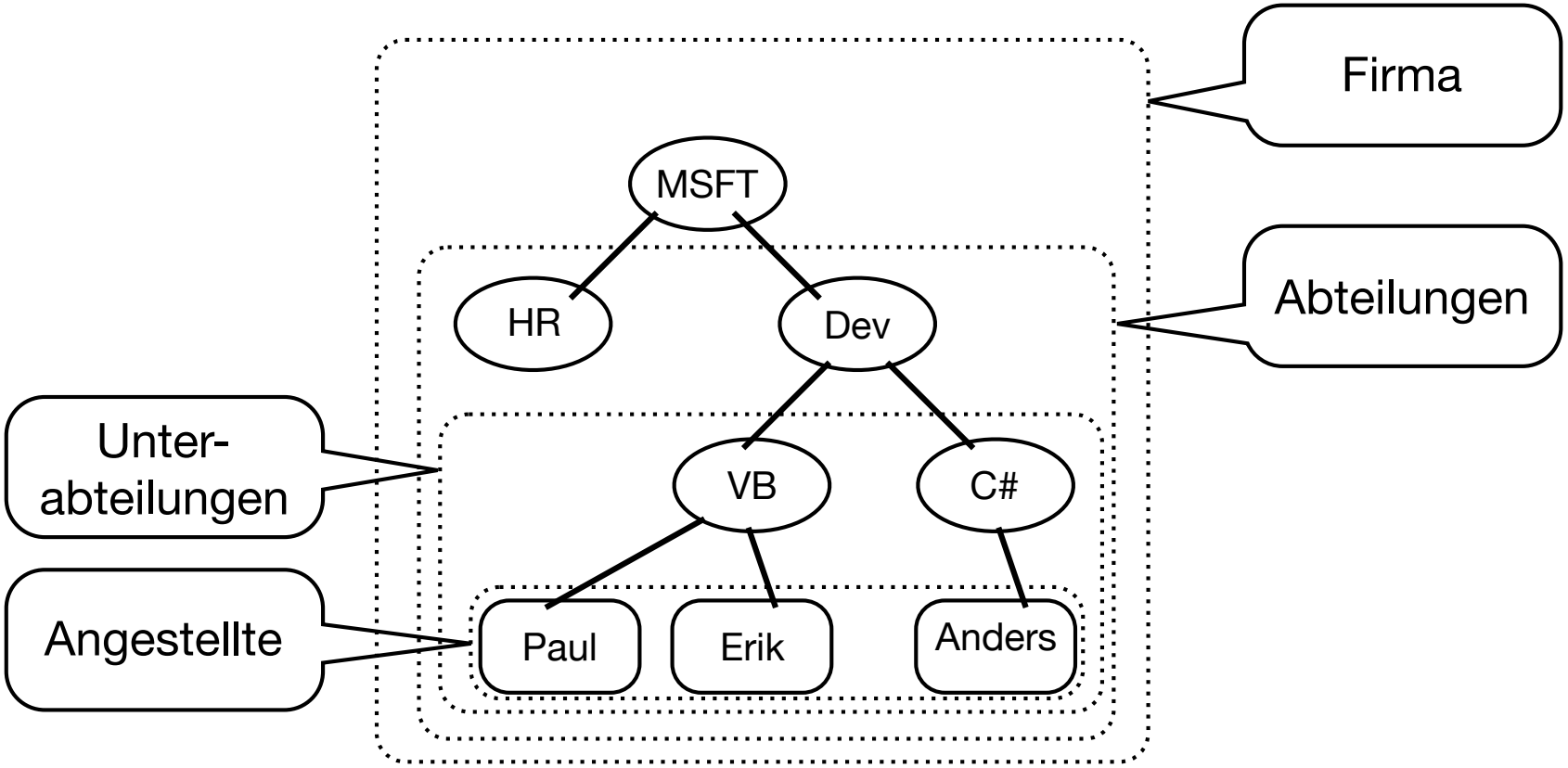
Fangfrage:
Wäre dies auch noch späte Bindung?

```
// Construct a list of shapes
Shape[] scribble = new Shape[2];
scribble[0] = new Rectangle(10, 20, 5, 6);
scribble[1] = new Circle(15, 25, 8);

// Handle the shapes in the list polymorphically
scribble[0].draw(System.out);
scribble[0].moveBy(100, 100);
scribble[0].draw(System.out);
scribble[1].draw(System.out);
scribble[1].moveBy(100, 100);
scribble[1].draw(System.out);
```

Drawing a Rectangle at:(10, 20), width 5, height 6
Drawing a Rectangle at:(110, 120), width 5, height 6
Drawing a Circle at:(15, 25), radius 8
Drawing a Circle at:(115, 125), radius 8

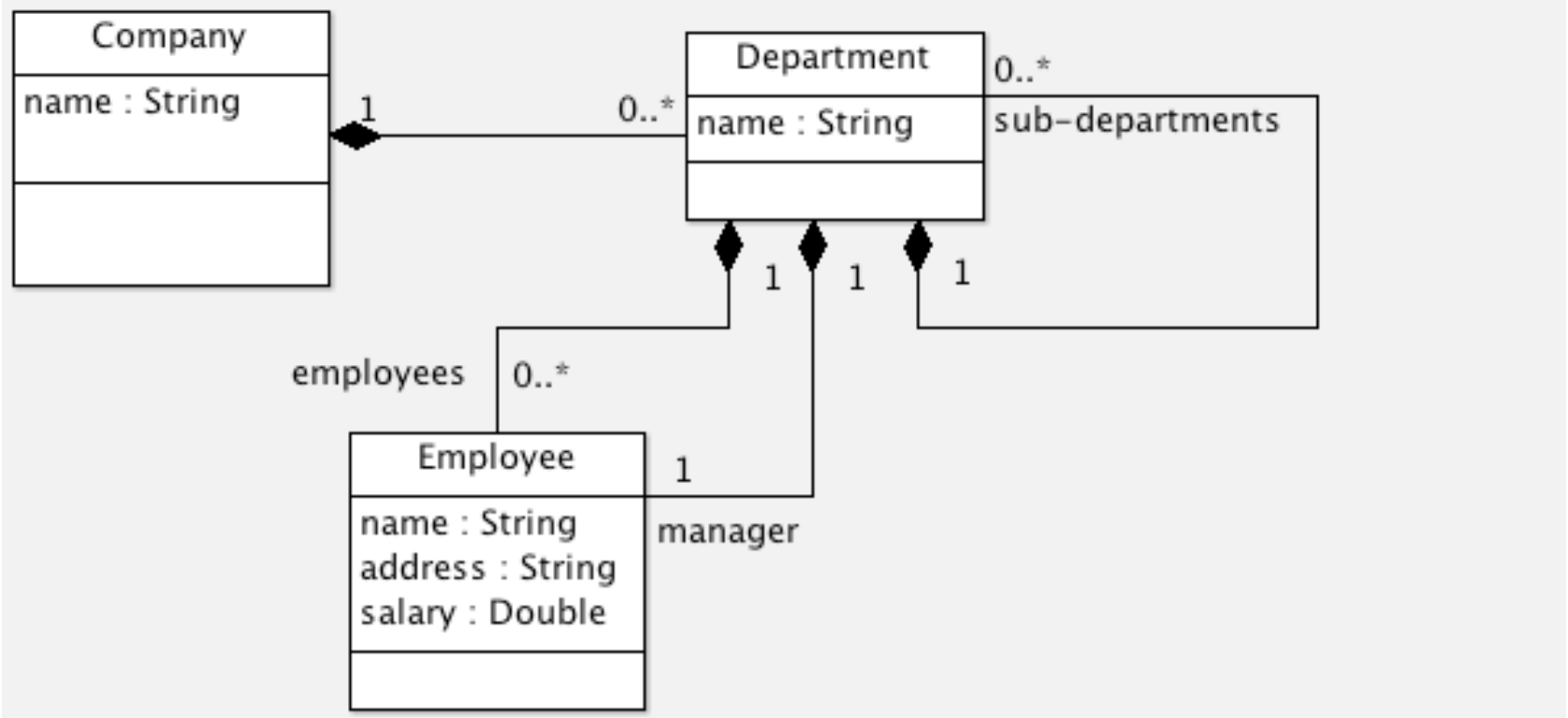
Komposition

Motivation: Wir wollen die Struktur für eine Anwendung im Personalwesen modellieren.



Ein ***Klassendiagramm***

für eine Anwendung im Personalwesen



Verwendung von Komposition
(Teil-Ganzes-Beziehung)

https://github.com/101companies/101simplejava/tree/master/contributions/javaComposition

Vererbung versus Komposition

https://github.com/101companies/101simplejava/tree/master/contributions/javaInheritance

- **Zusammenfassung**
  - OO Grundbegriffe
  - Erste Anfänge von UML
- **Ausblick**
  - Vertiefung von UML
  - Programmieren mit Ausnahmen
  - Programmieren mit Generics
  - Spezifikation und Implementation von Datentypen
  - ...

Die “Erfinder” von OO?

- Prof. Kristen Nygaard
  - 27.8.1926 - 10.8.2002
  - Norwegischer Informatiker
  - Erfand die Programmiersprache SIMULA 67, was die Einführung des Klassenkonzeptes bedeutete (zusammen mit Ole-Johan Dahl).
  - Erfand die Programmiersprache BETA (zusammen mit B. B. Kristensen, O. L. Madsen, B. Møller-Pedersen).

Die “Erfinder” von OO?

- Prof. David Parnas
  - geb. 10.2.1941
  - Amerikanischer Informatiker
  - Propagierte “information hiding” (1971)
  - Unterstütze modulare Spezifikationen (1972)
  - Trennung von Spezifikation und Implementation
  - Pionier des Software Engineering (seit 1975)