

## Vorlesung



# Programmieren I und II

## Unit 6

Objektorientierte Programmierung und Unified Modeling Language  
(UML)

Prof. Dr. rer. nat. Nane Kratzke  
Praktische Informatik und betriebliche Informationssysteme

1

## Disclaimer



### Zur rechtlichen Lage an Hochschulen:

Dieses Handout und seine Inhalte sind durch den Autor selbst erstellt. Aus Gründen der Praktikabilität für Studierende lehnen sich die Inhalte stellenweise im Rahmen des Zitatrechts an Lehrwerken an.

Diese Lehrwerke sind explizit angegeben.

Abbildungen sind selber erstellt, als Zitate kenntlich gemacht oder unterliegen einer Lizenz, die nicht die explizite Nennung vorsieht. Sollten Abbildungen in Einzelfällen aus Gründen der Praktikabilität nicht explizit als Zitate kenntlichgemacht sein, so ergibt sich die Herkunft immer aus ihrem Kontext: „Zum Nachlesen ...“.

### Creative Commons:

Und damit andere mit diesen Inhalten vernünftig arbeiten können, wird dieses Handout unter einer Creative Commons Attribution-ShareAlike Lizenz (CC BY-SA 4.0) bereitgestellt.



<https://creativecommons.org/licenses/by-sa/4.0>

Prof. Dr. rer. nat. Nane Kratzke  
Praktische Informatik und betriebliche Informationssysteme

2



## Prof. Dr. rer. nat. Nane Kratzke

*Praktische Informatik und  
betriebliche Informationssysteme*

- Raum: 17-0.10
- Tel.: 0451 300 5549
- Email: [nane.kratzke@th-luebeck.de](mailto:nane.kratzke@th-luebeck.de)



@NaneKratzke

Updates der Handouts auch über Twitter #prog\_inf und  
#prog\_itd

Prof. Dr. rer. nat. Nane Kratzke  
Praktische Informatik und betriebliche Informationssysteme

3

## Units

**Unit 1**  
Einleitung und  
Grundbegriffe

**Unit 2**  
Grundelemente  
imperativer Programme

**Unit 3**  
Selbstdefinierbare  
Datentypen und  
Collections

**Unit 4**  
Einfache I/O  
Programmierung

**Unit 5**  
Rekursive  
Programmierung und  
rekursive  
Datenstrukturen

**Unit 6**  
Einführung in die  
objektorientierte  
Programmierung und  
UML

**Unit 7**  
Weitere Konzepte  
objektorientierter  
Programmiersprachen  
(Selbststudium)

**Unit 8**  
Testen  
(objektorientierter)  
Programme

**Unit 9**  
Generische Datentypen

**Unit 10**  
Objektorientierter  
Entwurf und  
objektorientierte  
Designprinzipien

**Unit 11**  
Graphical User  
Interfaces

**Unit 12**  
Multithread  
Programmierung

Prof. Dr. rer. nat. Nane Kratzke  
Praktische Informatik und betriebliche Informationssysteme

4

## Abgedeckte Ziele dieser UNIT

**Kennen existierender Programmierparadigmen und Laufzeitmodelle**

**Sicheres Anwenden grundlegender programmiersprachlicher Konzepte (Datentypen, Variable, Operatoren, Ausdrücke, Kontrollstrukturen)**

**Fähigkeit zur problemorientierten Definition und Nutzung von Routinen und Referenztypen (insbesondere Liste, Stack, Mapping)**

**Verstehen des Unterschieds zwischen Werte- und Referenzsemantik**

**Kennen und Anwenden des Prinzips der rekursiven Programmierung und rekursiver Datenstrukturen**

**Kennen des Algorithmusbegriffs, Implementieren einfacher Algorithmen**

**Kennen objektorientierter Konzepte Datenkapselung, Polymorphie und Vererbung**

**Sicheres Anwenden programmiersprachlicher Konzepte der Objektorientierung (Klassen und Objekte, Schnittstellen und Generics, Streams, GUI und MVC)**

**Kennen von UML Klassendiagrammen, sicheres Übersetzen von UML Klassendiagrammen in Java (und von Java in UML)**

**Kennen der Grenzen des Testens von Software und erste Erfahrungen im Testen (objektorientierter) Software**

**Sammeln erster Erfahrungen in der Anwendung objektorientierter Entwurfsprinzipien**

**Sammeln von Erfahrungen mit weiteren Programmiermodellen und -paradigmen, insbesondere Multithread Programmierung sowie funktionale Programmierung**

Am Beispiel der Sprache JAVA

Prof. Dr. rer. nat. Nane Kratzke  
Praktische Informatik und betriebliche Informationssysteme

5

## Themen dieser Unit

**Warum eigentlich OO?**

- Beherrschung von Komplexität
- Kapselung
- Polymorphie
- Abstraktion

**Objekte**

- haben ein Verhalten
- haben einen (gekapselten) Zustand
- können kommunizieren
- sind unterschiedlich (aber ähnlich, bzw. polymorph)

**Modellieren**

- Objekte schützen
- Objekte verknüpfen
- Objekte abstrahieren

Prof. Dr. rer. nat. Nane Kratzke  
Praktische Informatik und betriebliche Informationssysteme

6

## Zum Nachlesen ...



### Kapitel 1

Einleitung

### Kapitel 2

Die Basis der Objektorientierung

Prof. Dr. rer. nat. Nane Kratzke  
Praktische Informatik und betriebliche Informationssysteme

7

## Objektorientierung als Mittel zur Beherrschung von Komplexität



### Komplexität

- steigt in der Regel bei einem SW-System mit zunehmender Größe
- senkt häufig die Qualität von SW

### Objektorientierung

- Komplexität beherrschbar machen
- Steigerung der Qualität von SW

„Die Techniken der objektorientierten SW-Entwicklung unterstützen [...] dabei, Software einfacher erweiterbar, besser testbar und besser wartbar zu machen.“

[LR09, S. 27]

Prof. Dr. rer. nat. Nane Kratzke  
Praktische Informatik und betriebliche Informationssysteme

8

## Grundelemente der Objektorientierung



- **Objektorientierung** kann als ein Werkzeugkasten verstanden werden, um die Zielsetzungen der Entwicklung von Software anzugehen.
- **Basiswerkzeuge** sind:

Kapselung

Poly-morphie

Abstraktion

Prof. Dr. rer. nat. Nane Kratzke  
Praktische Informatik und betriebliche Informationssysteme

9

## Vorläufer der objektorientierten Programmierung



- **Prozedurale Programmierung**
- Ausgangspunkt Inhalt eines Computerspeichers
  - Daten
  - Instruktionen

Strukturierung von Instruktionen

- Verzweigungen
- Zyklen
- Routinen mit Aufruf- und Rückgabeparametern

Strukturierung von Daten

- Datentypen
- Zeiger, Records, Arrays, Listen, Bäume, Mengen

Prof. Dr. rer. nat. Nane Kratzke  
Praktische Informatik und betriebliche Informationssysteme

10

## Prozedurale Programmierung



### Typische (prozedurale) Programmiersprachen

- C
- Pascal
- Fortran
- COBOL

### Objektorientierte Erweiterungen

- Kapselung von Daten
- Polymorphie
- Vererbung
- Bspw: geboten durch
  - C++, C#
  - JAVA
  - Python
  - PHP

Prof. Dr. rer. nat. Nane Kratzke  
Praktische Informatik und betriebliche Informationssysteme

11

## Verantwortlichkeit des Entwicklers bei prozeduralen Programmiersprachen



Das dies manchmal nicht funktioniert, lassen manche C Programme vermuten.

- ProgrammiererIn hat volle Kontrolle welche Routinen, welche Daten aufrufen.

Kontrolle

- ProgrammiererIn hat auch die Verantwortung, dass die richtigen Routinen die richtigen Daten nutzen.

Verantwortung

Prof. Dr. rer. nat. Nane Kratzke  
Praktische Informatik und betriebliche Informationssysteme

12

## Grundelemente der Objektorientierung



- **Objektorientierung** kann als ein Werkzeugkasten verstanden werden, um die Zielsetzungen der Entwicklung von Software anzugehen.
- **Basiswerkzeuge** sind:

Kapselung

Poly-  
morphie

Abstraktion

Prof. Dr. rer. nat. Nane Kratzke  
Praktische Informatik und betriebliche Informationssysteme

13

## Kapselung von Daten



Daten gehören einem Objekt



Kein direkter Zugriff auf Daten



Datenzugriff grundsätzlich nur über Methoden  
eines Objekts

Prof. Dr. rer. nat. Nane Kratzke  
Praktische Informatik und betriebliche Informationssysteme

14

## Hintergrund der Datenkapselung

- Objekt sorgt für Konsistenz seiner Daten
- dient dem Zwecke:

Konsistenz der Daten einfacher sicherzustellen

Reduktion des Aufwands von Änderungen

Änderungen lassen sich auf Einzelobjekte (bzw. deren Klassen) beschränken

Prof. Dr. rer. nat. Nane Kratzke  
Praktische Informatik und betriebliche Informationssysteme

15

## Prinzip der Kapselung

### Daten

- Satz von Variablen
- Für jedes Objekt neu angelegt (**Instanzvariablen**)
- Instanzvariablen repräsentieren den **Zustand** eines Objekts
- Zustand eines Objekts kann sich während Lebensdauer ändern
- Zugriff kann eingeschränkt werden

### Methoden

- Auf Daten operierende Routinen
- **Methoden** nur einmal vorhanden
- Methoden **operieren** aber auf **Instanzvariablen**
- Methoden definieren das Verhalten eines Objekts
- Zugriff auf Methoden kann eingeschränkt werden

Prof. Dr. rer. nat. Nane Kratzke  
Praktische Informatik und betriebliche Informationssysteme

16

## Daten- und Methodensichtbarkeiten public, protected und private



```
class An_Object {  
    public Object forall;  
  
    protected Object forchildren;  
  
    private Object my_eyes_only;  
  
    public Object public_method() {};  
  
    protected Object protected_method() {};  
  
    private Object private_method() {};  
}
```

Details folgen ...

Prof. Dr. rer. nat. Nane Kratzke  
Praktische Informatik und betriebliche Informationssysteme

17

## Daten- und Methodensichtbarkeiten public, protected und private



Daten- und Methodensichtbarkeiten können dazu genutzt werden

- Daten zu verbergen (zu kapseln)
- Datenzugriffe einzuschränken
- Datenzugriffe nur über definierte Schnittstellen zuzulassen.
  
- Code zu verbergen (zu kapseln)
- Codeaufrufe einzuschränken
- Codebereiche festzulegen, die für zukünftige Anpassungen gesperrt sind.
- Codebereiche festzulegen, in denen zukünftige Anpassungen stattzufinden haben.

Prof. Dr. rer. nat. Nane Kratzke  
Praktische Informatik und betriebliche Informationssysteme

18

## Objekte werden geschützt



Lord Protector lässt nicht mehr alles zu ...

Prof. Dr. rer. nat. Nane Kratzke  
Praktische Informatik und betriebliche Informationssysteme

19

## Grundelemente der Objektorientierung



- **Objektorientierung** kann als ein Werkzeugkasten verstanden werden, um die Zielsetzungen der Entwicklung von Software anzugehen.
- **Basiswerkzeuge** sind:

Kapselung

Poly-  
morphie

Abstraktion

Prof. Dr. rer. nat. Nane Kratzke  
Praktische Informatik und betriebliche Informationssysteme

20

## Prinzip der Polymorphie

Polymorphie bedeutet im Wortsinne „Vielgestaltigkeit“

Bsp.: Fassung und Leuchtmittel

Standardisierte Fassungen arbeiten sowohl mit

Klassischen Glühbirnen	Energie-sparlampen	LED-Lampen
------------------------	--------------------	------------



Prof. Dr. rer. nat. Nane Kratzke  
Praktische Informatik und betriebliche Informationssysteme

21

## Prinzip der Polymorphie

- Einheitliche Schnittstellen
- unterschiedliche Ausprägungen von Funktionalitäten
- dient dem Zwecke:

Bereiche im Code für „Plugins“

Wiederverwendbarkeit von „Meta“funktionalitäten

Wesentlich flexiblere Software

Steigerung der Wartbarkeit und Änderbarkeit

Prof. Dr. rer. nat. Nane Kratzke  
Praktische Informatik und betriebliche Informationssysteme

22

## Polymorphie ist so etwas wie die Steckdose der OO-Programmierung



Schließe an was Du willst, Hauptsache es passt in die Steckdose.

(implementiert eine Schnittstelle, bzw. Aufrufsignatur)

Prof. Dr. rer. nat. Nane Kratzke  
Praktische Informatik und betriebliche Informationssysteme

23

## Grundelemente der Objektorientierung



- **Objektorientierung** kann als ein Werkzeugkasten verstanden werden, um die Zielsetzungen der Entwicklung von Software anzugehen.
- **Basiswerkzeuge** sind:

Kapselung

Poly-  
morphie

Abstraktion

Prof. Dr. rer. nat. Nane Kratzke  
Praktische Informatik und betriebliche Informationssysteme

24

**Objekte sind unterschiedlich  
(aber ähnlich)**



Vieles kann also **wiederverwendet** werden.

Klassen werden uns ermöglichen zu abstrahieren und wiederzuverwenden  
bzw. Polymorphie (Vielgestaltigkeit) in unseren Entwurf einzubetten.

Prof. Dr. rer. nat. Nane Kratzke  
Praktische Informatik und betriebliche Informationssysteme

25

**D.h. wir müssen das Rad nicht neu erfinden!**



Auch wenn es vielleicht manchmal cool wäre ...

Quelle: Pixabay

Prof. Dr. rer. nat. Nane Kratzke  
Praktische Informatik und betriebliche Informationssysteme

26

## Zusammenfassung



- Objektorientierung ist ein Art Werkzeugkasten, um die Entwicklung und Wiederverwendung von Software zu optimieren (steigende Komplexität größerer SW-Systeme zu beherrschen)
- Einleitung in die Kernkonzepte der Objektorientierung
- **Einheit von**
  - Daten (Zustand eines Objekts) und
  - Code (Verhalten eines Objekts)
- **Kapselung**
- **Polymorphie**
- **Abstraktion**



## Themen dieser Unit

### Warum eigentlich OO?

- Beherrschung von Komplexität
- Kapselung
- Polymorphie
- Abstraktion

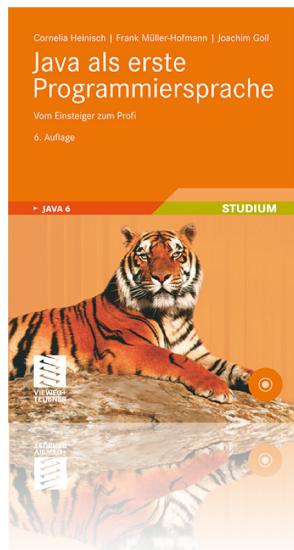
### Objekte

- haben ein Verhalten
- haben einen (gekapselten) Zustand
- können kommunizieren
- sind unterschiedlich (aber ähnlich, bzw. polymorph)

### Modellieren

- Objekte schützen
- Objekte verknüpfen
- Objekte abstrahieren

## Zum Nachlesen ...



### Kapitel 2

#### Objektorientierte Konzepte

- 2.1 Modellierung mit Klassen und Objekten
- 2.2 Das Konzept der Kapselung
- 2.3 Abstraktion und Brechung der Komplexität

Prof. Dr. rer. nat. Nane Kratzke  
Praktische Informatik und betriebliche Informationssysteme

29

## Noch mehr zum Nachlesen ...



### Kapitel 4

#### UML Grundlagen

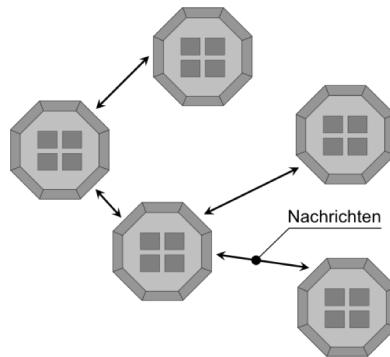
- 4.3.1 Klasse
- 4.4.1 Generalisierung, Spezialisierung
- 4.4.2 – 4.4.5 Assoziation (gerichtet, attribuiert, qualifiziert)
- 4.4.7 – 4.4.8 Aggregation und Komposition

Prof. Dr. rer. nat. Nane Kratzke  
Praktische Informatik und betriebliche Informationssysteme

30

## Modellierung mit Klassen und Objekten

- Entscheidend für den objektorientierten Ansatz, ist nicht das objektorientierte Programmieren,
- sondern das Denken in Objekten
- Bei der objektorientierten Modellierung denkt man lange Zeit hauptsächlich im Problembereich



## Klassen und UML

- Eine Klasse
  - trägt einen **Klassennamen**
  - enthält **Datenfelder** (Attribute)
  - und **Methoden**, die auf diese Klasse zugreifen.

Punkt
x : int
y : int
zeichne()
verschiebe()
loesche()

Klassename Punkt  
Datenfeld x vom Typ int  
Datenfeld y vom Typ int  
Methode zeichne()  
Methode verschiebe()  
Methode loesche()

**Darstellung einer Klasse mittels UML**

## Exkurs: UML Unified Modelling Language



- Die Unified Modeling Language (UML) ist eine graphische Modellierungssprache zur
  - Spezifikation,
  - Konstruktion und
  - Dokumentation von (objektorientierter) Software
- UML hat sich insbesondere im OO-Umfeld als Quasistandard etabliert
- UML definiert graphische Notationen (Diagramme) für statische Strukturen und dynamischen Abläufen
- UML wird von der Object Management Group (OMG) entwickelt und ist zertifizierter ISO Standard (ISO/IEC 19501)



OBJECT MANAGEMENT GROUP  
OBJECT MANAGEMENT GROUP



Prof. Dr. rer. nat. Nane Kratzke  
Praktische Informatik und betriebliche Informationssysteme

33

## Exkurs UML: Diagrammarten



### Strukturdiagramme

- **Klassendiagramme**
- Montagediagramm
- Komponentendiagramm
- Verteilungsdiagramm
- Objektdiagramm
- Profildiagramm

### Verhaltensdiagramme

- **Aktivitätsdiagramm**
- Use Case Diagramm
- Interaktionsübersichtsdiagramm
- Kommunikationsdiagramm
- **Sequenzdiagramm**
- Zeitverlaufsdiagramm
- **Zustandsdiagramm**

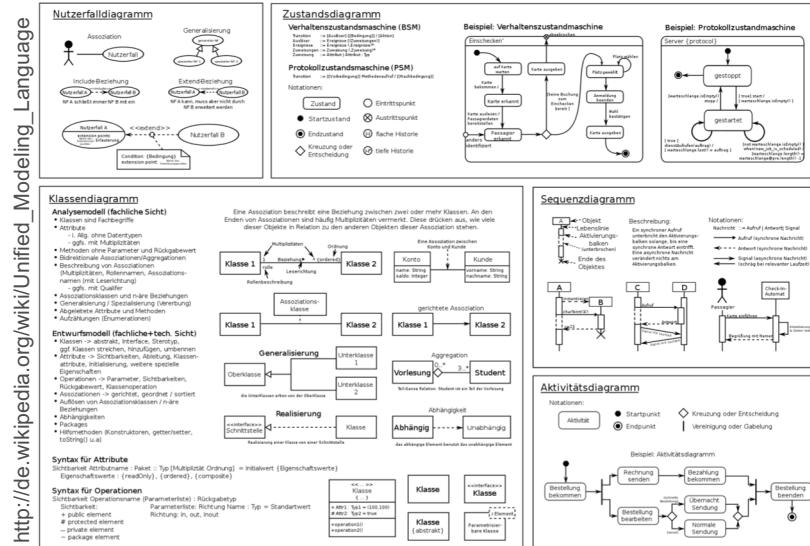
UML kennt die oben stehenden Diagrammarten. Die markierten Diagramme sind die gebräuchlichsten und werden im Rahmen der Vorlesung genutzt.

Die grafische UML-Notation wird Stück für Stück an den geeigneten Stellen im Verlaufe der Vorlesung eingeführt.

Prof. Dr. rer. nat. Nane Kratzke  
Praktische Informatik und betriebliche Informationssysteme

34

## Exkurs UML: Diagramm Übersicht nur zur Information



Prof. Dr. rer. nat. Nane Kratzke  
Praktische Informatik und betriebliche Informationssysteme

35

## Klassen und UML

Punkt
x : int
y : int
zeichne()
verschiebe()
loesche()

Klassenname Punkt  
 Datenfeld x vom Typ int  
 Datenfeld y vom Typ int  
 Methode zeichne()  
 Methode verschiebe()  
 Methode loesche()

```
class Punkt {

    int x;
    int y;

    void zeichne() { ... }
    void verschiebe() { ... }
    void loesche() { ... }

}
```

### UML

### Derselbe Sachverhalt – andere Notation

Im Rahmen dieser Vorlesung wird UML primär zur Darstellung struktureller oder ablauf-orientierter Sachverhalte genutzt und JAVA für programmiertechnische Implementierungen.

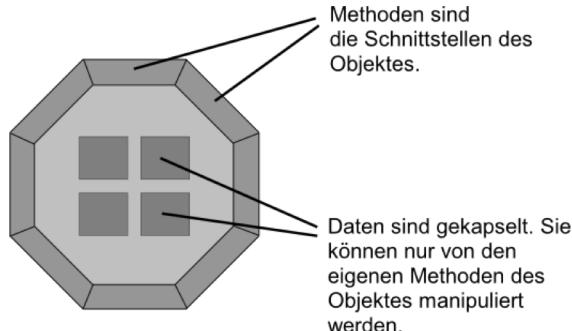
Beide Formen werden aber parallel genutzt. Lauffähig programmieren lässt sich übrigens nur in JAVA.

Prof. Dr. rer. nat. Nane Kratzke  
Praktische Informatik und betriebliche Informationssysteme

36

## Klassen und Objekte

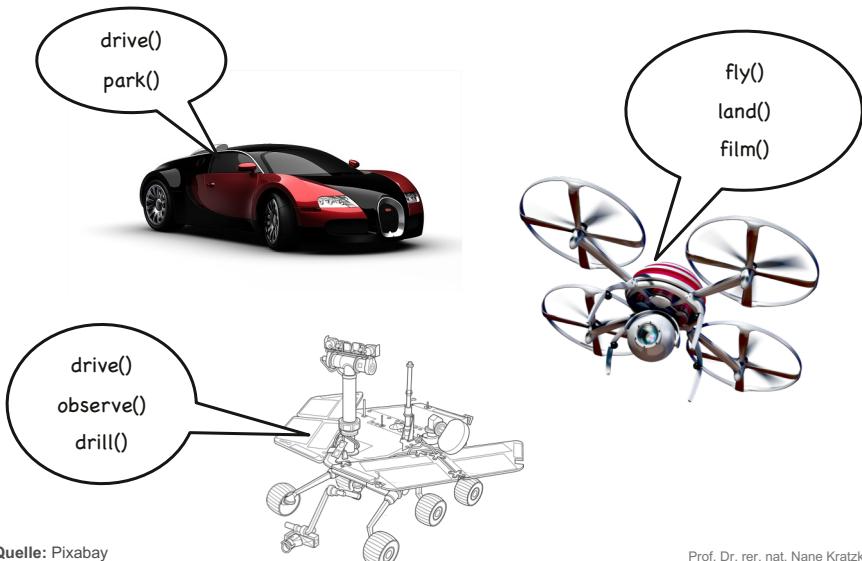
- Bei der Objektorientierung werden die
  - Daten eines Objektes und
  - Die Daten verändernden Methoden
  - als eine Einheit betrachtet – das Objekt.



## Klassen und Objekte

- Methoden** erfüllen die Aufgaben:
  - Werte der Datenfelder **auszugeben**.
  - Datenfelder zu **verändern**.
  - Neue Ergebnisse mittels in Datenfeldern gespeicherter Werte zu **berechnen**.
- Datenfelder** definieren mögliche **Zustände** der Objekte (Datenstruktur),
- die **Methoden** bestimmen das **Verhalten** der Objekte.

## Objekte haben ein Verhalten



The diagram illustrates objects having behavior through speech bubbles containing method names:

- A red sports car has two speech bubbles: one for `drive()` and one for `park()`.
- A quadcopter drone has a speech bubble for `fly()`, `land()`, and `film()`.
- A Mars rover has a speech bubble for `drive()`, `observe()`, and `drill()`.

Quelle: Pixabay

Prof. Dr. rer. nat. Nane Kratzke  
Praktische Informatik und betriebliche Informationssysteme

39

## Objekte haben ein Verhalten (I)



Bislang haben wir Objekte (Instanzen von Klassen) nur als strukturierte Datentypen ohne nennenswertes Verhalten kennen gelernt (bspw. Adresse). Objekte können jedoch auch ein Verhalten zeigen.

Dieses Verhalten wird durch die Methoden des Objekts (eigentlich der Klasse, dazu später mehr) definiert.

Wir definieren nun zwei Klassen, um freundliche und unfreundliche Personen erzeugen zu können (d.h. mit freundlichem und unfreundlichem Verhalten).

Objekte der Klasse `FriendlyPerson` zeigen ein anderes Verhalten als Objekte der Klasse `UnfriendlyPerson`.

Prof. Dr. rer. nat. Nane Kratzke  
Praktische Informatik und betriebliche Informationssysteme

40

## Objekte haben ein Verhalten (II)

```
public class FriendlyPerson {  
    public String name;  
    public FriendlyPerson(String n) { this.name = n; }  
  
    public void sayHello() {  
        System.out.println("[ " + this + "] : Hi, I am " + this);  
    }  
    public String toString() { return name; }  
}  
  
public class UnfriendlyPerson {  
    public String name;  
    public UnfriendlyPerson(String n) { this.name = n; }  
  
    public void sayHello() {  
        System.out.println("[ " + this + "] : Go away. I am busy.");  
    }  
    public String toString() { return name; }  
}
```

Prof. Dr. rer. nat. Nane Kratzke  
Praktische Informatik und betriebliche Informationssysteme

41

## Objekte haben ein Verhalten (III)

```
FriendlyPerson p1 = new FriendlyPerson("Max");  
UnfriendlyPerson p2 = new UnfriendlyPerson("Moritz");  
p1.sayHello();  
p2.sayHello();
```

Ergibt auf der Konsole:

```
[Max]: Hi, I am Max.  
[Moritz]: Go away. I am busy.
```

D.h. Max und Moritz zeigen ein anderes Verhalten  
(aufgrund ihrer Programmierung).

**!!! Methoden definieren das Verhalten von Objekten !!!**

Prof. Dr. rer. nat. Nane Kratzke  
Praktische Informatik und betriebliche Informationssysteme

42

## Objekte haben einen (inneren) Zustand



Quelle: Pixabay

Prof. Dr. rer. nat. Nane Kratzke  
Praktische Informatik und betriebliche Informationssysteme 43

## Objekte haben einen Zustand (I)

```
public class Person {  
    public String name;  
    public Person(String n) { this.name = n; }  
  
    public void sayHello() {  
        System.out.println("[" + this + "]: Hi, I am " + this);  
    }  
    public String toString() { return name; }  
}
```

Datenfelder eines Objekts definieren die Zustände, die ein Objekt annehmen kann.

```
Person p1 = new Person("Max");  
Person p2 = new Person("Maya");  
p1.sayHello();  
p2.sayHello();
```

Hier besteht der Zustand einer Person nur aus einem Namen.

Ergibt auf der Konsole:

```
[Max]: Hi, I am Max.  
[Maya]: Hi, I am Maya.
```

Prof. Dr. rer. nat. Nane Kratzke  
Praktische Informatik und betriebliche Informationssysteme 44

## Objekte haben einen Zustand (II)

- Ein Objekt hat einen Satz von Datenfeldern (und Methoden)
- Jedes Datenfeld hat Werte
- **Zustand eines Objekts == momentane Wertbelegung der Datenfelder des Objekts**
- **Beispiel Fahrstuhl**
  - Gewichtssensor im Fahrstuhl
  - **Mikroskopischer Zustand** des Fahrstuhls == aktueller Wert des Sensors
  - **Makroskopischer Zustand** des Fahrstuhls == Überladen oder nicht Überladen



Prof. Dr. rer. nat. Nane Kratzke  
Praktische Informatik und betriebliche Informationssysteme

45

## Objekte haben einen Zustand (III)

```
public class SemiFriendlyPerson {  
    public String name;  
    public int helloCounter;  
  
    public SemiFriendlyPerson(String n) { name = n; }  
  
    public void sayHello() {  
        helloCounter++;  
        if (helloCounter < 5) {  
            System.out.println(this + "Hi, I am " + name);  
        } else {  
            System.out.println(this + "Hi");  
        }  
    }  
    public String toString() { return "[" + name + "]: " ; }  
}
```

Hier haben wir einen Zustand bestehend aus zwei Datenfeldern.  
sayHello() ändert nun zudem den Zustand des Objekts und sein Verhalten ist abhängig vom Zustand.

Prof. Dr. rer. nat. Nane Kratzke  
Praktische Informatik und betriebliche Informationssysteme

46

## Objekte haben einen Zustand (IV)



```
SemiFriendlyPerson p3 = new SemiFriendlyPerson("Willi");
p3.sayHello();
p3.sayHello();
p3.sayHello();
p3.sayHello();
p3.sayHello();
```

Ergibt auf der Konsole:

```
[Willi]: Hi, I am Willi
[Willi]: Hi
```

Das Verhalten von Willi ändert sich nach dem fünften Methodenaufruf von sayHello() aufgrund seines Zustands (*vielleicht ist er müde die ganze Zeit zu grüßen*).

Prof. Dr. rer. nat. Nane Kratzke  
Praktische Informatik und betriebliche Informationssysteme

47

## Objekte haben einen Zustand (V)



```
public class SemiFriendlyPerson {
    public String name;
    public int helloCounter;

    public SemiFriendlyPerson(String n) { name = n; }

    public boolean tiredToGreet() { return helloCounter >= 5; }

    public void sayHello() {
        helloCounter++;
        if (tiredToGreet()) { System.out.println(this + "Hi"); }
        else { System.out.println(this + "Hi, I am " + name); }
    }

    public String toString() { return "[" + name + "]: "; }
}
```

„Zustandsgruppen“ (Makrozustand) die das Verhalten eines Objekts beeinflussen werden häufig (aber nicht immer, Klausur !!!) als boolesche Methoden definiert.  
Gleichzeitig machen sie den Code so häufig lesbarer („natürlich sprachlicher“).

Prof. Dr. rer. nat. Nane Kratzke  
Praktische Informatik und betriebliche Informationssysteme

48

### Miniübung:



Es kann aber natürlich auch komplexere Zustände geben (aus mehr als einem Datenfeld). Methoden können den Zustand eines Objekts verändern.

```
class Auto {  
    private double fuel = 0.0;  
    private double kmstand = 0.0;  
  
    public Auto() {  
        this.fuel = 5.0;  
    }  
  
    public void tanke(double l) {  
        this.fuel += l;  
    }  
  
    public void fahre(double km) {  
        this.kmstand += km;  
        this.fuel -= 7.0 * km / 100;  
    }  
}
```

Geben Sie den Mikrozustand des erzeugten Objekts nach den entsprechenden Methodenaufrufen an.

```
Auto car = new Auto();
```

```
car.tanke(50.0);
```

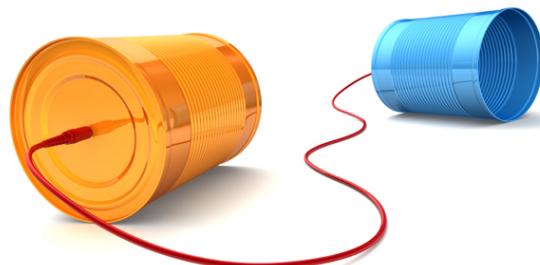
```
car.fahre(50.0);
```

```
car.fahre(200.0);  
car.tanke(10.0);
```

Prof. Dr. rer. nat. Nane Kratzke  
Praktische Informatik und betriebliche Informationssysteme

49

### Objekte können kommunizieren



Quelle: Pixabay

Prof. Dr. rer. nat. Nane Kratzke  
Praktische Informatik und betriebliche Informationssysteme

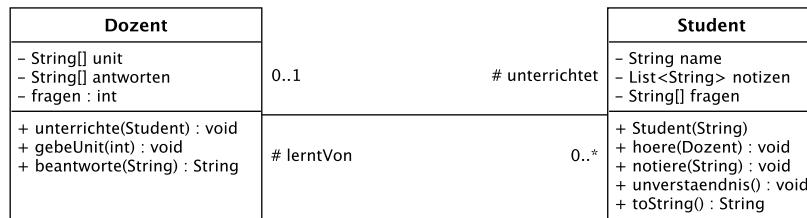
50

## Objekte können kommunizieren



Damit Objekte miteinander kommunizieren (d.h. sich gegenseitig ihre Methoden aufrufen) können, müssen sie einander kennen.

Auf Ebene von UML kann man solch eine Kenntnisbeziehung als **Assoziation** modellieren. UML Assoziationen lassen sich programmiertechnisch als Referenzen auf (Listen von) Objekte(n) abbilden.

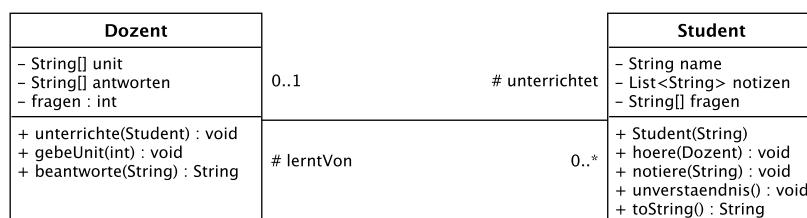


Hier einmal das Beispiel, dass ein Dozent mehrere Studenten unterrichtet und ein Student von maximal einem Dozenten unterrichtet wird (zu einem Zeitpunkt). Studenten notieren dabei Inhalte und können Fragen stellen (bei Unverständnis). Dozenten geben Units und beantworten Fragen.

Prof. Dr. rer. nat. Nane Kratzke  
 Praktische Informatik und betriebliche Informationssysteme

51

## Objekte kennen sich (mittels Referenzen)



```
public class Student {
    protected Dozent lerntVon;
}
```

Jeder Student kennt also seinen Dozenten (lerntVon).

```
public class Dozent {
    protected List<Student> unterrichtet = new LinkedList<Student>();
}
```

Jeder Dozent kennt seine Studenten (unterrichtet).

Prof. Dr. rer. nat. Nane Kratzke  
 Praktische Informatik und betriebliche Informationssysteme

52

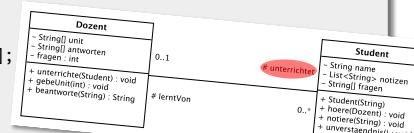
## Ein kommunizierender Dozent

```
public class Dozent {
    private String[] unit = {
        "Ein Objekt hat ein Verhalten.", "Ein Objekt hat einen Zustand.",
        "Ein Objekt kann kommunizieren.", "Ein Objekt ist vielgestaltig." };
    private String[] antworten = { "Eine sehr gute Frage.",
        "Bitte arbeiten Sie dies zu Hause durch.", "Dazu kommen wir noch." };
    private int fragen;
    protected List<Student> unterrichtet = new LinkedList<Student>();

    public void unterrichte(Student s) { unterrichtet.add(s); s.hoere(this); }

    public String beantworte(String s) {
        return antworten[fragen++ % antworten.length];
    }

    public void gebeUnit(int n) {
        for (Student s : unterrichtet) { s.notiere(unit[n]); }
    }
}
```



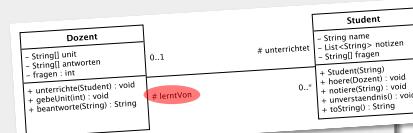
Prof. Dr. rer. nat. Nane Kratzke  
Praktische Informatik und betriebliche Informationssysteme

53

## Ein kommunizierender Student

```
public class Student {
    private String name;
    private String[] frage = { "Gibt es dazu mal ein Beispiel?", "Das war mir viel zu schnell!", "Fehlt da nicht ein Semikolon?" };
    private List<String> notizen = new LinkedList<String>();
    protected Dozent lerntVon;

    public Student(String n) { this.name = n; }
    public void hoere(Dozent d) { this.lerntVon = d; }
    public void unverstaendnis() {
        if (this.lerntVon == null) return;
        Random r = new Random();
        String frage = this.frage[r.nextInt(this.frage.length)];
        String antwort = this.lerntVon.beantworte(frage);
        System.out.println(this.name + ": " + frage + " Dozent: " + antwort);
    }
    public void notiere(String s) { this.notizen.add("- " + s); }
    public String toString() {
        String ret = "Notizen von: " + name + "\n";
        for (String notiz : notizen) ret += notiz + "\n"; return ret;
    }
}
```



Prof. Dr. rer. nat. Nane Kratzke  
Praktische Informatik und betriebliche Informationssysteme

54

## Eine exemplarische Kommunikation Dozent -> Student


**TECHNISCHE  
HOCHSCHULE  
LÜBECK**

```

Dozent d = new Dozent();
Student[] students = {
    new Student("Max"),
    new Student("Maren"),
    new Student("Tessa")
};

for (Student s : students) d.unterrichte(s);

d.gebeUnit(0);
d.gebeUnit(2);
d.gebeUnit(1);

for (Student s : students) {
    System.out.println(s);
}

```

<b>Dozent</b> - String[] unit - String[] Antworten - Fragen: int + unterrichte(Student): void + gebenUnit(int): void + beantworten(String): String	0..1	<b># unterrichtet</b>	<b>Student</b> - String name - List<String> Notizen - String[] Fragen + Student(String): void + hoeere(Dozent): void + notiere(String): void + unverstaendnis(): void + toString(): String
			0..*
		<b># lerntVon</b>	

Notizen von: Max

- Ein Objekt hat ein Verhalten.
- Ein Objekt kann kommunizieren.
- Ein Objekt hat einen Zustand.

Notizen von: Maren

- Ein Objekt hat ein Verhalten.
- Ein Objekt kann kommunizieren.
- Ein Objekt hat einen Zustand.

Notizen von: Tessa

- Ein Objekt hat ein Verhalten.
- Ein Objekt kann kommunizieren.
- Ein Objekt hat einen Zustand.

Prof. Dr. rer. nat. Nane Kratzke    55

## Eine exemplarische Kommunikation Student -> Dozent


**TECHNISCHE  
HOCHSCHULE  
LÜBECK**

```

Dozent d = new Dozent();
Student[] students = {
    new Student("Max"),
    new Student("Maren"),
    new Student("Tessa")
};

for (Student s : students) d.unterrichte(s);

for (Student s : students) {
    s.unverstaendnis();
}

```

<b>Dozent</b> - String[] unit - String[] Antworten - Fragen: int + unterrichte(Student): void + gebenUnit(int): void + beantworten(String): String	0..1	<b># unterrichtet</b>	<b>Student</b> - String name - List<String> Notizen - String[] Fragen + Student(String): void + hoeere(Dozent): void + notiere(String): void + unverstaendnis(): void + toString(): String
			0..*
		<b># lerntVon</b>	

Nur so am Rande:

Die Kommunikation bleibt in unserem Beispiel dieselbe, wenn wir die Stoffvermittlung sein lassen ;-)

Max: Gibt es dazu mal ein Beispiel? Dozent: Eine sehr gute Frage.  
 Maren: Das war mir viel zu schnell! Dozent: Bitte arbeiten Sie dies zu Hause durch.  
 Tessa: Fehlt da nicht ein Semikolon? Dozent: Dazu kommen wir noch.

Prof. Dr. rer. nat. Nane Kratzke    56

## **Objekte sind unterschiedlich (aber ähnlich)**



*also polymorph (vielgestaltig)*

Prof. Dr. rer. nat. Nane Kratzke  
Praktische Informatik und betriebliche Informationssysteme

57

## **Objekte sind vielgestaltig**



Ein berechtigter Einwand an unserem Beispiel wäre, dass nicht alle Studierende gleich sind.

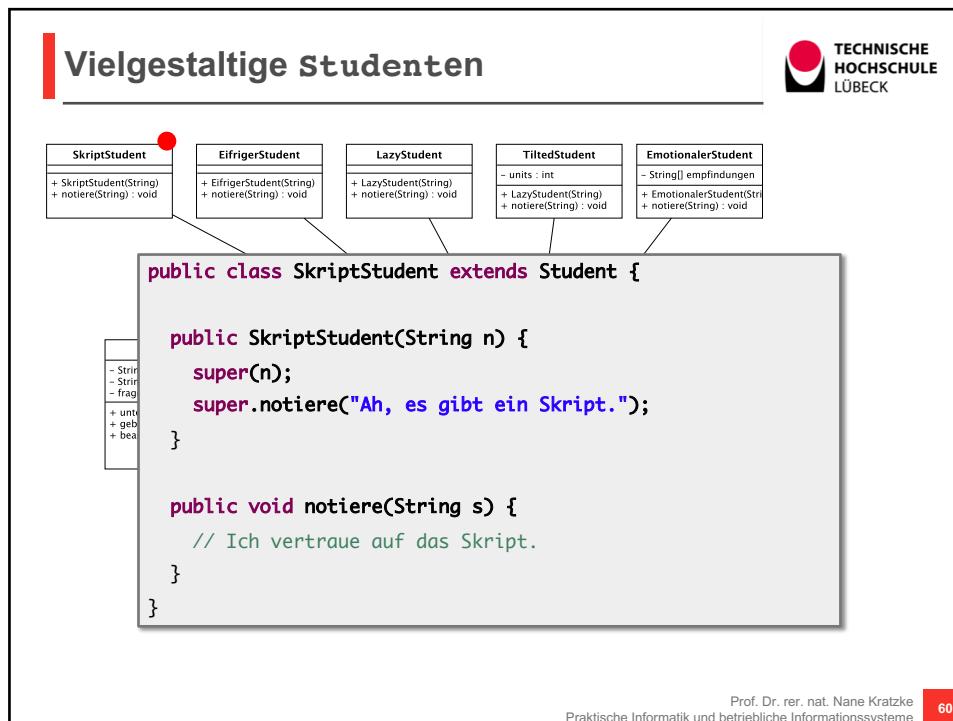
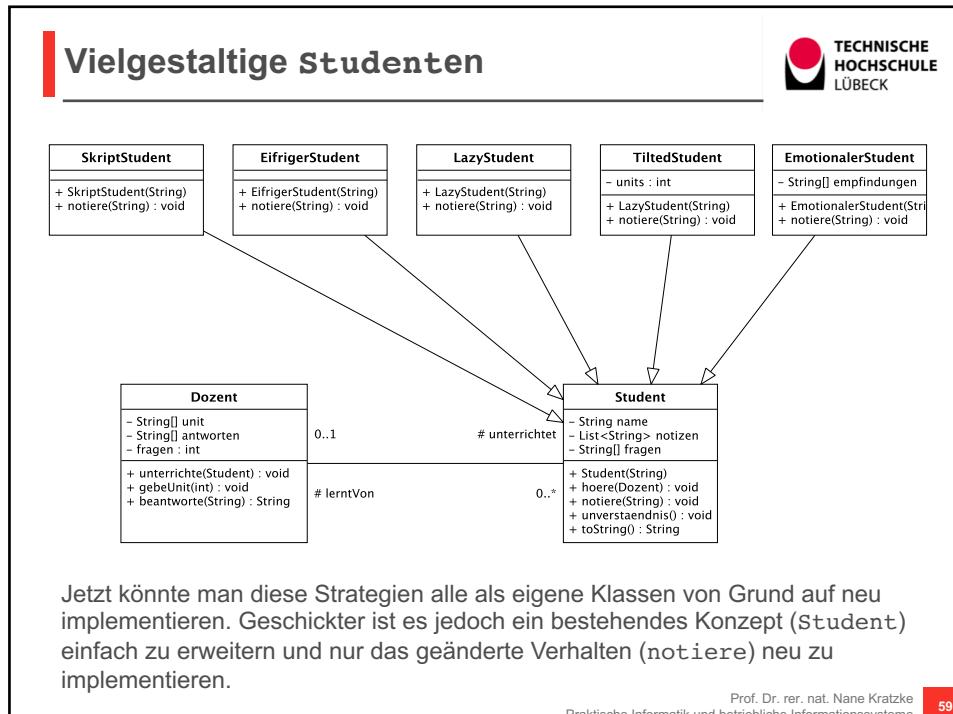
Es gibt bspw. unterschiedliche Strategien Notizen anzufertigen.

- Der SkriptStudent notiert sich gar nichts und vertraut aufs Skript.
- Der EifrigStudent notiert alles und sicherheitshalber doppelt und mit Ausrufezeichen.
- Der LazyStudent notiert sich Teile (so zu etwa 50%).
- Der TiltedStudent schafft es nicht mehr als zwei Units zu notieren.
- Der EmotionaleStudent notiert mehr seine Empfindungen, weniger den Inhalt.

Alle Strategien ändern nichts an der Tatsache, dass Objekte dieser Klassen Studenten bleiben. Der Dozent nimmt auf diese unterschiedlichen Strategien auch gar keine Rücksicht, sondern behandelt alle weiter als Student.

Prof. Dr. rer. nat. Nane Kratzke  
Praktische Informatik und betriebliche Informationssysteme

58



## Vielgestaltige Studenten


**TECHNISCHE  
HOCHSCHULE  
LÜBECK**

```

class SkriptStudent {
    + SkriptStudent(String)
    + notiere(String) : void
}

class EifrigerStudent {
    + EifrigerStudent(String)
    + notiere(String) : void
}

class LazyStudent {
    + LazyStudent(String)
    + notiere(String) : void
}

class TiltedStudent {
    - units : int
    + LazyStudent(String)
    + notiere(String) : void
}

class EmotionalerStudent {
    - String[] empfindungen
    + EmotionalerStudent(String)
    + notiere(String) : void
}

```

```

public class EifrigerStudent extends Student {

    public EifrigerStudent(String n) {
        super(n);
    }

    public void notiere(String s) {
        super.notiere(s + " !!!");
        super.notiere("!!! " + s + " (Nacharbeiten !)");
    }
}

```

Prof. Dr. rer. nat. Nane Kratzke  
Praktische Informatik und betriebliche Informationssysteme
61

## Vielgestaltige Studenten


**TECHNISCHE  
HOCHSCHULE  
LÜBECK**

```

class SkriptStudent {
    + SkriptStudent(String)
    + notiere(String) : void
}

class EifrigerStudent {
    + EifrigerStudent(String)
    + notiere(String) : void
}

class LazyStudent {
    + LazyStudent(String)
    + notiere(String) : void
}

class TiltedStudent {
    - units : int
    + LazyStudent(String)
    + notiere(String) : void
}

class EmotionalerStudent {
    - String[] empfindungen
    + EmotionalerStudent(String)
    + notiere(String) : void
}

```

```

public class LazyStudent extends Student {

    public LazyStudent(String n) {
        super(n);
        super.notiere("Jamaica, man!");
    }

    public void notiere(String s) {
        super.notiere(s.substring(0, s.length() / 2));
    }
}

```

Prof. Dr. rer. nat. Nane Kratzke  
Praktische Informatik und betriebliche Informationssysteme
62

## Vielgestaltige Studenten

```

public class TiltedStudent extends Student {
    private int units;

    public TiltedStudent(String n) { super(n); }

    private boolean overflow() { return this.units++ >= 2; }

    public void notiere(String s) {
        if (overflow()) { super.notiere("Häh? Tilt ..."); }
        else           { super.notiere(s); }
    }
}

```

Prof. Dr. rer. nat. Nane Kratzke  
Praktische Informatik und betriebliche Informationssysteme

63

## Vielgestaltige Studenten

```

public class EmotionalerStudent extends Student {

    private String[] empfindungen = {
        "Was für ein schöner Sonnenaufgang.", "Wieso immer ich?",  

        "Informatik ist so spannend!", "Wieso nur Informatik?",  

        "Ich hasse Klausuren.", "Gruppenarbeit ist toll. Das ist so dynamisch.",  

        "Objektorientierung ist super.", "Objektorientierung. Wie banal!"
    };

    public EmotionalerStudent(String n) { super(n); }

    public void notiere(String s) {
        Random r = new Random();
        super.notiere(empfindungen[r.nextInt(empfindungen.length)]);
    }
}

```

Prof. Dr. rer. nat. Nane Kratzke  
Praktische Informatik und betriebliche Informationssysteme

64

## Eine exemplarische Kommunikation Dozent -> Student

```
Dozent d = new Dozent();
Student[] students = {
    new SkriptStudent("Max"),
    new EifrigerStudent("Maren"),
    new LazyStudent("Tessa"),
    new TiltedStudent("Moritz"),
    new EmotionalerStudent("Maya")
};

for (Student s : students) d.unterrichte(s);
d.gebeUnit(0);
d.gebeUnit(2);
d.gebeUnit(1);
d.gebeUnit(3);

for (Student s : students) {
    System.out.println(s);
}
```

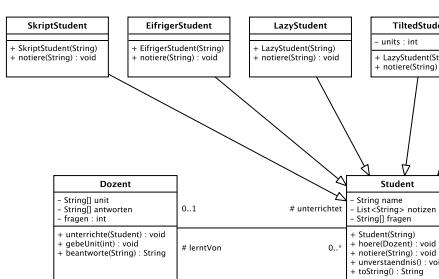
Der Dozent spricht alle Objekte einheitlich als Student an. Aber jedes Objekt zeigt jetzt ein anderes Verhalten.

Notizen von: Max  
- Ah, es gibt ein Skript.  
Notizen von: Maren  
- Ein Objekt hat ein Verhalten. !!!  
- !!! Ein Objekt hat ein Verhalten. (Nacharbeiten !)  
- Ein Objekt kann kommunizieren. !!!  
- !!! Ein Objekt kann kommunizieren. (Nacharbeiten !)  
- Ein Objekt hat einen Zustand. !!!  
- !!! Ein Objekt hat einen Zustand. (Nacharbeiten !)  
- Ein Objekt ist vielgestaltig. !!!  
- !!! Ein Objekt ist vielgestaltig. (Nacharbeiten !)  
Notizen von: Tessa  
- Jamaica, man!  
- Ein Objekt hat  
- Ein Objekt kann  
- Ein Objekt hat  
- Ein Objekt ist  
Notizen von: Moritz  
- Ein Objekt hat ein Verhalten.  
- Ein Objekt kann kommunizieren.  
- Häh? Tilt ...  
- Häh? Tilt ...  
Notizen von: Maya  
- Objektorientierung ist super.  
- Ich hasse Klausuren.  
- Was für ein schöner Sonnenaufgang.  
- Objektorientierung. Wie banal!

Prof. Dr. rer. nat. Nane Kratzke  
Praktische Informatik und betriebliche Informationssysteme

65

## Eine exemplarische Kommunikation Dozent -> Student



Der Dozent spricht alle Objekte einheitlich als Student an. Aber jedes Objekt zeigt jetzt ein anderes Verhalten.

Den Großteil der Logik müssen wir also nicht anpassen. Den Dozenten interessiert es nicht einmal! Trotzdem funktioniert es.

Notizen von: Max  
- Ah, es gibt ein Skript.  
Notizen von: Maren  
- Ein Objekt hat ein Verhalten. !!!  
- !!! Ein Objekt hat ein Verhalten. (Nacharbeiten !)  
- Ein Objekt kann kommunizieren. !!!  
- !!! Ein Objekt kann kommunizieren. (Nacharbeiten !)  
- Ein Objekt hat einen Zustand. !!!  
- !!! Ein Objekt hat einen Zustand. (Nacharbeiten !)  
- Ein Objekt ist vielgestaltig. !!!  
- !!! Ein Objekt ist vielgestaltig. (Nacharbeiten !)  
Notizen von: Tessa  
- Jamaica, man!  
- Ein Objekt hat  
- Ein Objekt kann  
- Ein Objekt hat  
- Ein Objekt ist  
Notizen von: Moritz  
- Ein Objekt hat ein Verhalten.  
- Ein Objekt kann kommunizieren.  
- Häh? Tilt ...  
- Häh? Tilt ...  
Notizen von: Maya  
- Objektorientierung ist super.  
- Ich hasse Klausuren.  
- Was für ein schöner Sonnenaufgang.  
- Objektorientierung. Wie banal!

Prof. Dr. rer. nat. Nane Kratzke  
Praktische Informatik und betriebliche Informationssysteme

66

## Themen dieser Unit



### Warum eigentlich OO?

- Beherrschung von Komplexität
- Kapselung
- Polymorphie
- Abstraktion

### Objekte

- haben ein Verhalten
- haben einen (gekapselten) Zustand
- können kommunizieren
- sind unterschiedlich (aber ähnlich, bzw. polymorph)

### Modellieren

- Objekte schützen
- Objekte verknüpfen
- Objekte abstrahieren

Prof. Dr. rer. nat. Nane Kratzke  
Praktische Informatik und betriebliche Informationssysteme

67

## Objekte schützen



Prof. Dr. rer. nat. Nane Kratzke  
Praktische Informatik und betriebliche Informationssysteme

68

## Konzept der Kapselung

In der Objektorientierung betrachtet man Daten und Methoden als eine zusammengehörende Einheit. Die folgenden Begriffe sind dabei von Bedeutung:



Abstraktion
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Komplexer Sachverhalt der realen Welt</li> <li>• wird auf das Wesentliche reduziert</li> <li>• und vereinfacht dargestellt</li> <li>• Datenfelder und Methoden eines Objekts repräsentieren diejenigen Daten und das Verhalten von Bedeutung für den Probletraum</li> </ul>

Kapselung
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Objekt implementiert sein Verhalten in Schnittstellenmethoden</li> <li>• Ein Objekt sollte (im Idealfall) nur über definierte Schnittstellenmethoden mit seiner Umwelt in Kontakt treten</li> </ul>

Information Hiding
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Innere Daten eines Objekts sollen nach außen nicht direkt sichtbar sein</li> <li>• Innere Eigenschaften eines Objekts sollen verborgen sein</li> <li>• Ein Objekt sollten nichts von inneren Implementierungs-details eines anderen Objekts wissen müssen</li> </ul>

Ein Objekt sollte also keine Kenntnisse über den inneren Aufbau anderer Objekte haben. Programmietechnische Änderungen innerhalb von Klassen (und daraus instantiierten Objekten) ziehen so keine Änderungen außerhalb der geänderten Klassen nach sich, solange die Schnittstellen gleich bleiben.

Prof. Dr. rer. nat. Nane Kratzke  
Praktische Informatik und betriebliche Informationssysteme

69

## Information Hiding Zugriffsschutz für Methoden und Datenfelder

Objektorientierte Sprachen kennen üblicherweise die folgenden Zugriffsmodifikatoren

public

protected

private

Restriktivere Zugriffsrechte →

Zusätzlich gibt es noch den impliziten Zugriffsmodifikator default, der gilt, wenn keiner der drei oberen gesetzt wird. Darüberhinaus gibt es noch ein paar mehr Feinheiten im Zusammenhang mit Packages, diese werden aber erst in der Unit 9 behandelt.

Prof. Dr. rer. nat. Nane Kratzke  
Praktische Informatik und betriebliche Informationssysteme

70

## Zugriffsmodifikatoren UML

Um die Zugriffsmodifikatoren  
•public,  
•protected,  
•private und  
•package/default  
nicht immer in UML Diagrammen  
ausschreiben zu müssen,  
werden auch die folgenden  
abkürzenden Symbole +, #, -, ~  
genutzt.

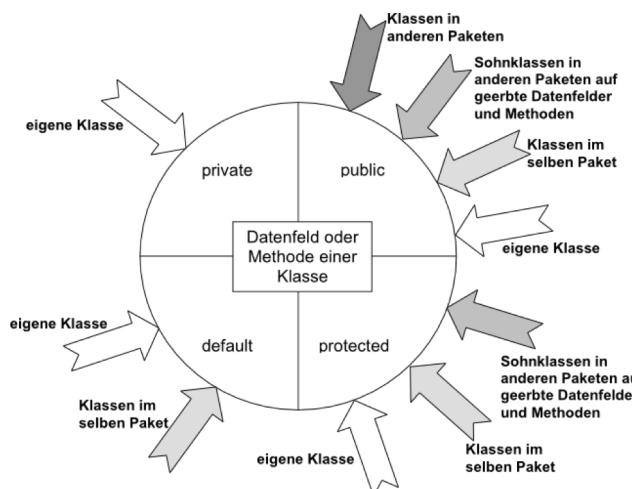
### Example

+ public_datenfeld : Type # protected_datenfeld : Type - private_datenfeld : Type ~ package_datenfeld : Type
+ public_methode() : Type # protected_methode() : Type - private_methode() : Type ~ package_methode() : Type

Prof. Dr. rer. nat. Nane Kratzke  
Praktische Informatik und betriebliche Informationssysteme

71

## Zugriffsschutz im Überblick



Auf Besonderheiten im Zusammenhang mit Paketen und dem Zugriffsmodifikator default  
bitte Selbststudy Unit durcharbeiten.

Prof. Dr. rer. nat. Nane Kratzke  
Praktische Informatik und betriebliche Informationssysteme

72

## Information Hiding



- Ein Ziel der Objektorientierung ist es,
- die Repräsentation der Daten und
- die Implementierung der Daten zu verbergen.
- Es soll kein Unbefugter die Daten verändern können.
- Nur Methoden des Objekts sollten auf die Daten des Objekts Zugriff haben.

Folgende Klasse ist zwar korrektes JAVA, befolgt aber nicht das Prinzip des Information Hiding.

```
class Person {  
    public String name;  
    public String nachname;  
    public int alter;  
  
    public void print() { ...  
        System.out.println(name);  
        System.out.println(nachname);  
        System.out.println(alter);  
    }  
}
```

Datenfelder des Objekts, sind von „außen“ zugreifbar und veränderbar.

```
Person p = new Person();  
p.name = „Max“;  
p.nachname = „Mustermann“;  
p.alter = „35“;  
p.print();
```

Prof. Dr. rer. nat. Nane Kratzke  
Praktische Informatik und betriebliche Informationssysteme

73

## Information Hiding (II)



„Objektorientierter“ wäre eine Realisierung, wie die folgende:

```
class Person {  
    private String name;  
    private String nachname;  
  
    public Person(String n, String nn) {  
        name = n; nachname = nn;  
    }  
  
    public void print() { ...  
        System.out.println(name);  
        System.out.println(nachname);  
    }  
  
    public String getName() {  
        return name;  
    }  
  
    public String getNachname() {  
        return nachname;  
    }  
}
```

- Somit kein direkter Zugriff mehr auf Datenfelder von Personenobjekten
- **private** ist ein sogenannter Zugriffsmodifikator

Da **name** und **nachname** als **private** deklariert wurden, können Sie nur innerhalb durch Objekte der Klasse **Person** geändert werden, nicht von außen.

Prof. Dr. rer. nat. Nane Kratzke  
Praktische Informatik und betriebliche Informationssysteme

74

## Miniübung:



Gegeben ist folgende Klassendefinition.

```
class Auto {
    private double fuel = 0.0;
    private double kmstand = 0.0;

    public Auto() {
        this.fuel = 5.0;
    }

    public void tanke(double l) {
        this.fuel += l;
    }

    public void fahre(double km) {
        this.kmstand += km;
        this.fuel -= 7.0 * km / 100;
    }
}
```

Geben Sie nun sinnvolle getter und setter Methoden an, um den Kilometerstand und den Tankstand auslesen und setzen zu können. Achten Sie auf sinnvolle Zugriffsmodifikatoren!

Tankstand

Kilometerstand

Prof. Dr. rer. nat. Nane Kratzke  
Praktische Informatik und betriebliche Informationssysteme

75

## Miniübung:



Gegeben ist folgende Klassendefinition plus gerade vorgenommener Ergänzungen.

```
class Auto {
    private double fuel = 0.0;
    private double kmstand = 0.0;

    public Auto() {
        this.fuel = 5.0;
    }

    public void tanke(double l) {
        this.fuel += l;
    }

    public void fahre(double km) {
        this.kmstand += km;
        this.fuel -= 7.0 * km / 100;
    }
}
```

Geben Sie nun eine sinnvolle Implementierung an, den Makrozustand hinsichtlich des Tankzustands (kaum noch Benzin) eines Autoobjekts zu bestimmen.

Kaum noch Benzin

Prof. Dr. rer. nat. Nane Kratzke  
Praktische Informatik und betriebliche Informationssysteme

76

### Miniübung:



Gegeben ist folgende Klassendefinition plus gerade vorgenommener Ergänzungen.

```
class Auto {  
    private double fuel = 0.0;  
    private double kmstand = 0.0;  
  
    public Auto() {  
        this.fuel = 5.0;  
    }  
  
    public void tanke(double l) {  
        this.fuel += l;  
    }  
  
    public void fahre(double km) {  
        this.kmstand += km;  
        this.fuel -= 7.0 * km / 100;  
    }  
}
```

Geben Sie nun eine sinnvolle Implementierung an, den Makrozustand hinsichtlich des Wartungsstands zu bestimmen (alle 20.000km zur Inspektion).

Prof. Dr. rer. nat. Nane Kratzke  
Praktische Informatik und betriebliche Informationssysteme

77

### Miniübung:

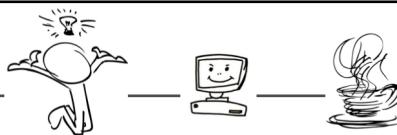


Geben Sie nun bitte die UML Notation der gerade definierten Klassen Auto und InspAuto an.

Prof. Dr. rer. nat. Nane Kratzke  
Praktische Informatik und betriebliche Informationssysteme

78

### Miniübung:



Sie sollen nun Personen weiterhin wie folgt anlegen können.

```
Person p1 = new Person("Max", "Mustermann");
Person p2 = new Person("Maren", "Musterfrau");
Person p3 = new Person("Tessa", "Loniki");
```

Jedoch auf die einzelnen Namensbestandteile zielgerichtet zugreifen können.

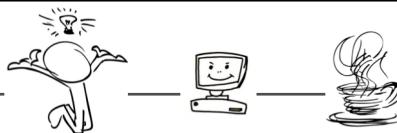
```
System.out.println(p2.getNachname());
System.out.println(p1.getVorname());
System.out.println(p3.getVorname() + " " + p3.getNachname());
```

Es soll folgendes auf der Konsole ausgegeben werden.

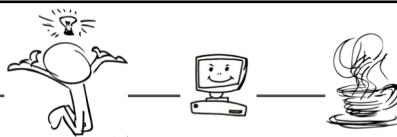
```
Musterfrau
Max
Tessa Loniki
```

Bitte geben Sie eine Implementierung für Person an, die entsprechende getter Methoden implementiert.

### Miniübung:



### Miniübung:



Sie sollen nun Personen weiterhin wie folgt anlegen können.

```
Person p1 = new Person("Max", "Mustermann");
Person p2 = new Person("Maren", "Musterfrau");
Person p3 = new Person("Tessa", "Loniki");
```

Jedoch nachträglich Nachnamen sinnvoll ändern können.

```
p2.setNachname("Mustermann");
System.out.println(p2);
```

Es soll dann folgendes auf der Konsole ausgegeben werden.

```
Maren Mustermann
```

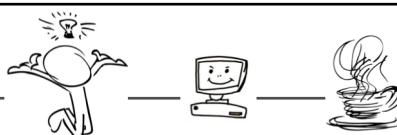
Werden sinnlose Werte wie "" oder null als Nachname gesetzt, soll nichts im Objekt geändert werden. Die Methode soll aber false als Rückgabe liefern.  
Wird etwas geändert, soll sie true liefern.

```
p1.setNachname("") == false      => p1 bleibt Max Mustermann
p1.setNachname(null) == false    => p1 bleibt Max Mustermann
p1.setNachname("Müller") == true => p1 wird Max Müller
```

Prof. Dr. rer. nat. Nane Kratzke  
Praktische Informatik und betriebliche Informationssysteme

81

### Miniübung:



Prof. Dr. rer. nat. Nane Kratzke  
Praktische Informatik und betriebliche Informationssysteme

82

## Objekte verknüpfen



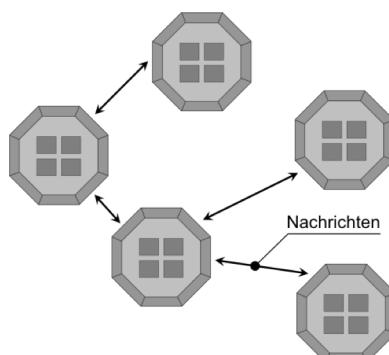
Quelle: Pixabay

Prof. Dr. rer. nat. Nane Kratzke  
Praktische Informatik und betriebliche Informationssysteme

83

## Zusammenarbeit von Objekten Objektkommunikation

- Objektorientierte Systeme erbringen ihre Leistung durch das Zusammenwirken von Objekten
- in dem Nachrichten zwischen Objekten ausgetauscht werden
- (in JAVA entspricht dies Methodenaufrufen)



Prof. Dr. rer. nat. Nane Kratzke  
Praktische Informatik und betriebliche Informationssysteme

84

## Assoziation zwischen Objekten


  
**TECHNISCHE  
HOCHSCHULE  
LÜBECK**

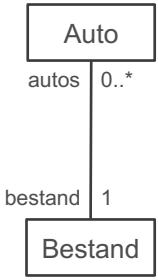
**Assoziation in JAVA**

```

class Auto {
    Bestand bestand; // Verweist auf einen Bestand
    ...
}

class Bestand {
    List<Auto> autos = new LinkedList<Auto>();
    // Verweist auf eine Liste von Autos
    ...
}

```



Assoziationen sind erforderlich, damit Objekte miteinander kommunizieren können (hierzu benötigen sie eine Kenntnisbeziehungen von einander).

Programmiertechnisch, wird üblicherweise eine Assoziation mit Hilfe zweier Variablen erzeugt, die Referenzen zwischen den Objekten halten.

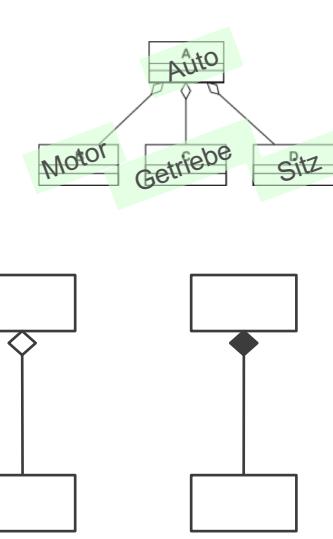
- Für die Konnektivitäten **0..1** (keine oder eine Verbindung) und **1** (genau eine Verbindung) kann dabei einfach eine Referenzvariable genutzt werden.
- Für Konnektivitäten **> 1** muss eine Datenstruktur gewählt werden, die mehr als einen Verweis aufnehmen kann. Üblicherweise wird hier eine Liste/Array genutzt.

Prof. Dr. rer. nat. Nane Kratzke  
 Praktische Informatik und betriebliche Informationssysteme

85

## Zerlegungshierarchie


  
**TECHNISCHE  
HOCHSCHULE  
LÜBECK**



- Ein Objekt kann als Datenfelder andere Objekte haben
- Z.B. ein Auto besteht aus einem Motor, Getriebe und Sitzen (sowie weiteren Teilen)
- Man kann ein Objekt in seine Teilobjekte und diese wiederum in ihre Teilobjekte zerlegen (usw.).
- Bei dieser Zerlegung unterscheidet man Aggregationen und Kompositionen (kommt gleich)

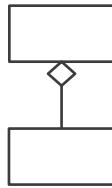
Prof. Dr. rer. nat. Nane Kratzke  
 Praktische Informatik und betriebliche Informationssysteme

86

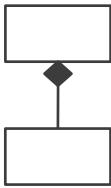
### Zerlegungshierarchie

**Aggregation und Komposition (Spezialformen von Assoziationen)**


**TECHNISCHE  
HOCHSCHULE  
LÜBECK**



*Aggregation in UML*



*Komposition in UML*

- Bei einer Aggregation können die Bestandteile eines Objekts unabhängig von der Lebensdauer des Oberobjekts existieren
- Teile können länger leben als das Ganze**
- Beispiel:** Die Räder eines Autos können an andere Autos gebaut werden. Räder sind an ein Auto aggregiert (zugeordnet).

- Bei einer Komposition existieren die Bestandteile eines Objekts nur so lange wie auch das Oberobjekt existiert.
- Teile können nicht länger leben als das Ganze**
- Beispiel:** Die Seiten eines Buchs sind mit dem Buch untrennbar verbunden. Seiten und Buch sind komponiert.

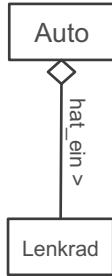
Prof. Dr. rer. nat. Nane Kratzke  
 Praktische Informatik und betriebliche Informationssysteme

87

### Aggregation/Komposition in UML/JAVA


**TECHNISCHE  
HOCHSCHULE  
LÜBECK**

*Aggregation in UML*



*Aggregation in JAVA*

```
class Auto {
    Lenkrad hat_ein;
    ...
}

class Lenkrad {
    ...
}
```

```
Auto auto = new Auto();
Lenkrad lenkrad = new Lenkrad();
auto.hat_ein = lenkrad;
```

Programmiertechnisch, wird üblicherweise eine Aggregation/Komposition mit Hilfe einer Variablen erzeugt, die eine Referenz auf das Teilobjekt enthält. Da JAVA nur Referenztypen kennt, geht dies in JAVA sehr einfach (siehe oben). Solch eine Variable wird auch **Referenzvariable** (ergänzend zu Instanz- und Klassenvariable genannt).

**Kompositionen werden in der Regel genauso umgesetzt, aber beim Löschen wird auch das Komposit mitgelöscht.**

Prof. Dr. rer. nat. Nane Kratzke  
 Praktische Informatik und betriebliche Informationssysteme

88

## Multiplizitäten



Multiplizität	Beschreibung
1	Genau eine Verbindung
0..1	Höchstens eine Verbindung
0..*	Beliebig viele Verbindungen
1..*	Mindestens eine Verbindung
n..m	Mindestens n höchstens m Verbindungen. Eher ungewöhnlich, nur zu nutzen wenn die Obergrenze zweifelsfrei feststeht, z.B. die Anzahl an Reifen an einem PKW hätte die Multiplizität 0..4. Häufig nutzt man in solchen Fällen dennoch die Multiplizität 0..*.

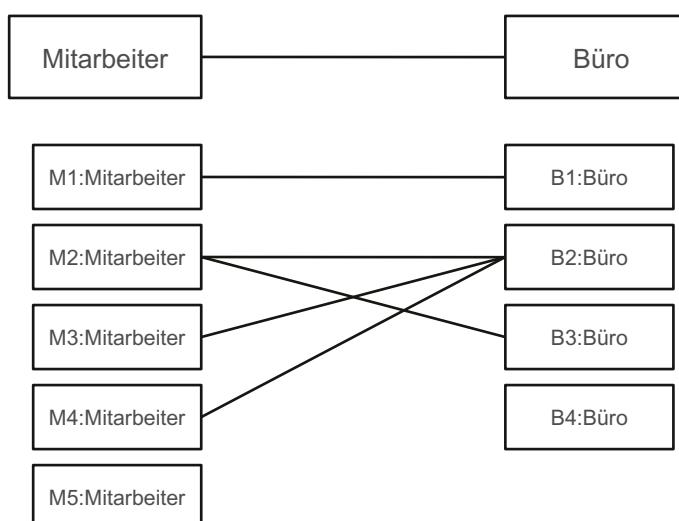
Assoziationen erhalten neben einem Namen auch Anzahlangaben (Multiplizitätsangaben). Dies gibt an mit wievielen Objekten der gegenüberliegenden Assoziationsseite je ein Objekt der Ausgangsseite verbunden ist.

Letztlich entscheiden diese Angaben, ob zum Verwalten der Kenntnisbeziehungen zwischen Objekten eine einfache Referenzvariable oder eine Collection über den Typ des Assoziationspartners genutzt werden muss.

Prof. Dr. rer. nat. Nane Kratzke  
Praktische Informatik und betriebliche Informationssysteme

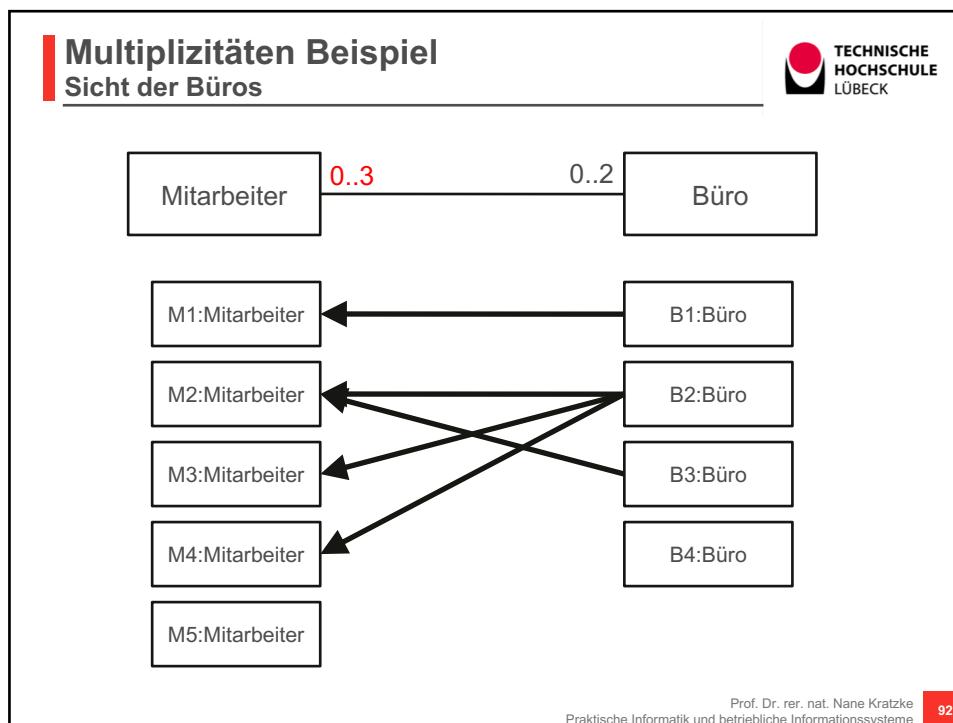
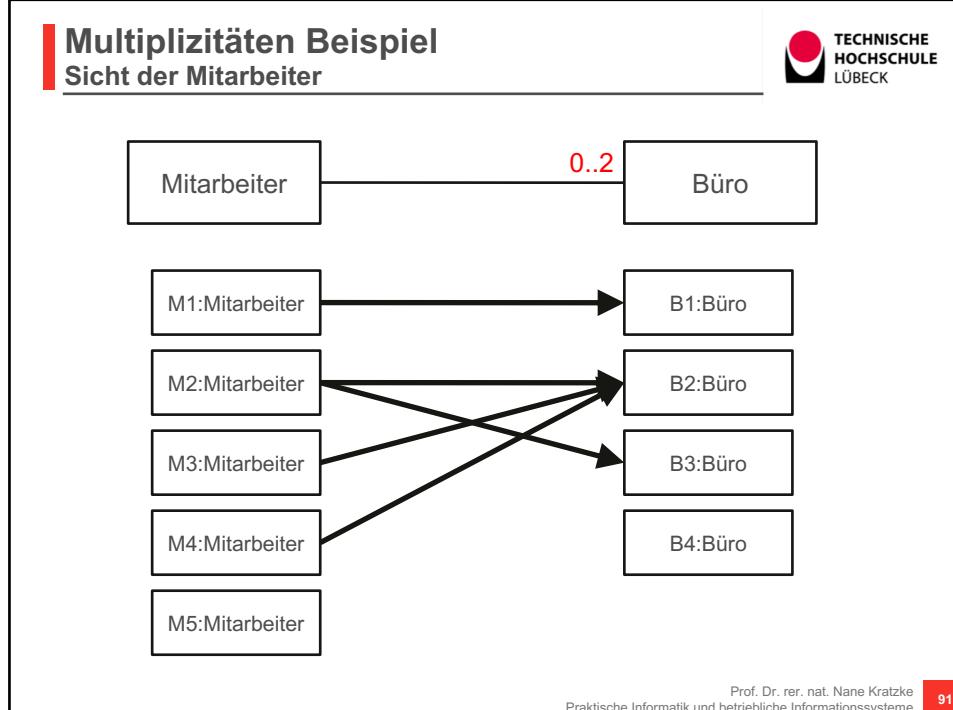
89

## Multiplizitäten Beispiel



Prof. Dr. rer. nat. Nane Kratzke  
Praktische Informatik und betriebliche Informationssysteme

90

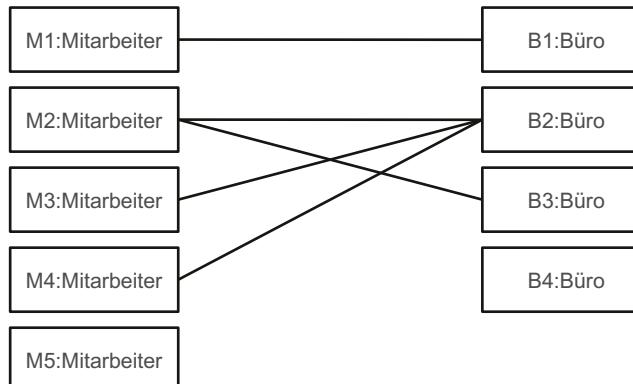


## Multiplizitäten Beispiel

### Angabe der Multiplizitäten



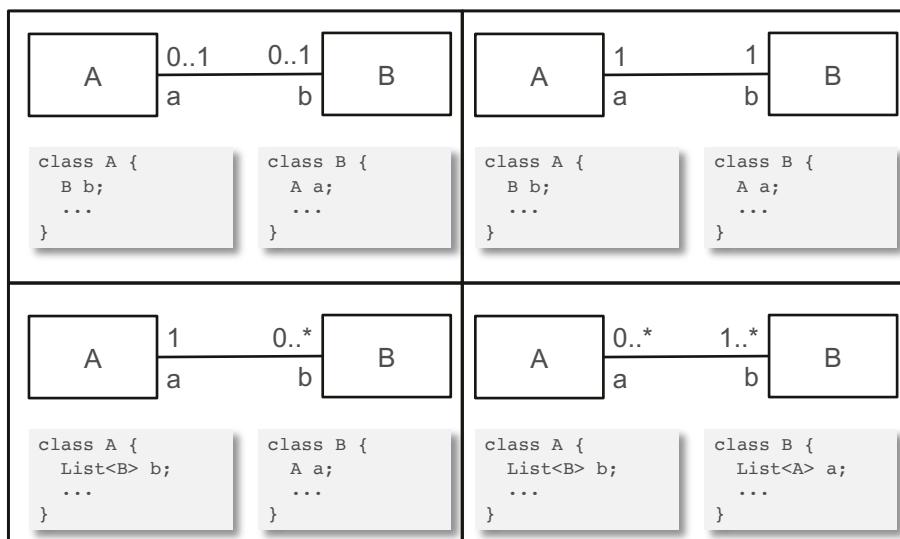
Konkrete Multiplizitäten > 1 werden üblicherweise verallgemeinert.



Prof. Dr. rer. nat. Nane Kratzke  
Praktische Informatik und betriebliche Informationssysteme

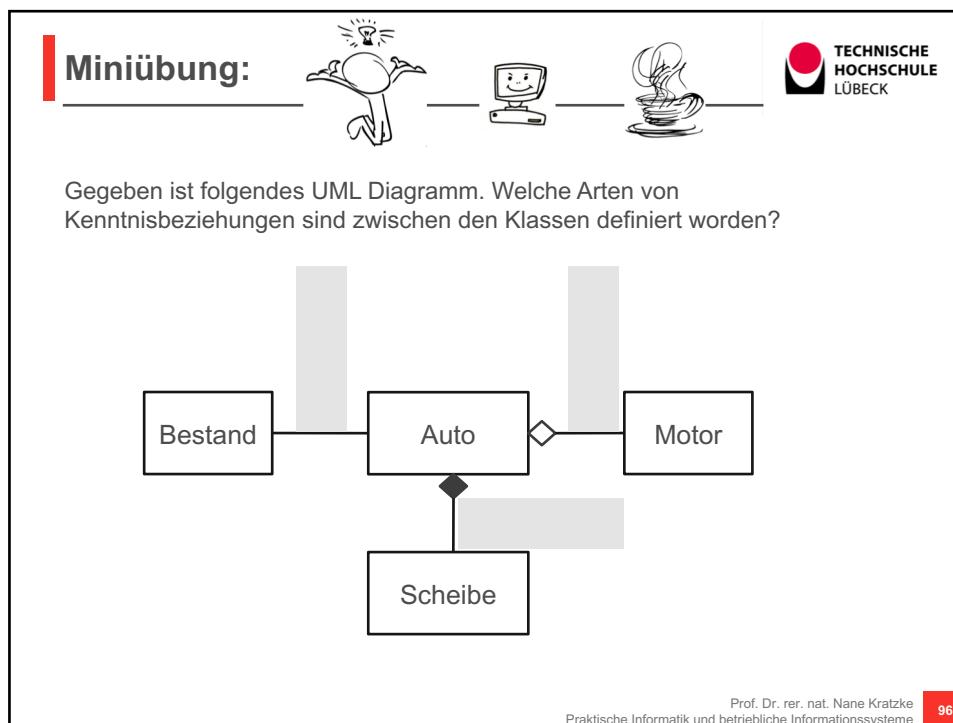
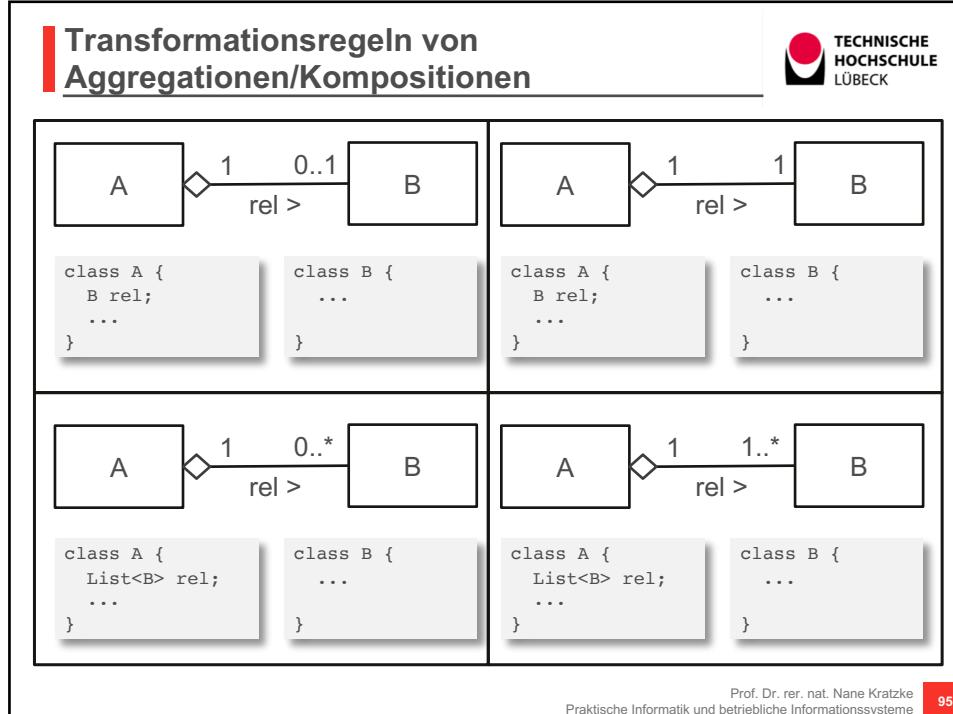
93

## Transformationsregeln von Assoziationen

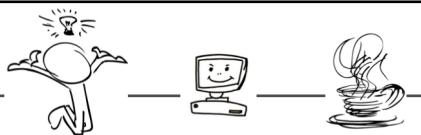


Prof. Dr. rer. nat. Nane Kratzke  
Praktische Informatik und betriebliche Informationssysteme

94



## Miniübung:



Studierende sollen wie folgt angelegt und ausgegeben werden können.

```
Student s = new Student("Max", "Mustermann", 123456);  
System.out.println(s);
```

```
Max Mustermann (MatrNr.: 123456)
```

Termine sollen wie folgt angelegt und ausgegeben werden können.

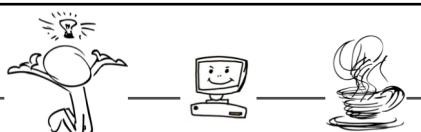
```
Termin t = new Termin(16, 15, 17, 45, "Übung VProg", "18-1.18");  
System.out.println(t);
```

```
16:15h bis 17:45h : Übung VProg in 18-1.18
```

Prof. Dr. rer. nat. Nane Kratzke  
Praktische Informatik und betriebliche Informationssysteme

97

## Miniübung:



Studierenden können ferner Termine wie folgt zugeordnet werden.

```
Student s = new Student("Max", "Mustermann", 123456);  
Termin t1 = new Termin(14, 30, 16, 00, "Vorlesung VProg", "18-0.01");  
Termin t2 = new Termin(16, 15, 17, 45, "Übung VProg", "18-1.18");  
s.insertTermin(t1);  
s.insertTermin(t2);  
s.insertTermin(t1); // Termin versehentlich doppelt eingegeben.
```

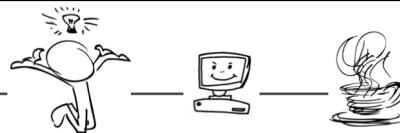
Werden nun Studierende ausgegeben, sollen auch die Termine mit ausgegeben werden, die einem Studierenden zugeordnet sind.

```
System.out.println(s);  
  
Max Mustermann (MatrNr.: 123456)  
- 14:30h bis 16:00h : Vorlesung VProg in 18-0.01  
- 16:15h bis 17:45h : Übung VProg in 18-1.18
```

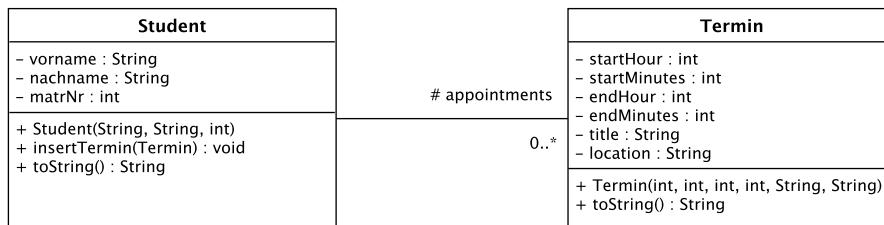
Prof. Dr. rer. nat. Nane Kratzke  
Praktische Informatik und betriebliche Informationssysteme

98

### Miniübung:

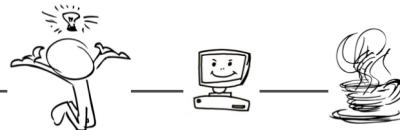


Um sie zu unterstützen, ist Ihnen folgendes UML-Diagramm gegeben.

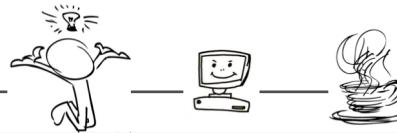


Implementieren Sie nun bitte Student und Termin.

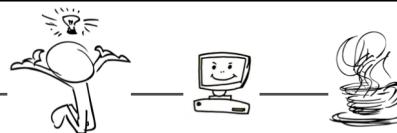
### Miniübung:



## Miniübung:

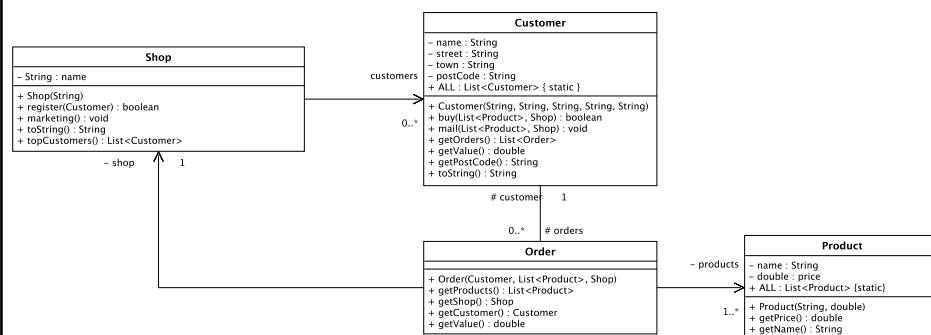


## Miniübung:

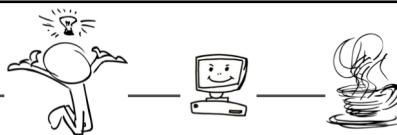


Gegeben sei folgendes UML Diagramm:

- Implementieren Sie die gezeigten Klassen inklusive ihrer Assoziationen.
- Bestimmen sie die TOP 10 der besten Kunden eines jeden Shops.
- marketing() schreibt 5% aller insgesamt vorhanden Kunden an und schlägt 25% aller Produkte vor.
- Kunden reagieren auf 10% aller vorgeschlagenen Produkte (Methode mail()) mit einem Kauf.



## Miniübung:



Testen Sie ihre Implementierung mit folgendem Setting:

```
// Wir erzeugen 100 Kunden
for (int i = 1; i <= 100; i++) {
    new Customer("Max Mustermann " + i, "Beispielstr. " + (i % 27), "Luebeck", 26500 + (i % 43) + "");
}

// Wir erzeugen 1000 Produkte mit zufälligen Preisen
for (int i = 1; i <= 1000; i++) { new Product("Testprodukt " + i, Math.random() * i); }

// Wir erzeugen 3 Shops
List<Shop> shops = Arrays.asList(new Shop("Amazon"), new Shop("Otto"), new Shop("EBay"));

// 1. Marketing Runde
for (Shop shop : shops) { shop.marketing(); System.out.println(shop); }

// 2. Marketing Runde
for (Shop shop : shops) { shop.marketing(); System.out.println(shop); }

// 3. Marketing Runde
for (Shop shop : shops) { shop.marketing(); System.out.println(shop); }
```

Prof. Dr. rer. nat. Nane Kratzke  
Praktische Informatik und betriebliche Informationssysteme

103

## Objekte abstrahieren



Prof. Dr. rer. nat. Nane Kratzke  
Praktische Informatik und betriebliche Informationssysteme

104

## Abstraktion zur Bildung von Hierarchien

- Information Hiding ist ein effizientes Mittel um Komplexität zu beherrschen
- Ein weiteres Mittel ist die Bildung von **Hierarchien**
- Die Objektorientierung kennt im Kern zwei Hierarchieformen:

### Vererbungshierarchie

- Kind of-Hierarchie
- Is a-Hierarchie
- Anordnung von Klassen in Kategorieebenen(-bäumen)

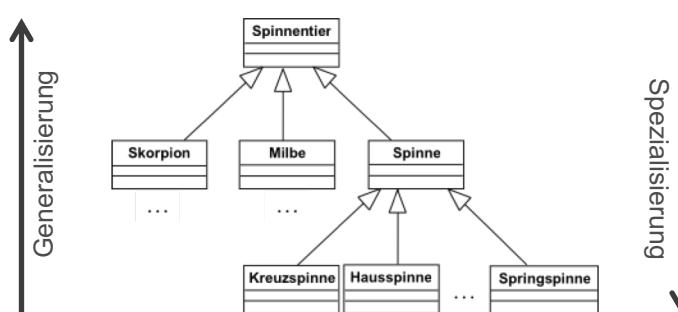
### Zerlegungshierarchie

- Part of-Hierarchie
- Betrachtung von zusammengesetzten Objekten in Form von
- Aggregationen
- Kompositionen

Prof. Dr. rer. nat. Nane Kratzke  
Praktische Informatik und betriebliche Informationssysteme

105

## Vererbungshierarchien (I)



*Darstellung von Vererbungshierarchien in UML:*

*Pfeil bedeutet bspw. Skorpion ist Unterklasse von Spinnentier*

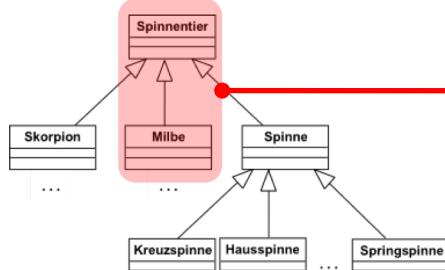
*Kann auch so gelesen werden: Skorpion (spezieller) ist ein Spinnentier (genereller), daher auch der Name „Is a-Hierarchie“*

Prof. Dr. rer. nat. Nane Kratzke  
Praktische Informatik und betriebliche Informationssysteme

106

## Vererbungshierarchien (II)


  
**TECHNISCHE  
HOCHSCHULE  
LÜBECK**



```
class Spinnentier {  
    ...  
}  
class Milbe extends Spinnentier {  
    ...  
}
```

*Darstellung von Vererbungshierarchien in UML*

*Ausdrücken einer Vererbung in JAVA (nur der markierte Ausschnitt)*

Prof. Dr. rer. nat. Nane Kratzke  
Praktische Informatik und betriebliche Informationssysteme

107

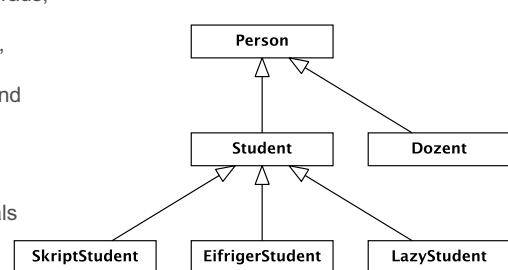
## Klassen sind Datentypen für Referenzen


  
**TECHNISCHE  
HOCHSCHULE  
LÜBECK**

Ist beispielsweise folgendes UML Diagramm gegeben, so ergibt sich daraus, dass Studenten und Dozenten Personen sind. SkriptStudenten, EifrigerStudenten und LazyStudenten sind Studenten und damit ebenfalls Personen.

Ein EifrigerStudent kann damit generell als Person, spezifischer als Student oder auch sehr spezifisch als EifrigerStudent angesprochen (referenziert) werden.

```
EifrigerStudent s = new EifrigerStudent("Max");
```



```
Student t = new EifrigerStudent("Moritz");
```

```
Person p = new EifrigerStudent("Tessa");
```

Referenztyp

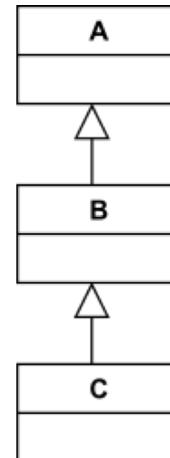
Objekttyp

Prof. Dr. rer. nat. Nane Kratzke  
Praktische Informatik und betriebliche Informationssysteme

108

## Besonderheiten bei der Vererbung

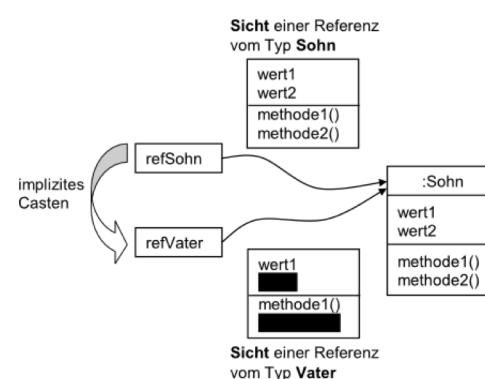
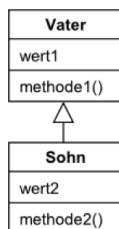
- Für den Einsatz der Vererbung muss man Kenntnisse über die Typkonvertierungen haben
- Wichtig: Ein Sohnobjekt ist immer vom Typ der eigenen Klasse, als auch vom Typ der Vaterklasse, der Vatervaterklasse, etc.
- Somit kann ein Objekt durchaus mehrere Typen haben.



Prof. Dr. rer. nat. Nane Kratzke  
Praktische Informatik und betriebliche Informationssysteme

109

## Implizites „Upcasten“



```

Sohn s = new Sohn();
Vater v = s;
  
```

Die Referenz vom Typ Sohn sieht das gesamte Objekt, die vom Typ Vater sieht nur die Vateranteile

s.wert1  
 s.wert2  
 s.methode1()  
 s.methode2()

v.wert1  
 v.wert2  
 v.methode1()  
 v.methode2()

Prof. Dr. rer. nat. Nane Kratzke  
Praktische Informatik und betriebliche Informationssysteme

110

## Explizites „Downcasten“

**TECHNISCHE  
HOCHSCHULE  
LÜBECK**

```

class Vater {
    wert1
    methode1()
}

class Sohn extends Vater {
    wert2
    methode2()
}

```

**Sicht einer Referenz vom Typ Vater**

**Sicht einer Referenz vom Typ Sohn**

**explizites Casten**

The code shown is:

```

Sohn s = new Sohn();
Vater v = s;
Sohn s2 = (Sohn)v;

```

Eine explizite Typkonvertierung (cast) von Referenzen muss immer dann erfolgen, wenn bei einer Zuweisung eine Referenzvariable vom Typ Vater auf ein Objekt der Klasse Sohn zeigt und einer Referenzvariablen vom Typ Sohn zugewiesen wird.

Prof. Dr. rer. nat. Nane Kratzke  
Praktische Informatik und betriebliche Informationssysteme
111

## Casting im Überblick

**TECHNISCHE  
HOCHSCHULE  
LÜBECK**

```

class A
class B extends A
class C extends B

```

**zulässige Up-Cast-Operationen**

**zulässige Down-Cast-Operationen**

Wenn oben stehende Klassenhierarchie gilt, dann sind die neben stehenden Cast Operationen zulässig

Funktioniert eine explizite Cast Operation zur Laufzeit nicht, wird eine Exception vom Typ ClassCastException geworfen. Implizite Casts können bereits zur Kompilierzeit geprüft werden.

Prof. Dr. rer. nat. Nane Kratzke  
Praktische Informatik und betriebliche Informationssysteme
112

### Miniübung:

```

classDiagram
    class Object
    class D
    class A
    class B
    class C

    Object <|-- D
    Object <|-- A
    Object <|-- B
    Object <|-- C
  
```

<code>B b = new C();</code>	Ja, impliziter Upcast
<code>A a = b;</code>	Ja, impliziter Upcast
<code>Object o = b;</code>	Ja, impliziter Upcast
<code>B b2 = new B();</code> <code>C c = (C)b2;</code>	Nein, expliziter Downcast aber b2 vom Typ B nicht C
<code>C c = (C)b;</code>	Ja, expliziter Downcast und b vom Typ C
<code>D d = (D)b;</code>	Nein, expliziter Cast aber b vom Typ C nicht D

Prof. Dr. rer. nat. Nane Kratzke  
Praktische Informatik und betriebliche Informationssysteme

113

### Abstrakte Klassen

```

classDiagram
    class SkriptStudent
    class EifrigerStudent
    class LazyStudent
    class TiltedStudent
    class EmotionalerStudent
    class Dozent
    class Student

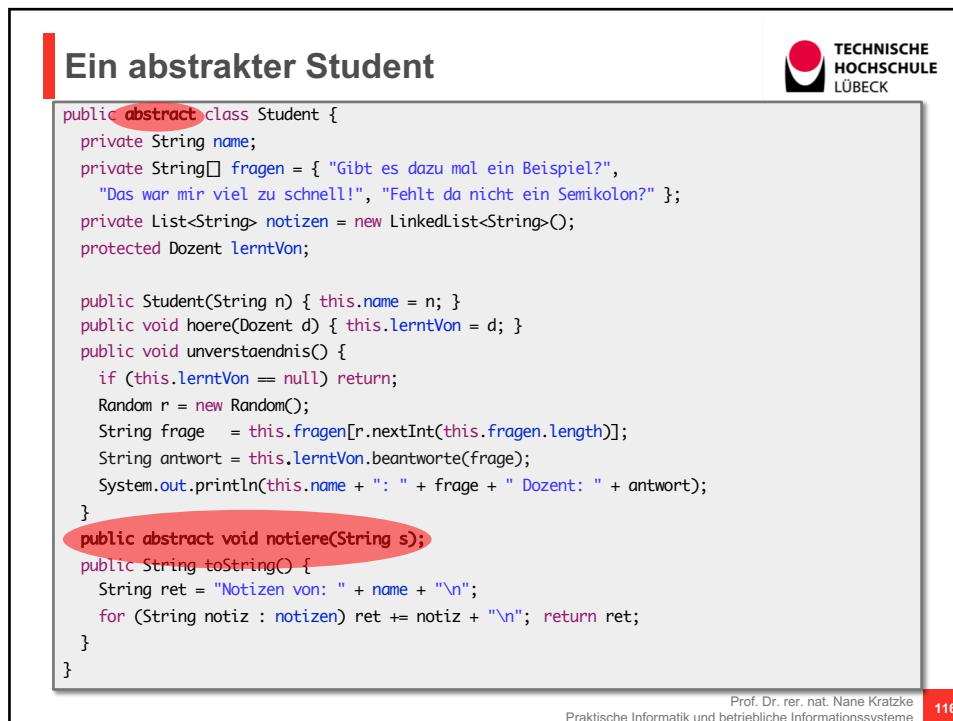
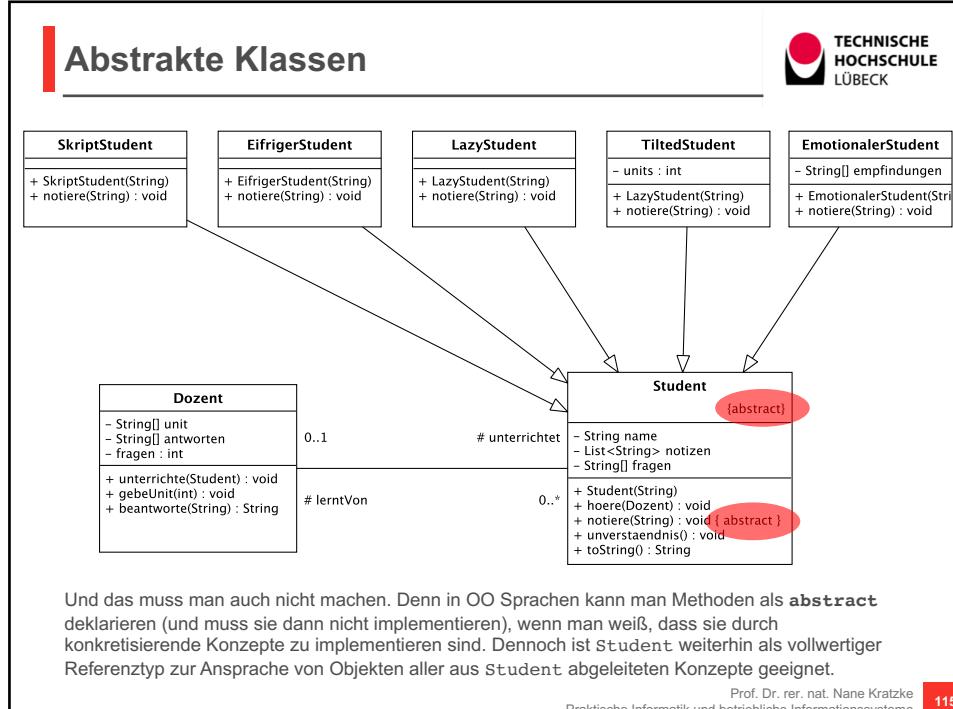
    SkriptStudent <|-- Student
    EifrigerStudent <|-- Student
    LazyStudent <|-- Student
    TiltedStudent <|-- Student
    EmotionalerStudent <|-- Student
    Dozent --> Student : 0..1, # unterrichtet
    Dozent --> Student : 0..*, # lerntVon
  
```

In unserem Polymorphie Beispiel haben diverse Spezialisierungen des generellen Konzepts `Student` jeweils das `notiere()` Verhalten neu implementiert. Die ursprüngliche `notiere()` Implementierung wird gar nicht mehr genutzt.

Es stellt sich daher die Frage, wieso diese dann überhaupt implementieren?

Prof. Dr. rer. nat. Nane Kratzke  
Praktische Informatik und betriebliche Informationssysteme

114



## Abstrakte Klassen



- In Basisklassen kann nur die Schnittstelle (Signatur/Methodenrumpf) einer Methode festgelegt werden, aber nicht die Implementierung
- Solche Methoden nennt man abstrakte Methoden
- Eine Klasse mit mindestens einer abstrakten Methode nennt man abstrakte Klasse
- Abstrakte Klassen und Methoden sind mit dem Schlüsselwort **abstract** zu versehen
- Von abstrakten Klassen können keine Objekte instantiiert werden
- Abstrakte Methoden werden üblicherweise dazu genutzt, um Logik zwar vorzusehen, ansprechbar zu machen, aber noch nicht implementieren zu müssen.
- Sie stellen eine Art Pluginmöglichkeit für nachträglich zu ergänzenden Code dar (bspw. für Extension Points).

Prof. Dr. rer. nat. Nane Kratzke  
Praktische Informatik und betriebliche Informationssysteme

117

## Finale Methoden und finale Klassen

**Das Gegenstück zu abstract**



- Finale Methoden können in einer Subklasse nicht überschrieben werden
- Finale Klassen sind Klassen, von denen man zwar Objekte instantiiert kann, aber keine weiteren Klassen ableiten kann
- Hierzu nutzt man in JAVA das Schlüsselwort final

### Deklaration finaler Methoden

```
class C {  
  
    public void aenderbareMethode() { ... }  
  
    public final void finaleMethode() { ... }  
}
```

### Deklaration finaler Klassen

```
final class C {  
  
    ...  
  
}
```

Meist sind es konzeptionelle Gründe des Designs um finale Methoden und Klassen zu nutzen, häufig Sicherheitsgründe um z.B. zu verhindern das Trojanische Pferde von Hackern eingeschleust werden können (ein abgeleitetes Objekt kann überall dort stehen, wo auch ein (vertrauenswürdiges) Vaterobjekt stehen kann).

Prof. Dr. rer. nat. Nane Kratzke  
Praktische Informatik und betriebliche Informationssysteme

118

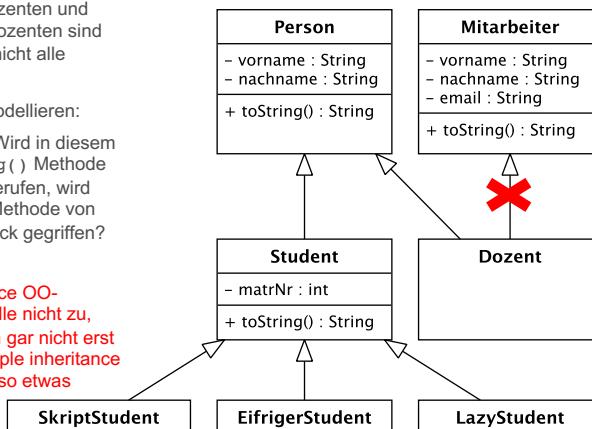
## Schnittstellen

Nun zu diesem Problem: Dozenten und Studenten sind Personen. Dozenten sind aber auch Mitarbeiter. Aber nicht alle Studenten sind Mitarbeiter.

Man könnte dies wie folgt modellieren:

Es bleibt aber ein Problem. Wird in diesem Beispiel bspw. die `toString()` Methode eines Dozentenobjekts aufgerufen, wird dann auf die `toString()` Methode von Person oder Mitarbeiter zurück gegriffen?

Java ist eine single inheritance OO-Sprache und lässt solche Fälle nicht zu, um oben stehendes Problem gar nicht erst entstehen zu lassen (in multiple inheritance Sprachen, bspw. C++, kann so etwas jedoch auftreten).



Prof. Dr. rer. nat. Nane Kratzke  
Praktische Informatik und betriebliche Informationssysteme

119

## Schnittstellen

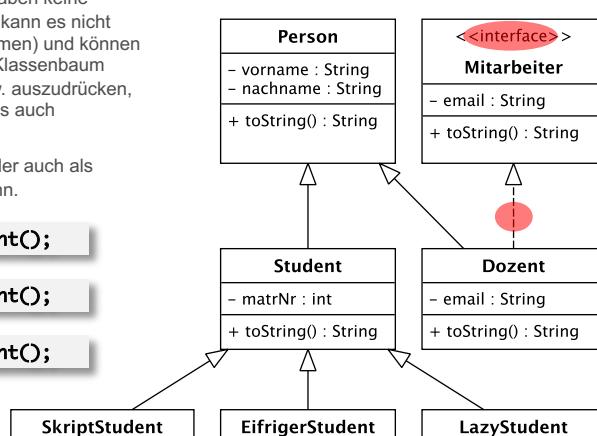
Bei solchen Problemen bietet sich der Einsatz von Schnittstellen an.

Schnittstellen sind sozusagen voll abstrakte Klassen (d.h. abstrakte Klassen haben keine implementierten Methoden, damit kann es nicht zum multiple inheritance Fall kommen) und können daher an beliebiger Stelle einen Klassenbaum „hinzugemischt“ werden, um bspw. auszudrücken, dass ein Dozent sowohl Person als auch Mitarbeiter ist.

Also als Person, als Mitarbeiter oder auch als Dozent angesprochen werden kann.

```

Mitarbeiter m = new Dozent();
Person p     = new Dozent();
Dozent d   = new Dozent();
  
```



Prof. Dr. rer. nat. Nane Kratzke  
Praktische Informatik und betriebliche Informationssysteme

120

## Ein Dozent ist Person und Mitarbeiter

```

public interface Mitarbeiter {
    private String email;
    public String toString();
}

public class Dozent extends Person implements Mitarbeiter {
    private String email;
    public String toString() {
        return super.toString() + " Email: " + this.email;
    }
}

class Person {
    - vorname : String
    - nachname : String
    + toString() : String
}

class Mitarbeiter {
    <<interface>>
    - email : String
    + toString() : String
}

class Dozent {
    - email : String
    + toString() : String
}

class LazyStudent {
}

```

**Hinweis:** Eine Klasse kann beliebige viele Schnittstellen implementieren (**implements**) aber nur eine Klasse erweitern (**extends**).

Prof. Dr. rer. nat. Nane Kratzke  
Praktische Informatik und betriebliche Informationssysteme

121

## Neu in Java 8: Default Implementierungen in Schnittstellen

```

public interface Person {
    public String getName();
    default String sayHello() {
        return "Hi, my name is " + getName();
    }
}

public class Dozent implements Person {
    private String name = "Max Mustermann";
    public String getName() {
        return this.name;
    }
}

Dozent d = new Dozent();
System.out.println(d.sayHello());

```

Seit Java 8 können nun default Implementierungen in Schnittstellen vorgesehen werden. Werden diese nicht überschrieben, erben die eine Schnittstelle implementierenden Klassen diese. Default Methoden können allerdings nicht direkt auf Datenfelder eines Objekts zugreifen, sondern nur mittels der Schnittstelle bekannten Methoden. So werden viele Probleme der Mehrfachvererbung umgangen.

**Default Methoden sind immer automatisch public.**

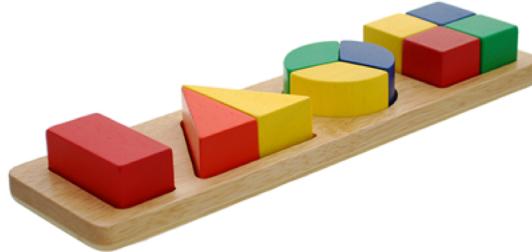
**Warnung:** Default Methoden ermöglichen Mehrfachvererbung, und ziehen damit alle Probleme der Mehrfachvererbung mit sich.

Prof. Dr. rer. nat. Nane Kratzke  
Praktische Informatik und betriebliche Informationssysteme

122

### Das war viel Theorie ...

Jetzt noch ein kleines Beispiel zu Vererbung



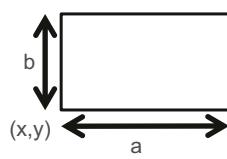
Quelle: Pixabay

Prof. Dr. rer. nat. Nane Kratzke  
Praktische Informatik und betriebliche Informationssysteme 123

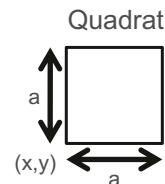
### Veranschaulichung an einem Beispiel Flächenberechnung von Figuren



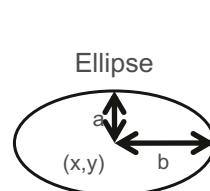
Rechteck



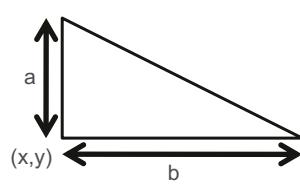
Quadrat



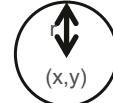
Ellipse



Rechtwinkliges Dreieck



Kreis



Prof. Dr. rer. nat. Nane Kratzke  
Praktische Informatik und betriebliche Informationssysteme 124

### Flächenberechnung von Figuren

Was haben alle Figuren gemeinsam?

Rechteck: A rectangle with width  $a$  and height  $b$ . A point  $(x,y)$  is marked at the bottom-left corner.

Quadrat: A square with side length  $a$ . A point  $(x,y)$  is marked at the bottom-left corner.

Ellipse: An ellipse centered at  $(x,y)$  with horizontal axis  $a$  and vertical axis  $b$ .

Kreis: A circle centered at  $(x,y)$ .

Einen Bezugspunkt

Prof. Dr. rer. nat. Nane Kratzke  
Praktische Informatik und betriebliche Informationssysteme

125

### Flächenberechnung von Figuren

Was haben viele Figuren gemeinsam?

Rechteck: A rectangle with width  $a$  and height  $b$ . Points  $(x,y)$ ,  $a$ , and  $b$  are marked.

Quadrat: A square with side length  $a$ . Points  $(x,y)$ ,  $a$ , and  $b$  are marked.

Ellipse: An ellipse centered at  $(x,y)$  with horizontal axis  $a$  and vertical axis  $b$ . Points  $a$  and  $b$  are marked on the axes.

Kreis: A circle centered at  $(x,y)$ . Point  $a$  is marked on the circumference.

Zwei Längenangaben

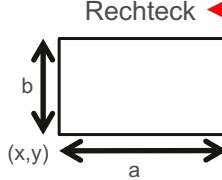
Prof. Dr. rer. nat. Nane Kratzke  
Praktische Informatik und betriebliche Informationssysteme

126

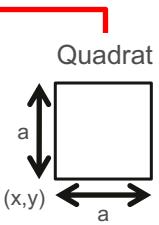
## Flächenberechnung von Figuren

### Welche Figuren sind Spezialfälle anderer Figuren

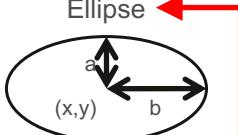

**TECHNISCHE  
HOCHSCHULE  
LÜBECK**



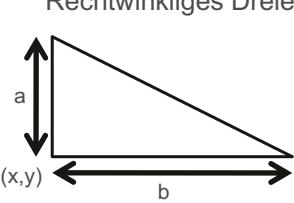
**Rechteck**



**Quadrat**



**Ellipse**



**Rechtwinkliges Dreieck**



**Kreis**

**Ein Quadrat ist ein spezielles Rechteck**

**Ein Kreis ist eine spezielle Ellipse**

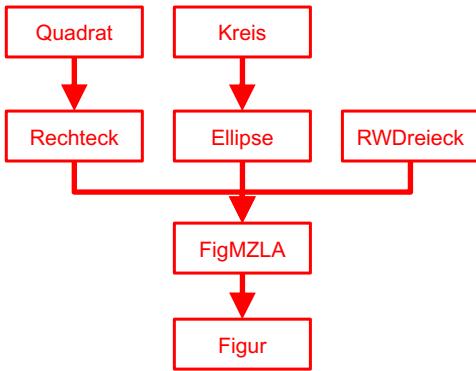
Prof. Dr. rer. nat. Nane Kratzke  
 Praktische Informatik und betriebliche Informationssysteme

127

## Flächenberechnung von Figuren


**TECHNISCHE  
HOCHSCHULE  
LÜBECK**

- Es gibt Figuren.
- Figuren mit zwei Längenangaben sind Figuren.
- Rechteck, Ellipse und rechtwinkliges Dreieck sind Figuren mit zwei Längenangaben.
- Ein Quadrat ist ein Rechteck.
- Ein Kreis ist eine Ellipse.

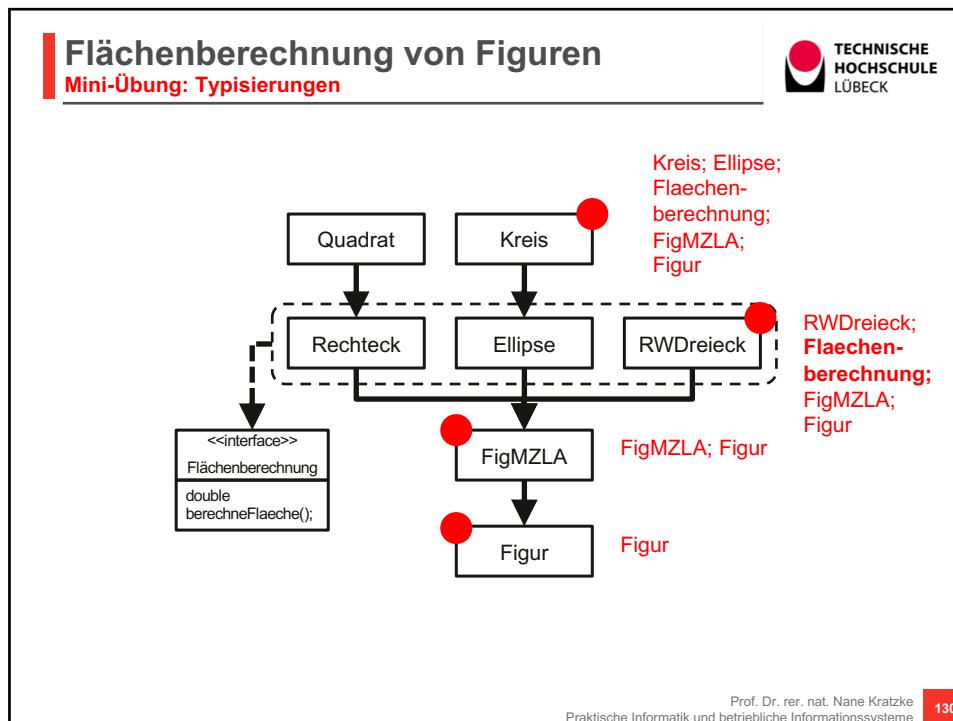
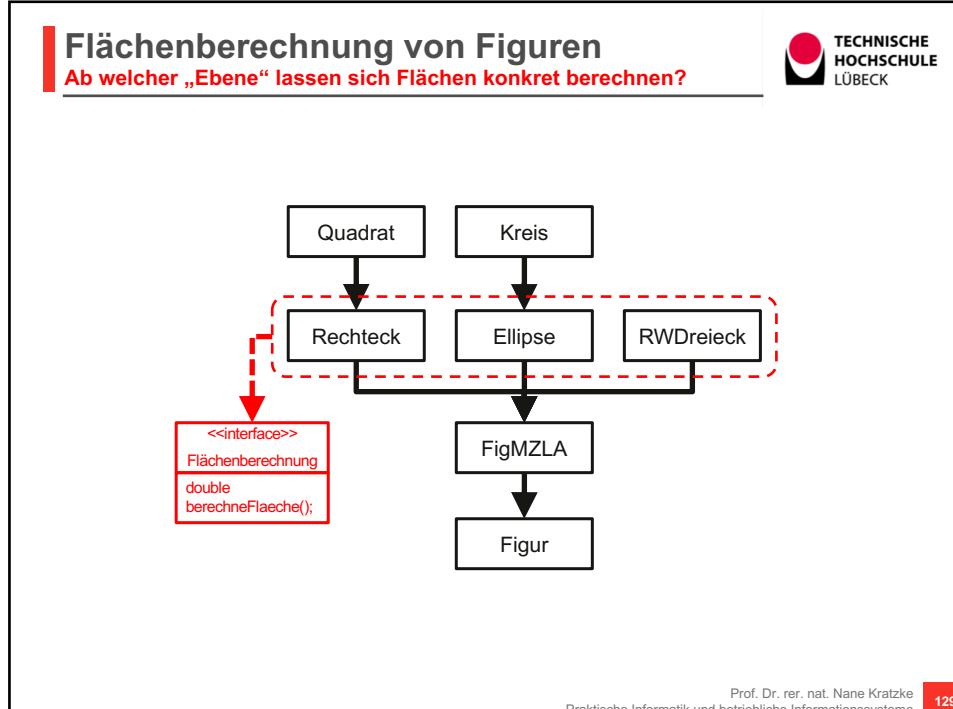


```

graph TD
    Quadrat[Quadrat] --> Rechteck[Rechteck]
    Kreis[Kreis] --> Rechteck
    Rechteck --> FigMZLA[FigMZLA]
    FigMZLA --> Figur[Figur]
    Ellipse[Ellipse] --- FigMZLA
    RWDreieck[RWDreieck] --- FigMZLA
    
```

Prof. Dr. rer. nat. Nane Kratzke  
 Praktische Informatik und betriebliche Informationssysteme

128



## Flächenberechnung von Figuren

Einführung von Figuren


  
**TECHNISCHE  
HOCHSCHULE  
LÜBECK**

```
public class Figur {
    protected int x = 0;
    protected int y = 0;
    public Figur(int x, int y)
    {
        this.x = x;
        this.y = y;
    }
}
```

Quadrat

Kreis

Rechteck

Ellipse

RWDreieck

**<<interface>>**

Flächenberechnung

double berechneFläche();

FigMZLA

Figur

Prof. Dr. rer. nat. Nane Kratzke  
Praktische Informatik und betriebliche Informationssysteme

131

## Flächenberechnung von Figuren

Einführung von Figuren mit zwei Längenangaben


  
**TECHNISCHE  
HOCHSCHULE  
LÜBECK**

```
public class FigMZLA
    extends Figur
{
    protected int A = 0;
    protected int B = 0;

    public FigMZLA(int x,
                   int y,
                   int a,
                   int b)
    {
        super(x,y);
        this.A = a;
        this.B = b;
    }
}
```

Quadrat

Kreis

Rechteck

Ellipse

RWDreieck

**<<interface>>**

Flächenberechnung

double berechneFläche();

FigMZLA

Figur

Prof. Dr. rer. nat. Nane Kratzke  
Praktische Informatik und betriebliche Informationssysteme

132

## Flächenberechnung von Figuren

Einführung einer Flächenberechnungsschnittstelle

```

classDiagram
    class Flächenberechnung {
        double berechneFläche();
    }
    class Quadrat
    class Kreis
    class Rechteck
    class Ellipse
    class RWDreieck
    class FigMZLA
    class Figur

    Quadrat --> Flächenberechnung
    Kreis --> Flächenberechnung
    Rechteck --> Flächenberechnung
    Ellipse --> Flächenberechnung
    RWDreieck --> Flächenberechnung
    Flächenberechnung --> FigMZLA
    FigMZLA --> Figur
  
```

The diagram illustrates the implementation of the `Flächenberechnung` interface. It shows a class hierarchy where `Quadrat`, `Kreis`, `Rechteck`, `Ellipse`, and `RWDreieck` all implement the `Flächenberechnung` interface. This interface is then implemented by `FigMZLA`, which finally leads to `Figur`.

public interface  
Flächenberechnung {  
    double berechneFlaeche();  
}

Prof. Dr. rer. nat. Nane Kratzke  
Praktische Informatik und betriebliche Informationssysteme 133

## Flächenberechnung von Figuren

Implementierungen von Rechteck

```

classDiagram
    class Rechteck {
        <<Rechteck>>
        int x, y, a, b;
        double berechneFläche();
    }
    class Quadrat
    class Kreis
    class FigMZLA
    class Figur

    Rechteck --> Flächenberechnung
    Quadrat --> Flächenberechnung
    Kreis --> Flächenberechnung
    FigMZLA --> Figur
  
```

The diagram shows the `Rechteck` class with attributes `x`, `y`, `a`, and `b`. It implements the `Flächenberechnung` interface by overriding the `berechneFläche()` method to return `Math.abs(A * B)`. The `Rechteck` class is also associated with the `Flächenberechnung` interface.

Rechteck  
 $a$   
 $b$   
 $(x,y)$

Berechnung der Fläche eines Rechtecks mit Seitenlängen  $a$  und  $b$ ?  
 $a * b$

public class Rechteck  
extends FigMZLA  
implements Flächenberechnung  
{  
 public Rechteck(int x,  
 int y,  
 int a,  
 int b)  
 { super(x, y, a, b);  
 }  
  
 public double  
 berechneFläche()  
 { return Math.abs(A \* B);  
 }  
}

Prof. Dr. rer. nat. Nane Kratzke  
Praktische Informatik und betriebliche Informationssysteme 134

## Flächenberechnung von Figuren

### Implementierung von Ellipse

**Ellipse**

```

public class Ellipse
    extends FigMZLA
    implements Flaechenberechnung {
    public Ellipse(int x,
                  int y,
                  int a,
                  int b)
    { super(x, y, a, b); }

    public double berechneFlaeche()
    { return Math.abs(Math.PI * A * B); }
}

```

Berechnung der Fläche einer Ellipse mit Radien a und b?

$$\pi * a * b$$

Prof. Dr. rer. nat. Nane Kratzke  
Praktische Informatik und betriebliche Informationssysteme
135

## Flächenberechnung von Figuren

### Implementierung eines rechtwinkligen Dreiecks

**Rechtwinkliges Dreieck**

```

public class RWDreieck
    extends FigMZLA
    implements Flaechenberechnung {
    public RWDreieck(int x,
                     int y,
                     int a,
                     int b)
    { super(x, y, a, b); }

    public double berechneFlaeche()
    { return Math.abs(
        A * B / 2.0);
    }
}

```

Berechnung eines rechtwinkligen Dreiecks mit den Seitenlängen a und b?

$$a * b / 2$$

Prof. Dr. rer. nat. Nane Kratzke  
Praktische Informatik und betriebliche Informationssysteme
136

## Flächenberechnung von Figuren

### Implementierung von Quadrat

The diagram illustrates the implementation of a square's area calculation. It shows a class hierarchy where **Quadrat** extends **Rechteck**. The formula  $a^2$  is shown for calculating the area of a square. A sequence diagram shows the flow from **Quadrat** and **Kreis** down to **Rechteck**, which then triggers the **Flächenberechnung** interface, leading to the **FigMZLA** class and finally the **Figur** class.

**Quadrat**

Berechnung der Fläche eines Quadrats mit der Seitenlänge  $a$ ?  $a^2$

**Quadrat** **Kreis** **Rechteck** **Ellipse** **RWDreieck** **<<interface>>** **Flächenberechnung** **double berechneFlaeche();** **FigMZLA** **Figur**

```
public class Quadrat
    extends Rechteck
{
    public Quadrat(int x,
                   int y,
                   int a)
    {
        super(x, y, a, a);
    }
}
```

Und wo erfolgt die Flächenberechnung?

In der Klasse Rechteck

Prof. Dr. rer. nat. Nane Kratzke  
Praktische Informatik und betriebliche Informationssysteme

137

## Flächenberechnung von Figuren

### Implementierung von Kreis

The diagram illustrates the implementation of a circle's area calculation. It shows a class hierarchy where **Kreis** extends **Ellipse**. The formula  $\pi r^2$  is shown for calculating the area of a circle. A sequence diagram shows the flow from **Quadrat** and **Kreis** down to **Rechteck**, which then triggers the **Flächenberechnung** interface, leading to the **FigMZLA** class and finally the **Figur** class.

**Kreis**

Berechnung der Fläche eines Kreises mit dem Radius  $r$ ?  $\pi r^2$

**Quadrat** **Kreis** **Rechteck** **Ellipse** **RWDreieck** **<<interface>>** **Flächenberechnung** **double berechneFlaeche();** **FigMZLA** **Figur**

```
public class Kreis
    extends Ellipse
{
    public Kreis(int x,
                int y,
                int r)
    {
        super(x, y, r, r);
    }
}
```

Und wo erfolgt die Flächenberechnung?

In der Klasse Ellipse

Prof. Dr. rer. nat. Nane Kratzke  
Praktische Informatik und betriebliche Informationssysteme

138

## Erzeugung von Objekten

**Verfolgen von Konstruktoraufrufen**

```

public class Kreis extends Ellipse {
    public Kreis(int x, int y, int r) {
        super(x, y, r, r);
    }
}

public class Ellipse extends FigMZLA {
    public Ellipse(int x, int y, int a, int b) {
        super(x, y, a, b);
    }
}

public class FigMZLA extends Figur {
    public FigMZLA(int x, int y, int a, int b) {
        super(x, y); this.A = a; this.B = b;
    }
}

public class Figur {
    public Figur(int x, int y) {
        this.X = x; this.Y = y;
    }
}

```

Prof. Dr. rer. nat. Nane Kratzke  
Praktische Informatik und betriebliche Informationssysteme

139

## Arbeiten mit Objekten

**Verfolgen von Methodenaufrufen**

```

Kreis k = new Kreis(5, 5, 10);
double flaeche = k.berechneFlaeche();

public class Kreis extends Ellipse {
    public Kreis(int x, int y, int r) {
        super(x, y, r, r);
    }
}

public class Ellipse extends FigMZLA
    implements Flaechenberechnung {
    public Ellipse(int x, int y, int a, int b) {
        super(x, y, a, b);
    }

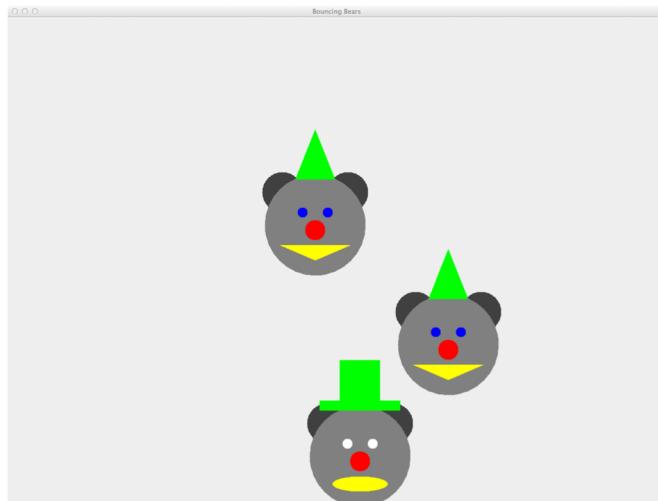
    public double berechneFlaeche() {
        return Math.abs(Math.PI * this.A * this.B);
    }
}

```

Prof. Dr. rer. nat. Nane Kratzke  
Praktische Informatik und betriebliche Informationssysteme

140

## Das alles erweitern wir noch zu ...



Prof. Dr. rer. nat. Nane Kratzke  
Praktische Informatik und betriebliche Informationssysteme 141

## Zusammenfassung



- Grundsatz der Objektorientierung: Denken in Objekten
  - Klassen sind Baupläne
  - Objekte sind konkrete Ausprägungen dieser Baupläne
  - Objekte kommunizieren miteinander (Methoden) um ein Problem zu lösen
- Objekte haben ein **Verhalten** (Methoden)
- Objekte haben einen (gekapselten) **Zustand** (Datenfelder)
- Objekte können **kommunizieren** (Methodenaufrufe entlang ihrer Assoziationen)
  - Assoziationen
  - Part-of-Hierarchien
- Objekte sind vielgestaltig (**polymorph**)
  - Abstraktion entlang von
  - Vererbungshierarchien (is a-Hierarchien)



Prof. Dr. rer. nat. Nane Kratzke  
Praktische Informatik und betriebliche Informationssysteme 142