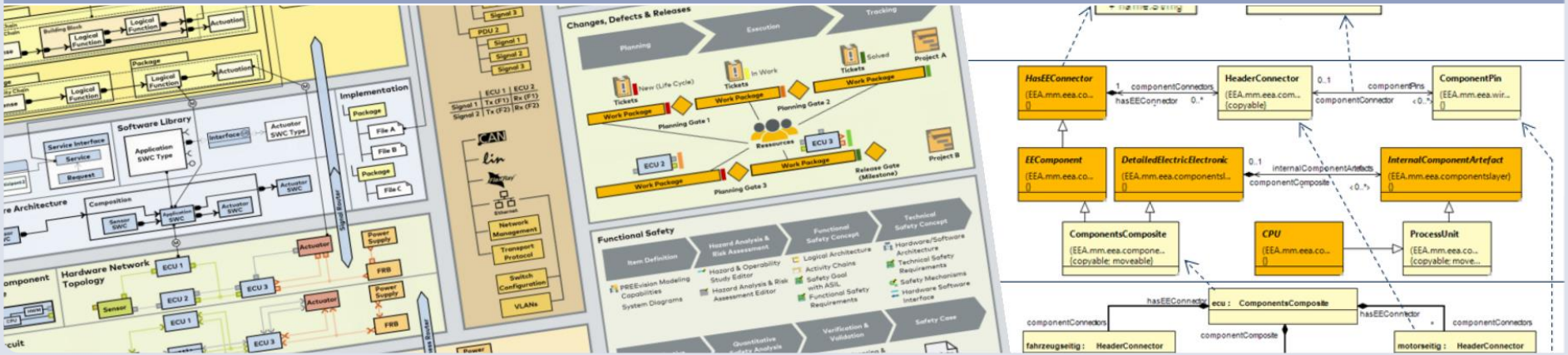
Karlsruher Institut für Technologie

Vorlesung Software Engineering (SE)

Wintersemester 2017/2018

Kapitel 5 – Softwareentwurf



Karlsruher Institut für Technologie

5. Softwareentwurf

Software-Engineering

Inhalt – Softwareentwurf

5.1 Einführung und Begriffe

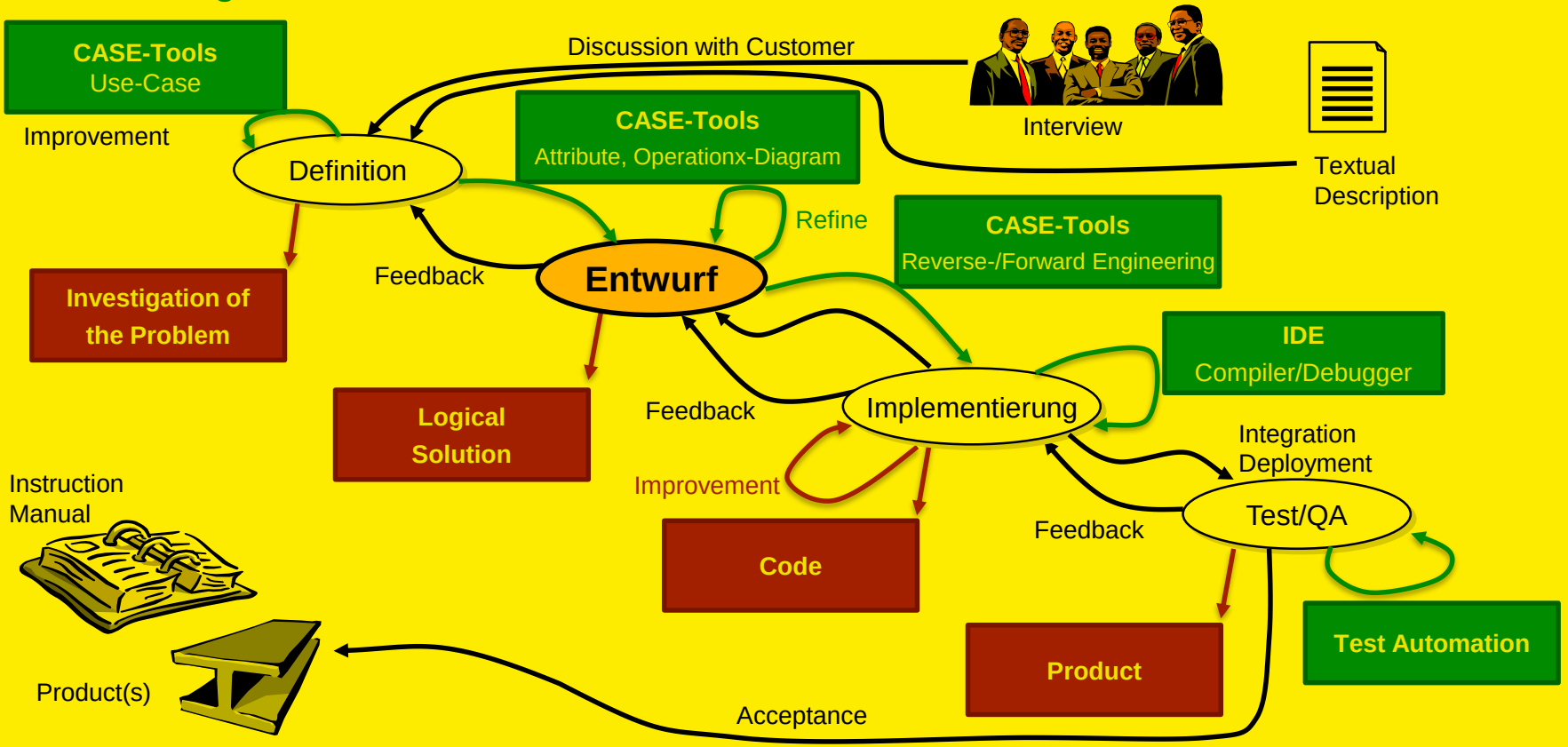
5.2 Strukturierungsformen

5.3 Evolution der Entwurfskonzepte/-methoden

5.4 Modularer Entwurf (MD)

5.5 Objektorientierter Entwurf (OOD) / Objektorientierte Programmierung (OOP)

5.1 Einordung: Wasserfall-Modell



Aufgabe des Entwerfens

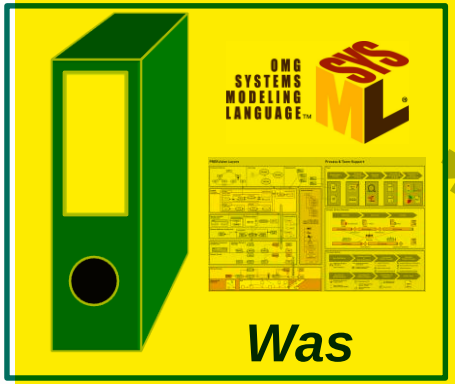
- Aus den gegebenen Anforderungen an ein Software-Produkt eine software-technische Lösung im Sinne einer Softwarearchitektur entwickeln
- Softwarearchitektur
  - Gliederung eines Softwaresystems in Subsysteme und Module (Aufstellung der Bestandshierarchie)
  - Beschreibung der Funktion und Schnittstellen der Komponenten
  - Beschreibung der Beziehungen zwischen diesen Komponenten (Benutzt-Relation)
- Entwerfen wird auch »Programmieren im Großen« genannt
- Ausgangspunkt: Ergebnisse der *Definitionsphase*

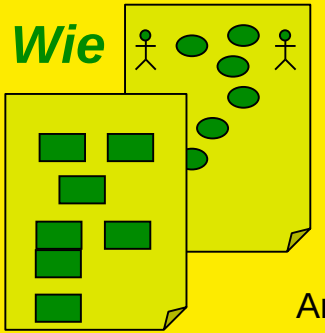
Einführung und Überblick

Vor den Entwurfsaktivitäten Einflussfaktoren klären:

- Einsatzbedingungen
- Umgebung/Randbedingungen
- Nichtfunktionale Produkt- und Qualitätsanforderungen

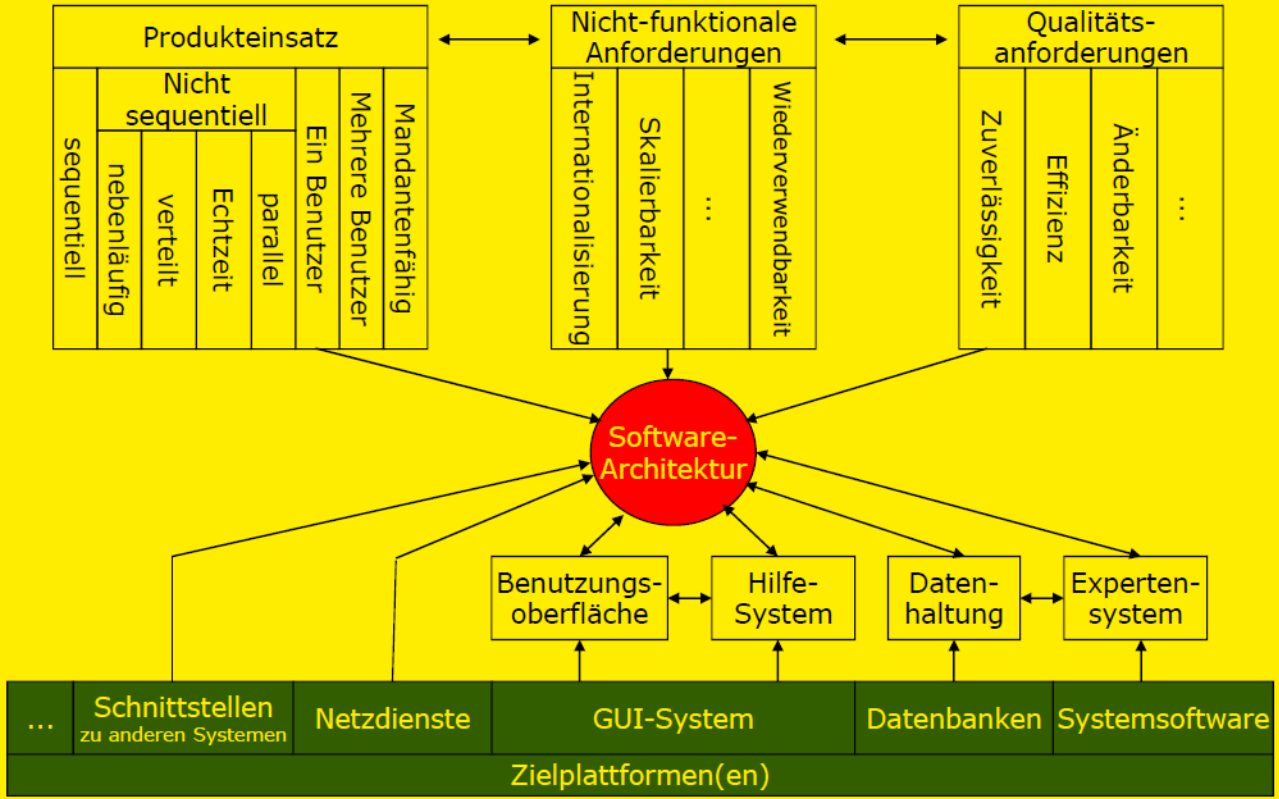
Nach dem „***Was*** *bauen wir?“* der Definitionsphase folgt nun das „***Wie*** *strukturieren wir es?“* unter Berücksichtigung der Randbedingungen.





Analyse & Design

Einflussfaktoren

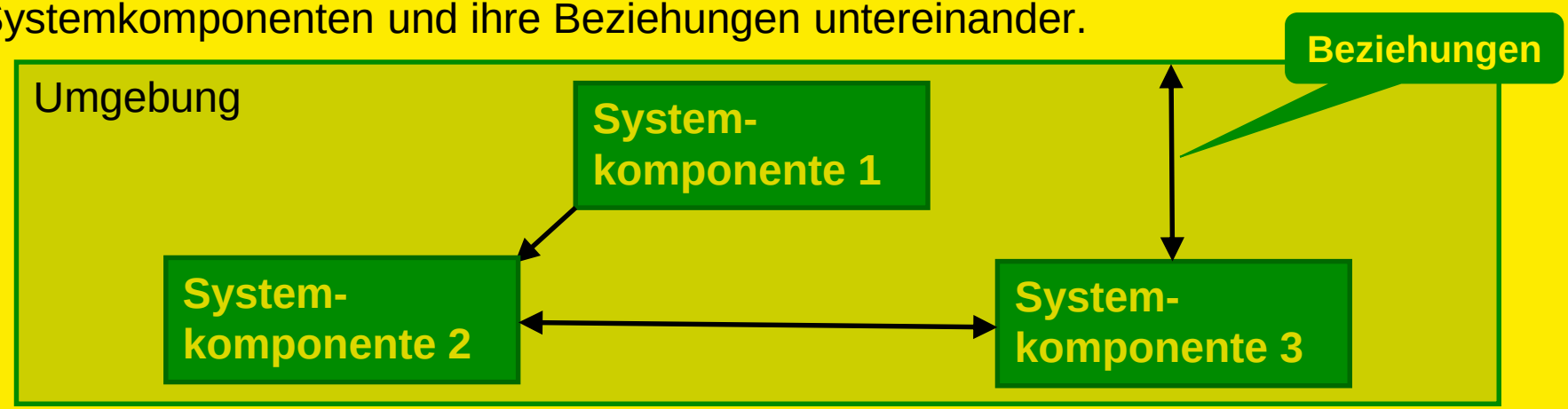


Quelle: Prof. K.-P. Fähnrich (nach Balzert)

Ziele des Softwareentwurfs

Ziel des Softwareentwurfs ist es, für das zu entwerfende Produkt eine **Software-Architektur** zu erstellen, die **funktionale** und **nicht funktionale** *Produktanforderungen* sowie **allgemeine** und **produktspezifische** *Qualitätsanforderungen* erfüllt und die *Schnittstellen* zur Umgebung versorgt.

Eine *Software-Architektur* beschreibt die Struktur des Softwaresystems durch Systemkomponenten und ihre Beziehungen untereinander.

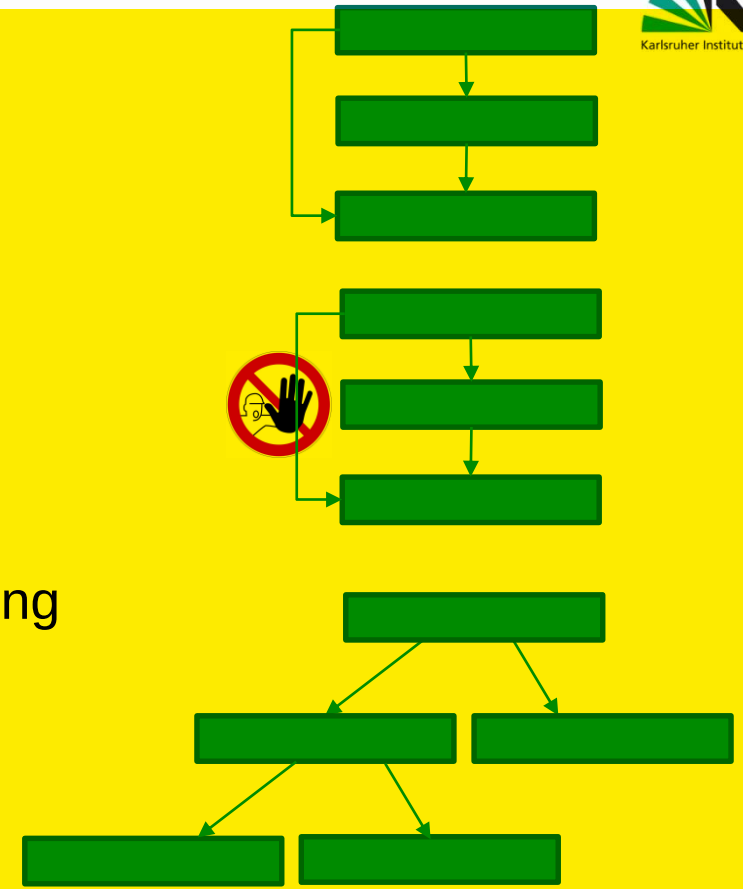


Strukturierungsformen

Schichten mit linearer Ordnung

Schichten mit strikter Ordnung

Schichten mit baumartiger Ordnung

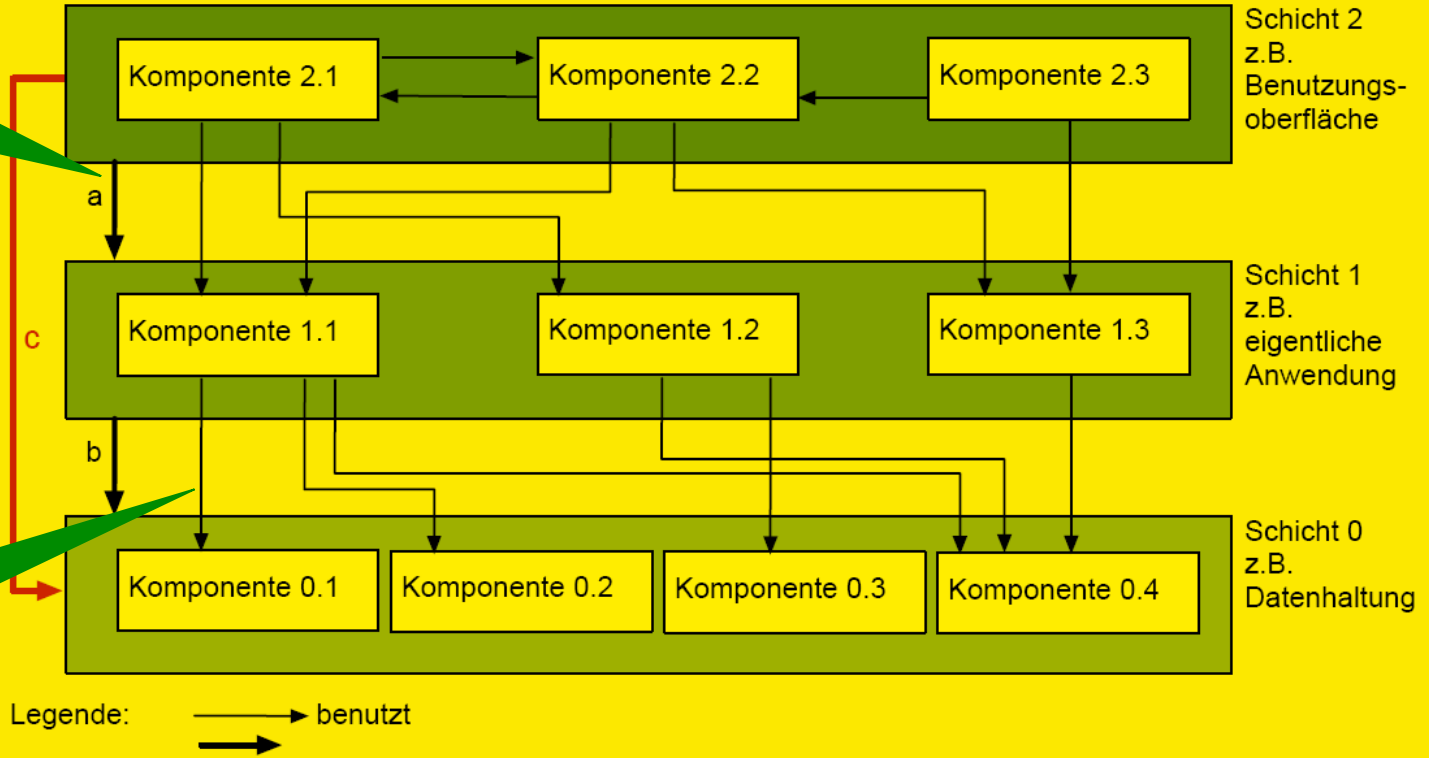


Beispiel für eine Drei-Schichten-Architektur

a: Schicht 2 benutzt Schicht 1

Der Benutzt-Pfeil **c** ist beim linearen Schichtenmodell nicht zugelassen

c: Komponente 1.1 benutzt Komponente 0.1



Schichtenarchitektur

Anwendungsbereich

- Wenn die Dienstleistungen einer Schicht sich auf demselben Abstraktionsniveau befinden *und*
- wenn die Schichten entsprechend ihrem Abstraktionsniveau geordnet sind, so dass eine Schicht nur die Dienstleistungen der tieferen Schichten benötigt

Voraussetzung

Es muss ein natürliches Abstraktionskriterium geben

- Eine Benutzt-Beziehung allein reicht nicht aus!
- Es muss eine geeignete Granularität für die Schichten gefunden werden.

Schichtenarchitektur: Pros and Cons

Pros

- ✓ Übersichtliche Strukturierung in Abstraktionsebenen oder virtuelle Maschinen
- ✓ Keine zu starke Einschränkung des Entwerfers, da er neben einer strengen Hierarchie noch eine liberale Strukturierungsmöglichkeit innerhalb der Schichten besitzt
- ✓ Es werden die Wiederverwendbarkeit, die Änderbarkeit, die Wartbarkeit, die Portabilität und die Testbarkeit unterstützt.
  (Schichten können ausgetauscht, hinzugefügt, verbessert und wiederverwendet werden; Testen von unten oder von oben her).

Schichtenarchitektur: Pros and Cons

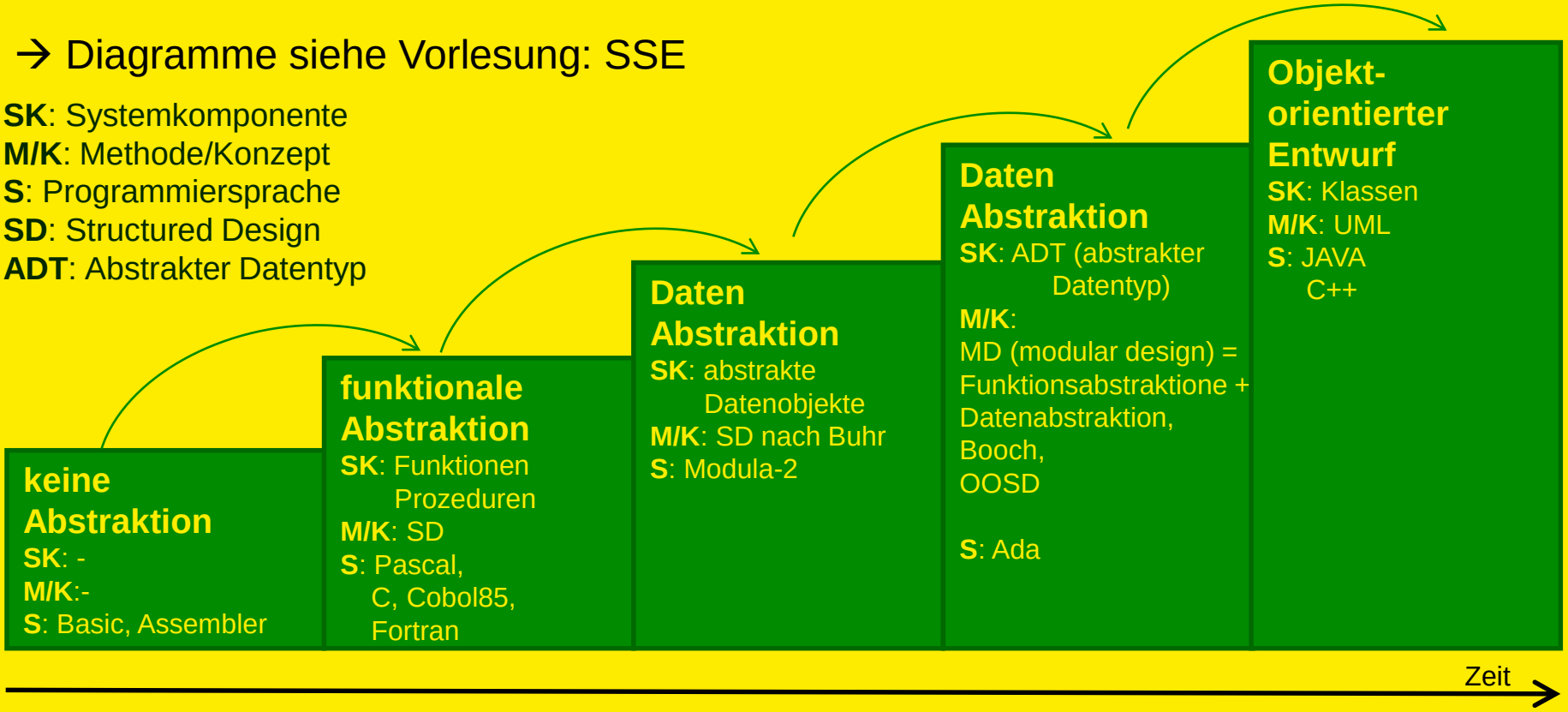
Cons

- × Effizienzverlust, da alle Daten über verschiedene Schichten transportiert werden müssen (bei linearer Ordnung). Dies gilt auch für Fehlermeldungen.
- × Eindeutig voneinander abgrenzbare Abstraktionsschichten lassen sich nicht immer definieren.
- × Innerhalb einer Schicht kann Chaos herrschen.

Evolution der Entwurfskonzepte-/methoden

→ Diagramme siehe Vorlesung: SSE

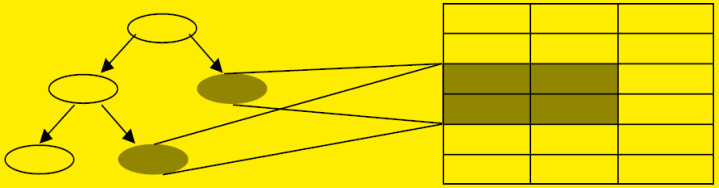
SK: Systemkomponente
M/K: Methode/Konzept
S: Programmiersprache
SD: Structured Design
ADT: Abstrakter Datentyp



Vergleich bezüglich „Funktionen und Daten“

Strukturierter Ansatz (SD)

Separation von Funktionen und Daten

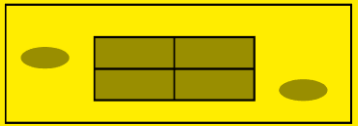


Funktionshierarchie

Externe Datenbasis oder interner Variablenkeller

Objektorientierter Ansatz (OO)

Integration von Funktionen und Daten



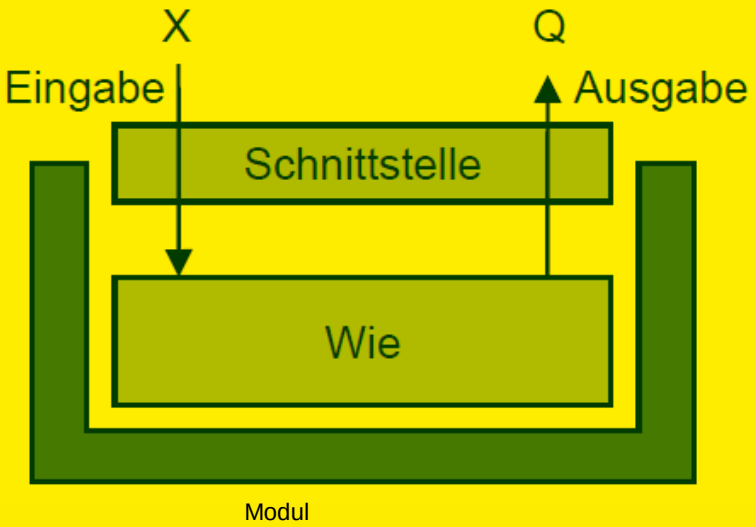
Objekt = (kleine) Dateneinheit + lokale Funktionen

Vergleich bezüglich „Funktionen und Daten“

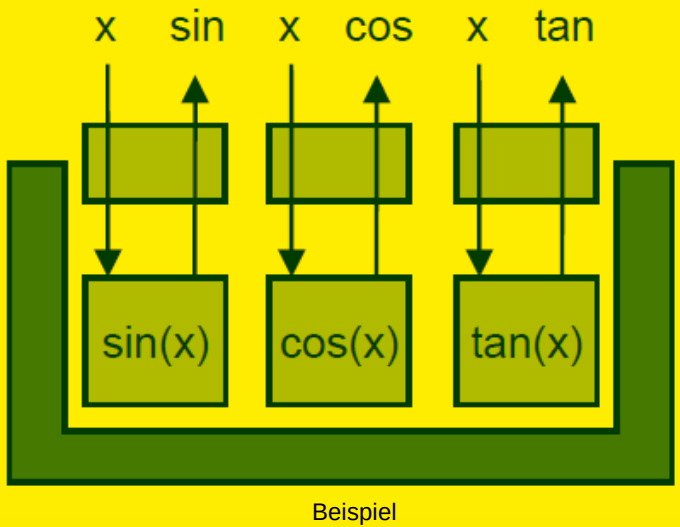
Modularer Ansatz (MD)

dazwischen

Modul = (große) Funktionsgruppe + lokale Daten



Modul



Beispiel

Modularer Entwurf (I)

→ Systemarchitektur beim modularen Entwurf:

1. Modulführer
(Grobentwurf, *module guide*, *software architecture*):

- Beschreibung der Funktion jedes Moduls und der Gliederung in Subsysteme;
- benutzt Entwurfsmuster, z.B. Schichtenarchitektur oder Fließbandarchitektur.

2. Modulschnittstellen (*module interfaces*):

- Genaue Beschreibung der von jedem Modul zur Verfügung gestellten Komponenten (Typen, Variablen, Unterprogramme etc.), informell oder formal.
- für Module mit Ein-/Ausgabe auch genaue Beschreibung der entsprechenden Formate.

Modularer Entwurf (II)

3. Benutzt-Relation (*Uses relation*):

- Beschreibt, *wie* sich Module und Subsysteme untereinander benutzen (azyklischer, gerichteter Graph).

4. Feinentwurf (*detailed design*):

- Beschreibung der modul-internen Datenstrukturen und Algorithmen
- bei Implementierung in Assembler auch vollständige Programmierung der Module in Pseudocode.
- Der Pseudocode ist in einer höheren, meist hypothetischen Programmiersprache abgefasst und wird in der Implementierungsphase von Hand in Assembler umgesetzt.

Modul / Geheimnisprinzip

Modul (abstraktes Datenobjekt, *Module*):

Ein *Modul* ist eine Menge von *Programmkomponenten*, die nach dem *Geheimnisprinzip* gemeinsam entworfen und geändert werden.

Programmkomponenten sind Typen, Klassen, Konstanten, Variablen, Datenstrukturen, Prozeduren, Funktionen, Prozesse (Fäden), Prozess-Eingänge, Makros etc.

Geheimnisprinzip (*Information Hiding*):

Jedes Modul verbirgt eine wichtige Entwurfsentscheidung hinter einer wohldefinierten Schnittstelle, die sich bei einer Änderung der Entscheidung nicht mitändert.

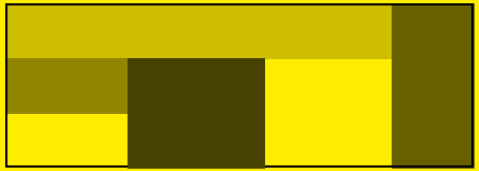
— **David Parnas**

Grund

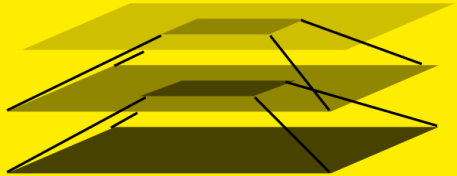
Nur was verborgen und unbenutzt ist, kann ohne Risiko geändert werden.

Ziel: Komplexität beherrschbar machen durch…

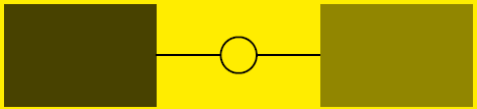
Zerlegung in Teilsysteme (Verantwortungsbereiche)



Verschiedene Abstraktionsebenen (Spezialisierungshierarchie)



Klare Schnittstellen zwischen Teilsystemen (Protokolle)



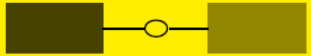
Vorgefertigte Teile – Wiederverwendung (Baukastenprinzip)

Prinzipielle Vorteile von Objektorientierung

Lokale Kombination von Daten und Operationen, gekapselter Zustand


Zuständigkeitsbereiche

Definiertes Protokoll, Nachrichten zwischen Objekten


Klare Schnittstellen

Vererbung und Polymorphie (Spezialisierung, Generalisierung)


Hierarchie

Benutzung vorgefertigter ***Klassenbibliotheken***, Anpassung durch Vererbung mit Ergänzung und Redefinition


Baukastenprinzip

Objektorientierter Entwurf (OOD) – Programmierung

Im *objektorientierten Entwurf* behalten die Prinzipien des modularen Entwurfs (Flexibilisierung der Software durch das Geheimnisprinzip) ihre Gültigkeit.

Schnittstellen verbergen Entwurfsentscheidungen, die veränderbar bleiben sollen.

Die Analoga zum Modul sind die Klasse und das Paket:

- Im Paket werden mehrere Klassen, die gemeinsame Entwurfsentscheidungen kapseln, zusammengefasst
- Eine allein stehende Klasse kann auch ein ganzes Modul verwirklichen; i.d.R braucht man aber mehrere Klassen pro Modul

MD → OO

Allerdings ergeben sich im OO-Entwurf zusätzliche Möglichkeiten, die im modularen Entwurf schwieriger darzustellen sind:

- ✓ Mehrfach-Instanziierung von Klassen,
- ✓ Vererbung und Polymorphie,
- ✓ Variantenbildung in einem Programm durch Mehrfachimplementierung einer Schnittstelle.

Begriffe *(werden im Folgenden erläutert)*

Klasse

Objekt

Vererbung

Spezialisierung

Methode

Attribut

Zustand eines Objekts

Overriding

Overloading

Polymorphismus

Binding

→ Begriffe werden später erklärt …

Paradigmen (I)

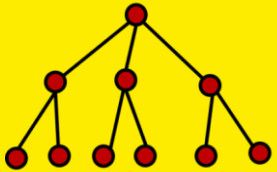
Modulares / Prozedurales Programmieren

Allgemein: Software schrittweise *verfeinern*

Top Down

Gesamtprogramm im Mittelpunkt

- Funktionen werden implementiert
- Funktionen werden verfeinert



Problem

- Untere Stufen *sequentiell* zu erarbeiten, sonst Applikation nicht lauffähig
- Benötigte Funktionen *müssen* bekannt sein

Paradigmen (II)

Bottom Up

Modulare Sichtweise

- Komponenten auf unteren Stufen *erarbeiten*
- Nach oben *abstrahieren* (Module)

Problem

- Eigenständige *Lauffähigkeit* der unteren Stufen

Hybridmodelle

Mischung aus Top Down / Bottom Up

Paradigmen (III)

Frage nach effizienter Entwicklung von *leistungsfähiger* und *wartbarer* Software

Motivation zum Übergang zu OO

- Daten stehen im Vordergrund
- Funktionen sind kurzlebiger als Daten
- Software ist Änderungen unterworfen

Folgen

- In **Objekten** denken!
- **Funktionen** kapseln!

➢ Schwerpunkt auf Gesamtdesign, statt Einzelfunktionen

Konzepte

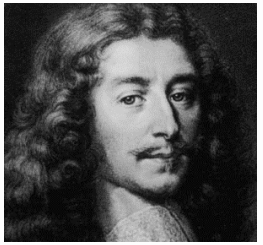
Modularität
- Kooperierende Bausteine
- Schnittstellen
- Ersetzen / Verbessern / Verfeinern

Wiederverwertbarkeit
- Vorhandene Klassen nutzen
- Eigene Klassen integrieren

Bemerkungen

» **Wer sich zu viel mit dem Kleinen abgibt, wird unfähig für Großes**

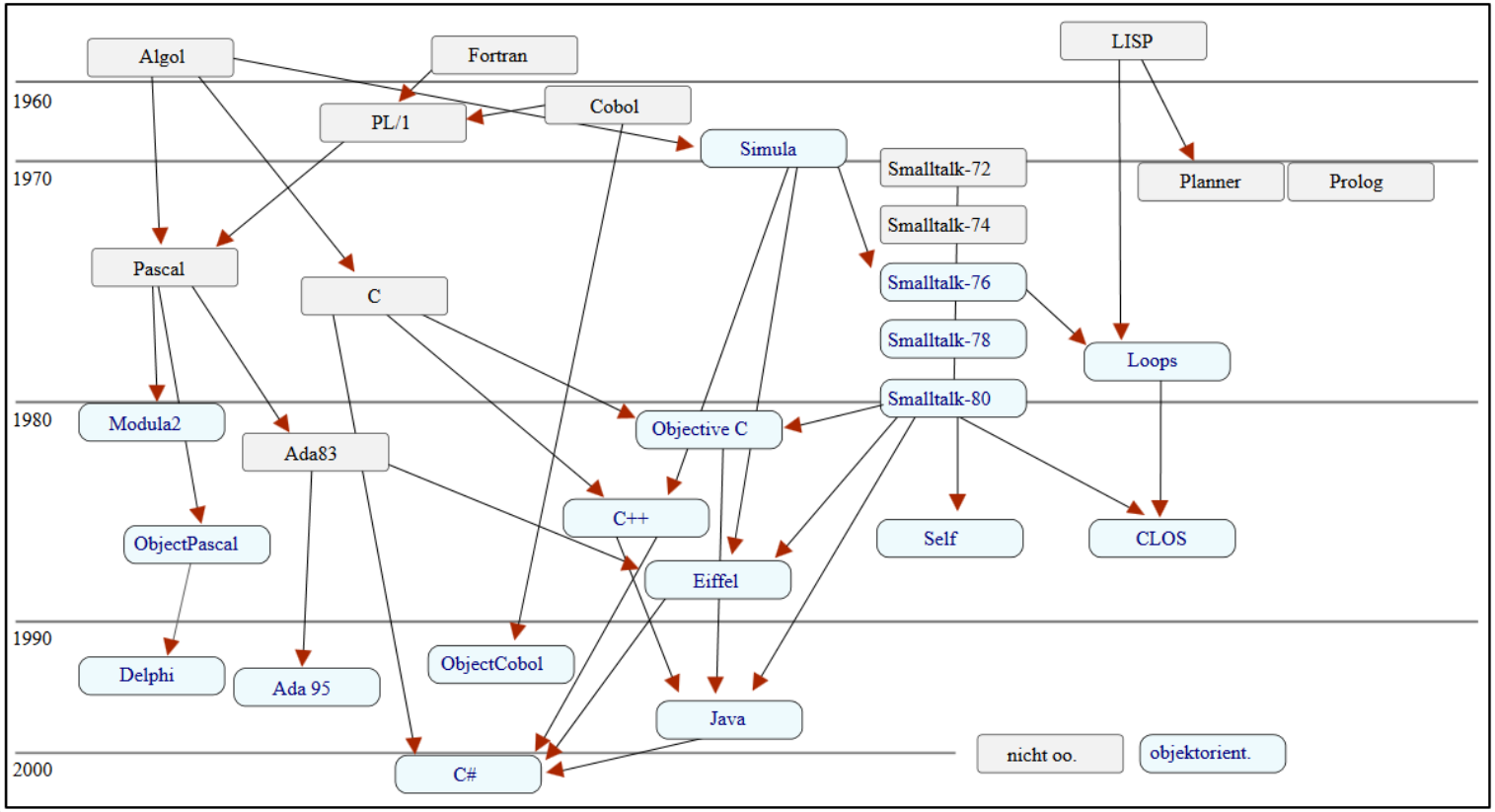
— **Francois Rochefoucauld (1613–1680)**



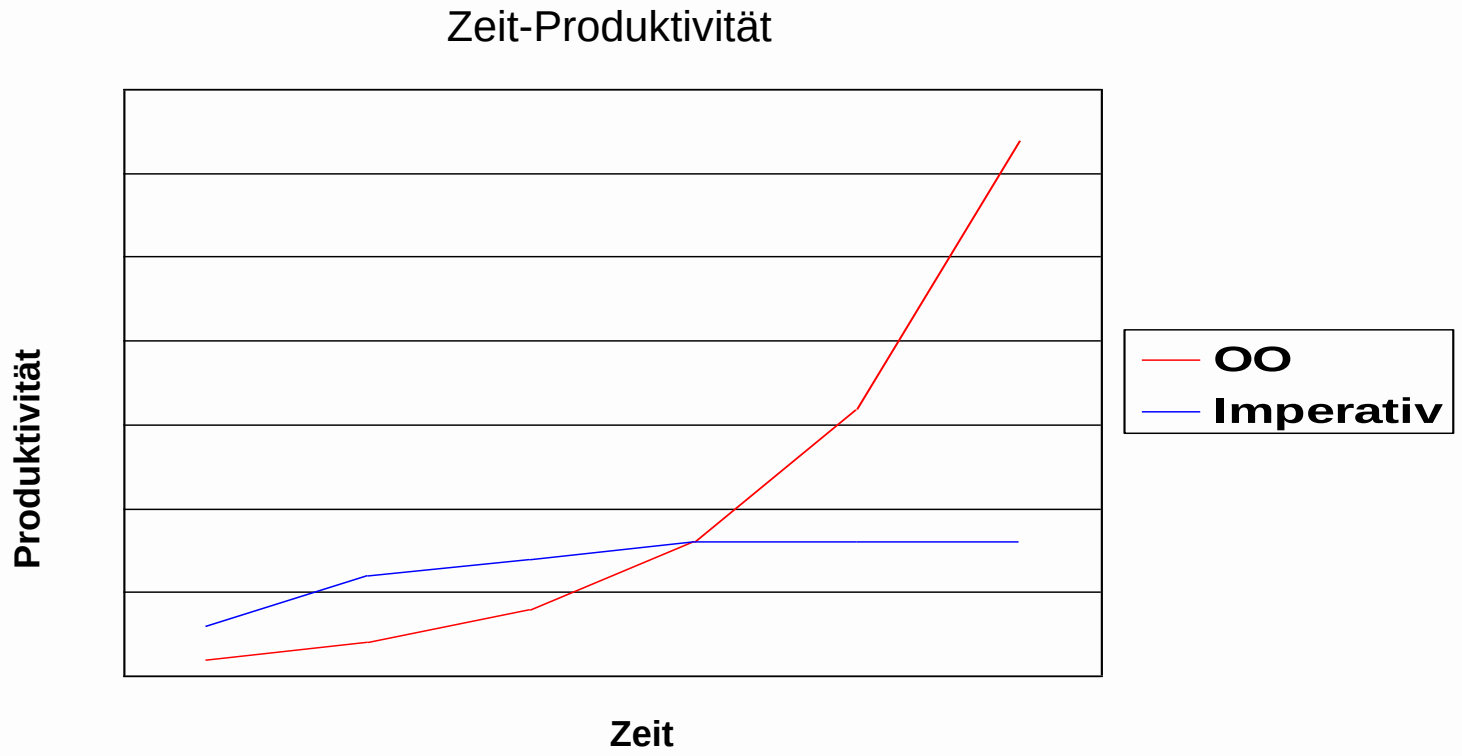
Bjarne Stroustrup (Schöpfer von C++), sagte treffend über den Vergleich von C und C++:

» **C makes it easy to shoot yourself in the foot;**
C++ makes it harder, but when you do,
it blows away your whole leg.

Geschichte der Programmiersprache



OO Sprachen



Programmiersprachen

imperative Sprachen

Ada, ALGOL, BASIC, C, COBOL, FORTRAN, Modula-2, PL/1, Pascal, Simula, Snobol

funktionale und applikative Sprachen

Lisp, Logo

prädikative Sprachen

Prolog

objektorientierte Sprachen

Smalltalk, Eiffel, Oberon, Java, Turbo-Pascal, C++, Fortran2000

imperative Sprachen (I)

Ein Programm besteht aus einer Menge von Befehlen.

n! = 1 * 2 * 3 * … * n

```
10 let n=...
20 gosub 50
30 nf=nfak
40 end
50 let nfak=1
60 for i=1 to n
70 nfak=nfak*i
80 next i
90 return
```

BASIC

imperative Sprachen (II)

Prozedurale Sprachen gruppieren Befehle in Unterprogrammen.

```
int fac(int n) {
   if (n==0) return 1;
     return n*fac(n-1);
   }
...
nf = fac(n);
```

C

funktionale und applikative Sprachen

Ein Programm besteht aus einer Menge von Funktionen und deren Anwendung.

```
(fac (n)
  (cond
    ((equal n 0) 1)
    (times n (fac
      (difference n 1)
        )
      )
    )
  )
...
(fac n)
```

Lisp

prädikative Sprachen

In prädikativen Sprachen wird eine Menge von Fakten und Regeln vorgegeben.

```
fac(0,1).

fac(n,f) -> fac(n-1,f/n).
```

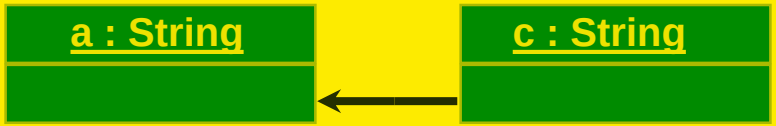
Prolog

objektorientierte Sprachen

alle zum Lösen eines Problems nötigen Informationen werden als Objekte aufgefasst. Objekte empfangen und versenden Nachrichten

```
String a = „eins“;

String b = „zwei“;

String c;

c = a + b;  // „einszwei“

c = a.subString(0,2); // „ei“
```

JAVA



Abstrakter Datentyp (I)

Das Basiskonzept der objektorientierten Programmierung bildet der ***abstrakte Datentyp*** (**ADT**)

Ein ADT wird definiert durch:

- seinen Wertebereich (Sorte)
- die über dem Wertebereich erklärten Operationen
- eine Menge von Vorbedingungen
- eine Menge von Axiomen

Abstrakter Datentyp (II)

Eine Sorte kann formal als Struktur dargestellt werden

Beispiel:

```
koord=sort
  Integer x;
  Integer y;
end;
```

Komponenten

Bzw:

```
koord= x:Integer + y:Integer
```

Abstrakter Datentyp (III)

einem ADT werden Operationen zugeordnet
(die nicht notwendig nur Operanden vom Sortentyp enthalten)

Beispiel:

```
vec = ADT(koord)

  SetX:(vec, Integer);

  +:(vec, vec) -> vec;

  norm:(vec) -> Integer;

end;
```

Abstrakter Datentyp (IV)

Zur vollständigen Beschreibung eines ADT's gehören zusätzlich…

… die Vorbedingungen

```
pre: x = 0; y = 0;
```

… eine Menge von Axiomen (Spezifikationen), die das Verhalten der Operationen festlegen

```
(vec a, vec b) = (x = a.x + b.x, y = a.y + b.y)
```

Abstrakter Datentyp (V)

Abstrakte Datentypen werden als Klassen implementiert.

Beispiel (JAVA):

```
class vec {
  private Integer x,y;
  public vec(Integer theA, Integer theB) {
    x = theA; y = theB;
  }
  public vec add(vec a, vec b) {
    return new vec(a.x + b.x, a.y + b.y);
  }
}
```

Begriffe: Klasse und Objekt

Ich-Ansatz für Analyse / Design

» Ich bin
… Klasse XY **«**

» Ich habe
… folgende Eigenschaften (Attribute) «

» Ich kann
… folgende Operationen «

Begriffe: Klasse und Objekt

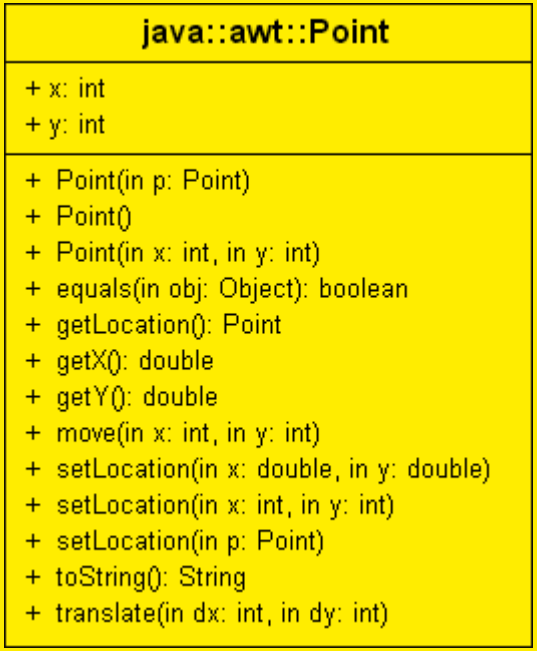
Beispiel: Point

- Ich bin ein Punkt.
- Ich habe `x,y`-Koordinaten.
- Ich kann…
  - …mich verschieben.
  - …meine Position festlegen.

Übliche Darstellung

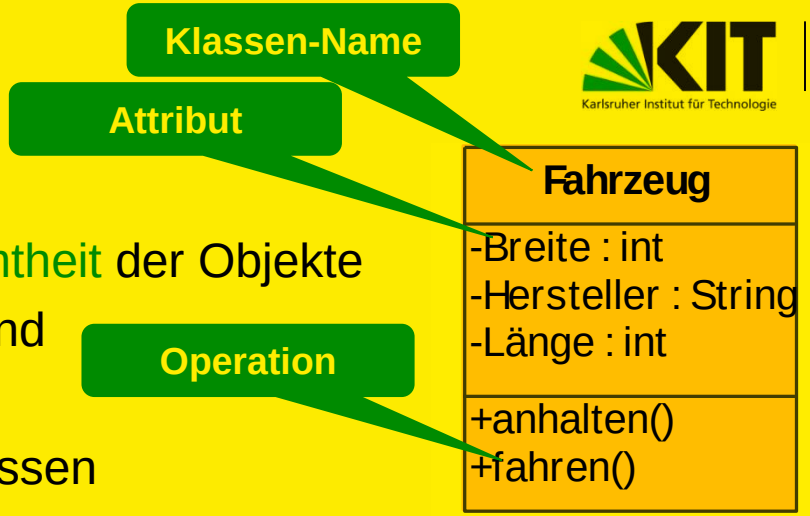
Unified Modeling Language (UML)

Sichtbarkeit:
+ public **-** private # protected



→ UML: siehe Vorlesung SSE

Begriffe: Klasse und Objekt



Klasse

- Beschreibt das Verhalten der Gesamtheit der Objekte
- Hat keine Identität und keinen Zustand
- Muster für ein Objekt
  - Attribute, Operationen, innere Klassen

Eine ***Instanz*** ist die konkrete Realisierung eines Objektes einer Klasse

- eine Instanz ist genau ein Objekt
- Instanzen haben einen Gültigkeitsbereich (Lebensbereich)
- Instanzen werden durch einen ***Konstruktor*** erzeugt und einen ***Destruktor*** zerstört
  - Konstruktoraufruf: new
  - Destruktoraufruf: delete

Begriffe: Klasse und Objekt

```
Point p = new Point();

p.x = 12;

p.y = 45;

p.setLocation(-3, 2);
```

```
Point p = new Point();
p.
```

- x int - Point
- y int - Point
- clone() Object - Point2D
- distance(double arg0, double arg1) double -
- distance(Point2D arg0) double - Point2D
- distanceSq(double arg0, double arg1) doubl
- distanceSq(Point2D arg0) double - Point2D
- equals(Object arg0) boolean - Point
- getClass() Class - Object
- getLocation() Point - Point

```
Point p = new Point();
p.setLocation();
```

- setLocation(double x, double y) void - Point
- setLocation(int x, int y) void - Point
- setLocation(Point p) void - Point
- setLocation(Point2D p) void - Point2D

Changes the point to have the specificed location.
This method is included for completeness, to parallel the setLocation method of Component. Its behavior is identical with move(int, int).

Parameters:

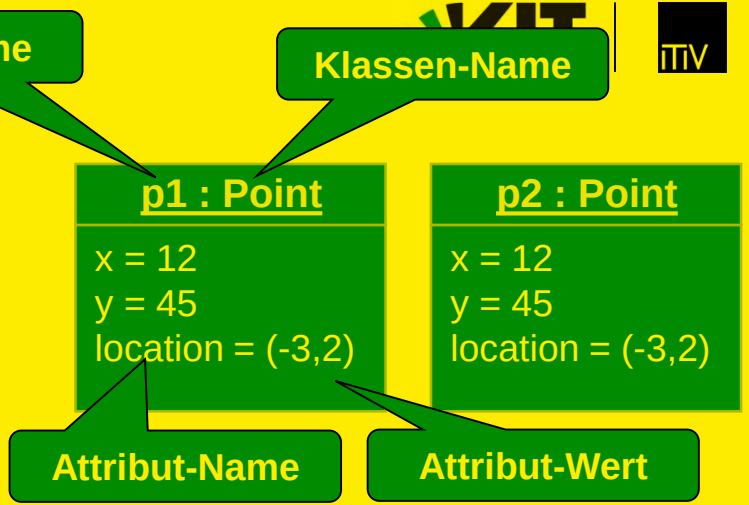
x the x coordinate of the new location.
y the y coordinate of the new location.

See Also:

java.awt.Component.setLocation(int, int)
java.awt.Point.getLocation
java.awt.Point.move(int, int)

Begriffe: Objekt

```
Point p1 = new Point();
p1.x = 12;
p1.y = 45;
p1.setLocation(-3, 2);
Point p2 = new Point();
p2.x = 12;
p2.y = 45;
p2.setLocation(-3, 2);
if (p1 == p2) { return 10; }
if (p1.equals(p2)) { return 12; }
```



- obwohl p1 und p2 die **gleichen** Attributwerte haben, sind es voneinander **verschiedene Objekte**

Konstruktor (Objektinitiatlisierung)

- Argumente der Konstruktormethode werden bei Objekterzeugung folgendermaßen an den Konstruktor übergeben:

```
new Klassenname(Argument1, Argument2, ...)
```

- Anweisungen im Konstruktor werden auf neu allokiertem Speicher ausgeführt.
- Ohne Angabe eines Konstruktors ist nur der leere Konstruktor ohne Argumente definiert.
- Ist ein (nichtleerer) Konstruktor definiert, *muss* der leere Konstruktor explizit definiert werden, um noch benutzt werden zu dürfen.

Freigabe/Zerstörung von Objekten (I)

Freigabe/Zerstörung von Objekten

In vielen Sprachen durch explizite Statements im Programm:

- `free-` oder `delete`-Methoden

Dies funktioniert – ist aber häufige *Fehlerquelle*:

Beispiel

1. `x, y` verweisen auf ein Objekt
2. `free(x)` gibt Speicher frei
3. `y` wird zu späterem Zeitpunkt verwendet

- Problem! Speicheradresse existiert, Speicherinhalt kann beliebig sein

Freigabe/Zerstörung von Objekten (II)

Alternative in Java: **Garbage Collection**

Ist die letzte Referenz auf ein Objekt verschwunden, da…

… die Referenzen den Gültigkeitsbereich verlassen haben, oder da…

… **null**-Referenzen zugewiesen wurden,

so wird das Objekt der Garbage Collection zugeführt.

➢ Es sind keine **`free-`** oder **`delete`**-Methoden nötig.

✓ Funktioniert auch bei zyklischen Referenzen der Objekte untereinander

✓ Mit **`System.gc();`** wird eine Empfehlung an die Garbage Collection ausgegeben, aktiv zu werden. In der Regel ist dies aber nicht nötig.

Begriffe: Klasse und Objekt

Pakete (*Packages*)

Gruppe von thematisch zusammengehörigen Klassen und Interfaces.

Varianten

a) Absolute Qualifizierung (CLASSPATH)

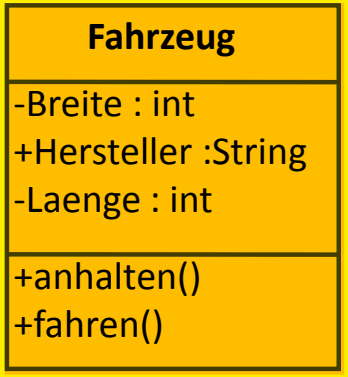
```
java.awt.Point p = new java.awt.Point();
```

b) Relative Qualifizierung (CLASSPATH + Importpfad)

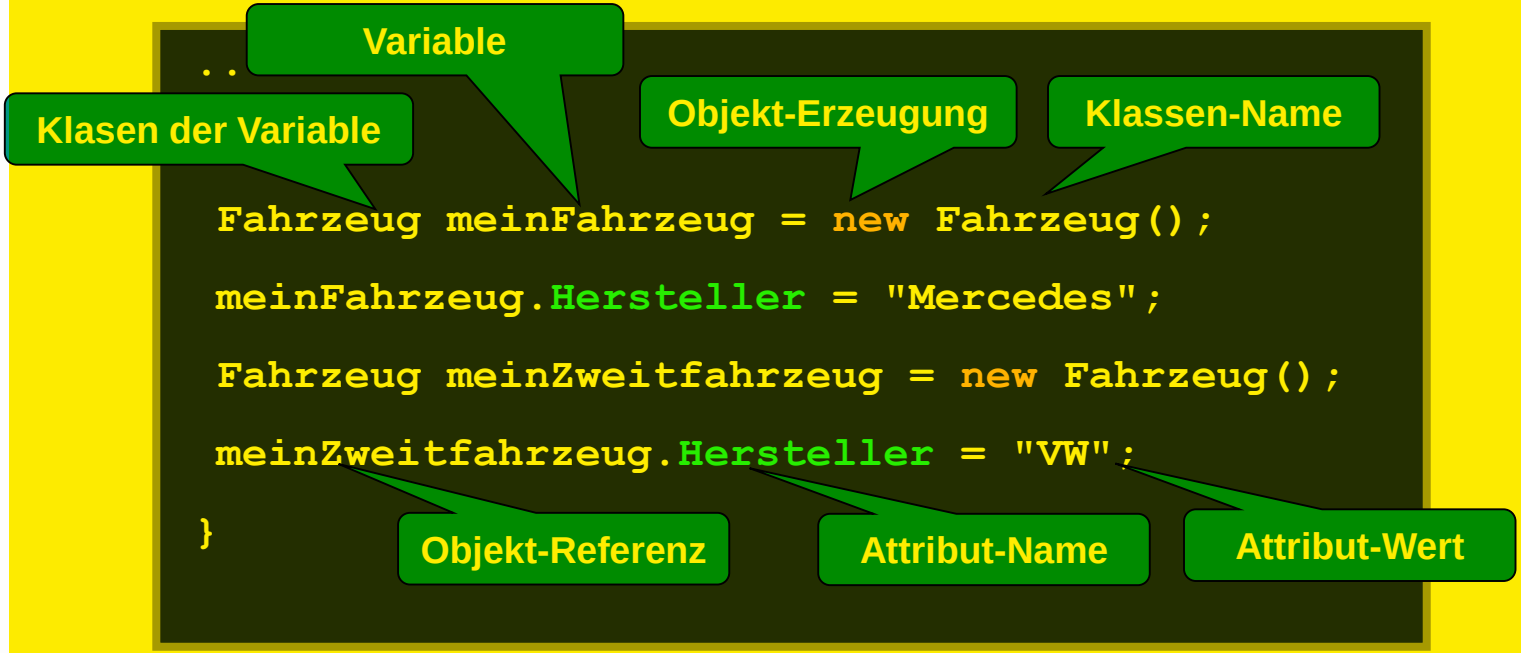
```
import java.awt.Point;

 Point p = new Point();
```

Begriffe: Klasse und Objekt

```
class Fahrzeug {
  public String Hersteller;
  private int Breite;
  private int Laenge;
  public void fahren();
  public void anhalten();
}
...
```

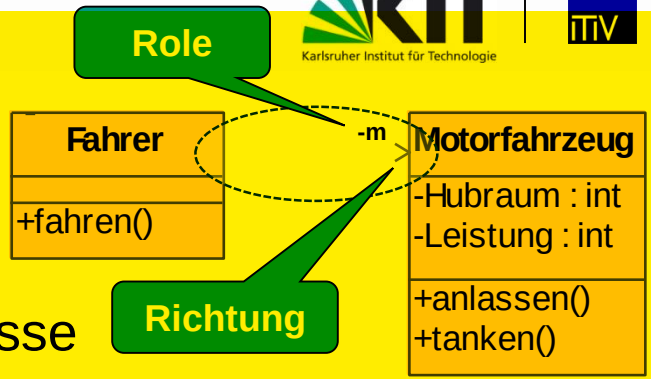


Begriffe: Klasse und Objekt



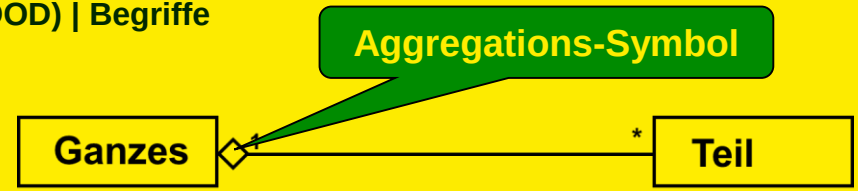
Assoziation

- Klassen, die zusammenarbeiten.
- Gerichtet und ungerichtet.
- Benutzen das Interface der anderen Klasse




```
class Fahrer {
  private Motorfahrzeug;
  public void fahren() {
    m.anlassen();
    m.tanken();
  } …
```

Aggregation



Aggregation

Eine Beziehung, bei der Komponenten(-Objekte) als Teile des Aggregat(-Objektes) aufgefasst werden.

Das Aggregat vertritt die Komponenten und kontrolliert sie; die Komponenten sind dem Aggregat untergeordnet.

Sprechweise

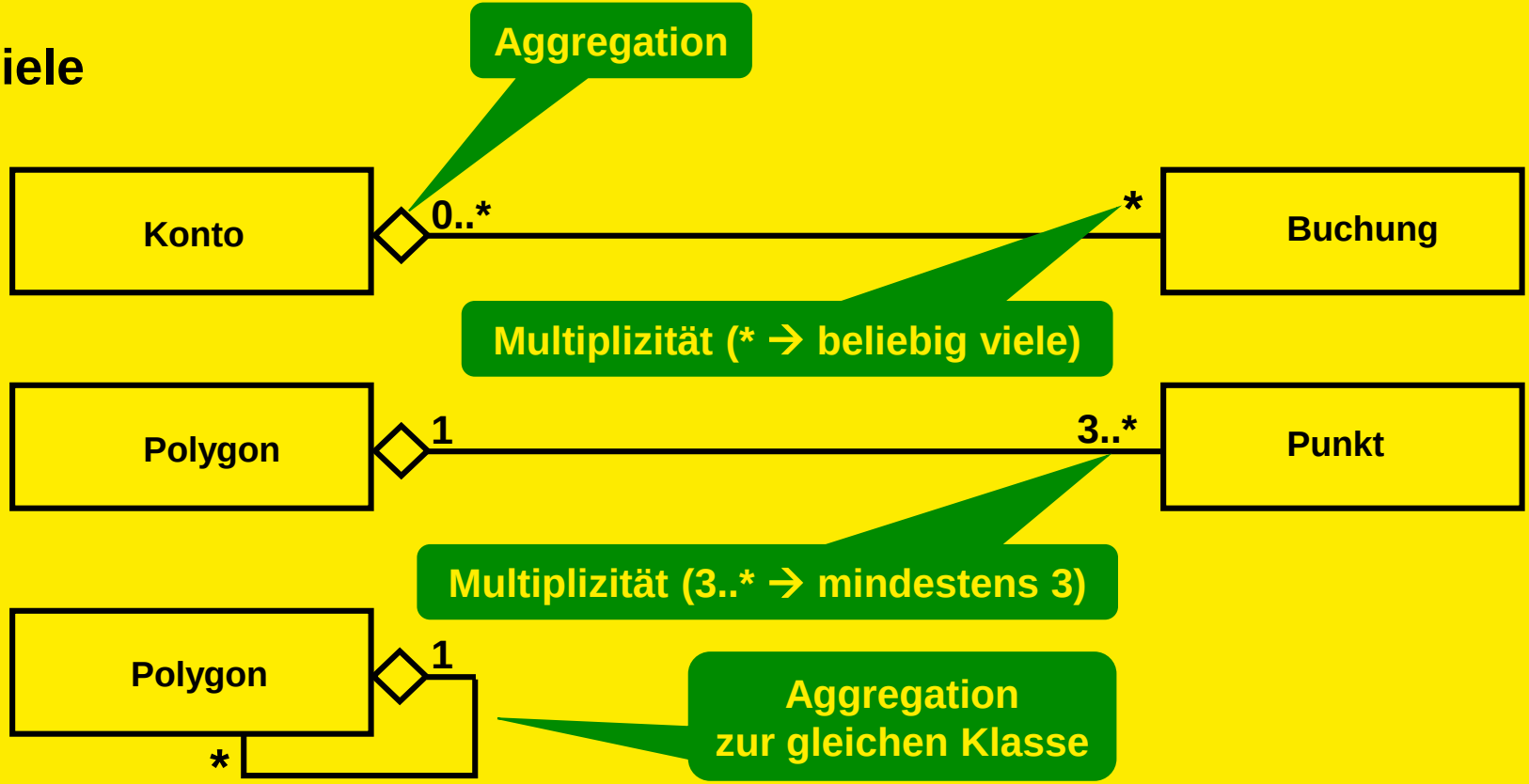
- »Das Aggregat enthält seine Komponenten.«
- »Die Komponente ist Teil des Aggregats.«

Aggregation ist **Spezialfall der Assoziation**, aber:

- asymmetrisch (nur eine der Klassen ist Aggregat)
- die Beziehung ist als „enthält“ bzw. „ist-Teil-von“ vordefiniert

Aggregation

Beispiele



Komposition

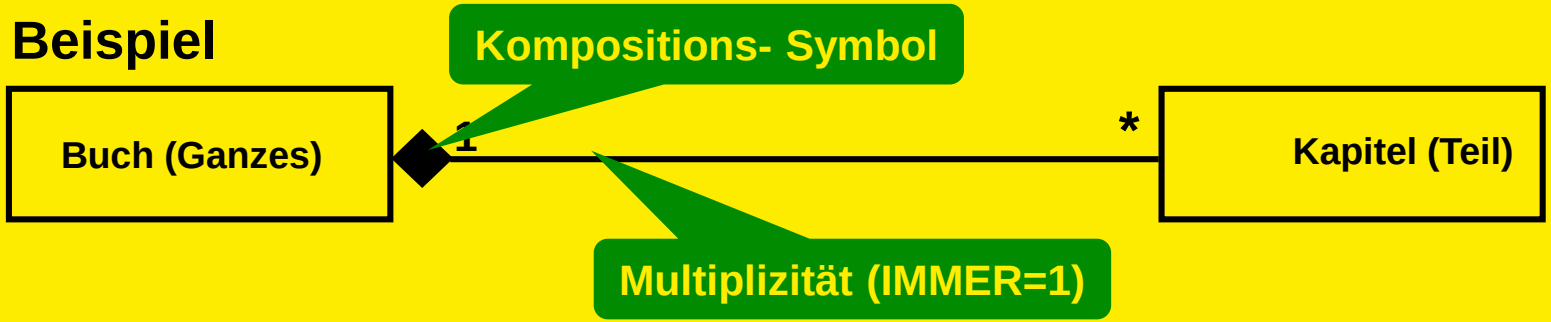
Komposition

Eine Aggregation, bei der die Existenz der Komponenten an die Existenz des Aggregats gekoppelt ist.

Das Aggregat delegiert Aufgaben an die Komponenten.

Eine Komponente darf nur zu genau einem Aggregat gehören.

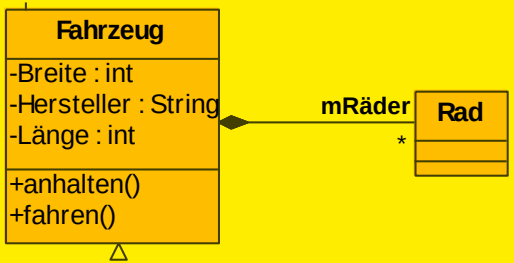
Beispiel

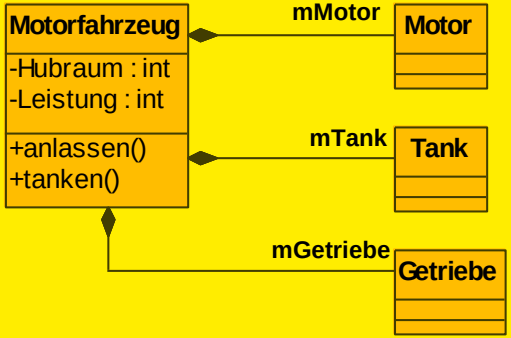


Kompositions-Assoziation

„Ist-Teil-Von“- oder „Besteht-Aus“-Beziehung

```
class Fahrzeug {
  RadList mRaeder;
}
class Motorfahrzeug extends Fahrzeug {
  Motor mMotor;
  Tank mTank;
  Getriebe mGetriebe;
}
```



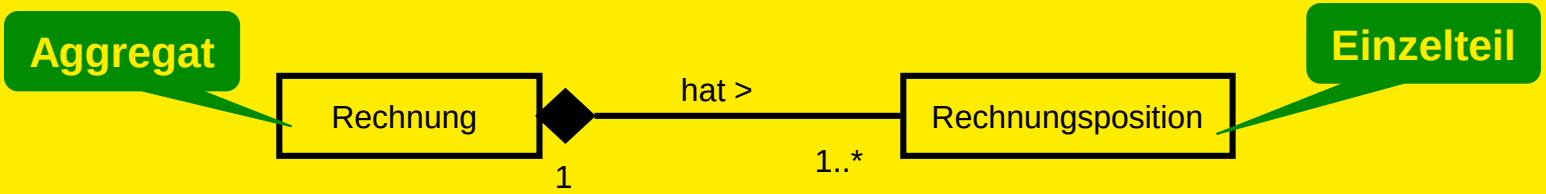


Beispiele Aggregation / Komposition

Normale Aggregation

Komposition

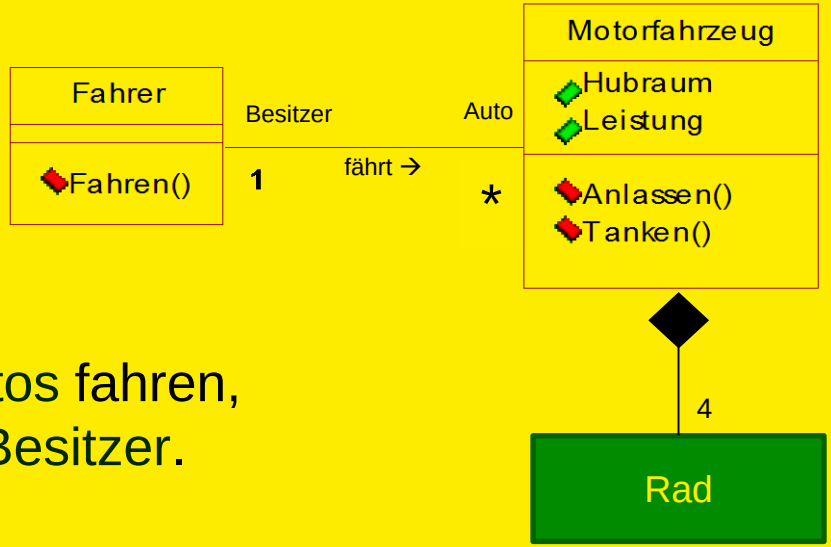
(Einzelteile sind vom Aggregat existenzabhängig,
d.h. sie können ohne das Aggregat nicht existieren.)



Hinweis: Bei Komposition auf der Aggregatseite immer 1 (kann nur zu genau einem gehören).

Kardinalität (Multiplizitäten)

Anzahl der beteiligten Objekte an Assoziation und Aggregation



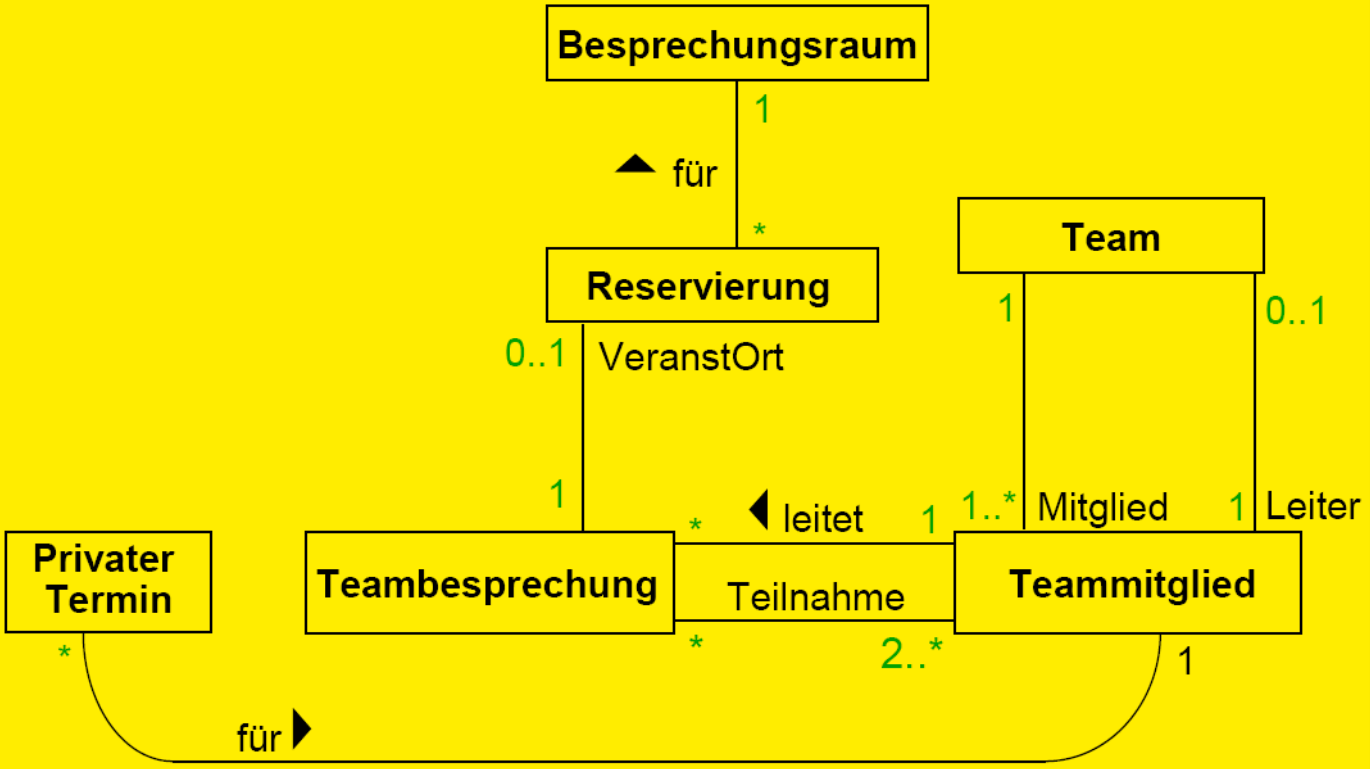
Beispiele:

- Ein Objekt der Klasse **`Auto`** hat 4 **`Räder`**.
  Jedes **`Rad`** gehört zu einem **`Auto`**.
- Ein **`Fahrer`** kann beliebig viele Autos fahren, jedes **`Motorfahrzeug`** hat einen Besitzer.

Notationen:

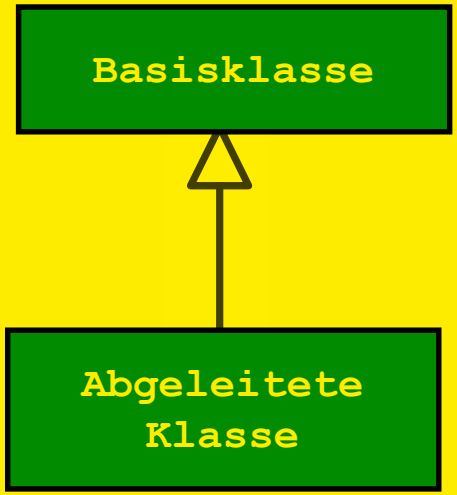
1 **1..4** **1…n** **+** **0..n** *****

Beispiel: Multiplizitäten



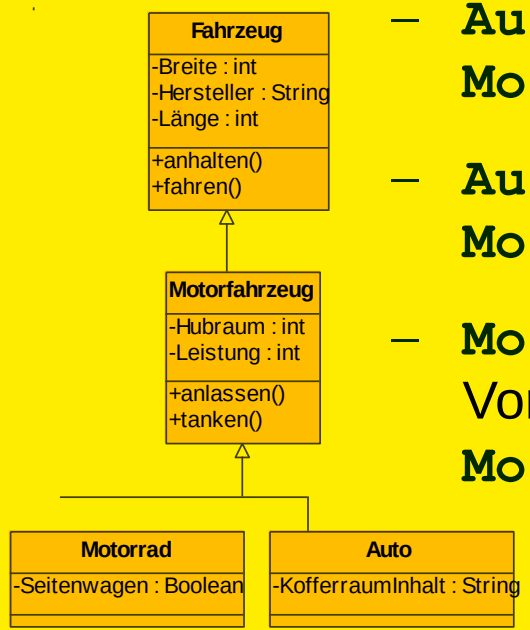
Vererbung

Notation



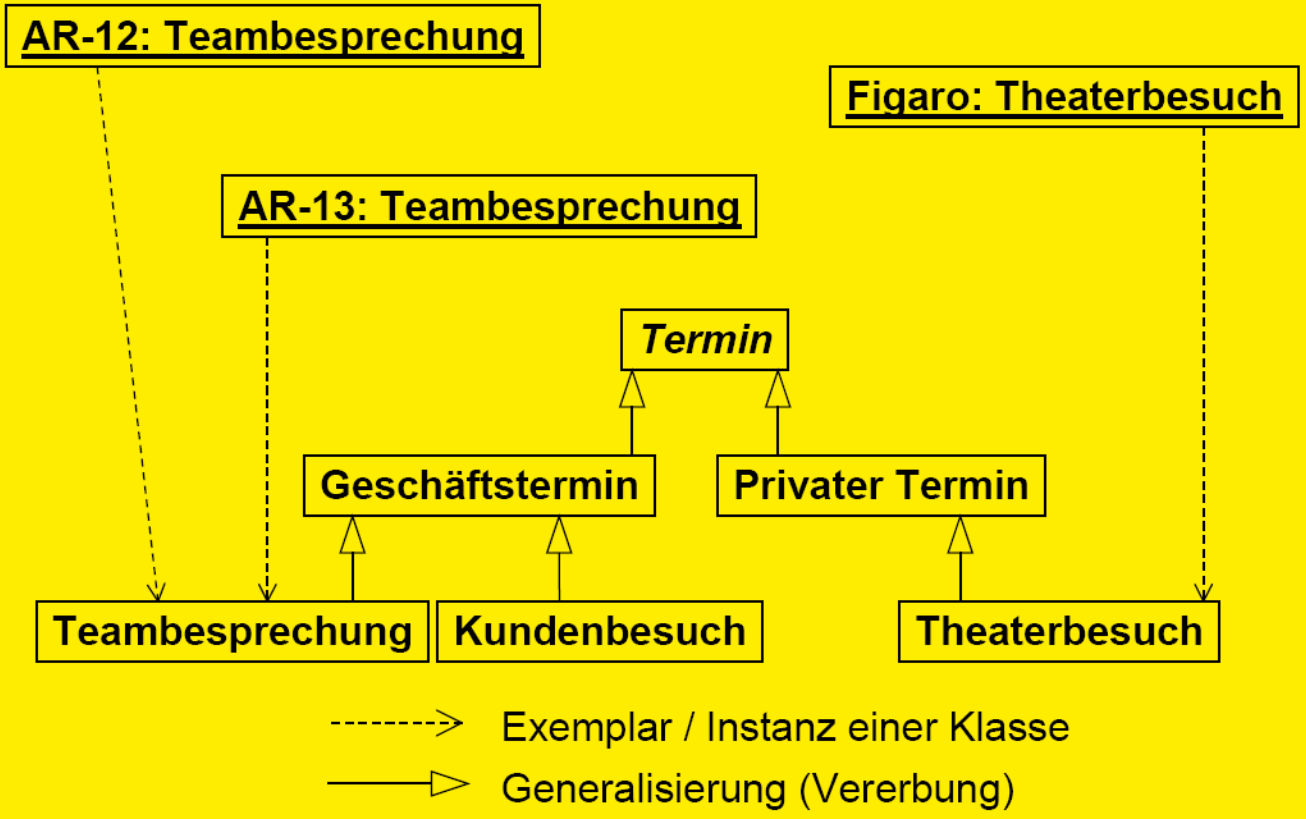
Vererbungspfeil

Beispiel



- **Auto** erbt von **Motorfahrzeug**
- **Auto** ist ein **Motorfahrzeug**
- **Motorfahrzeug** ist ein Vorfahr von **Auto** und **Motorrad**

Beispiel Klassendiagramm mit Vererbung



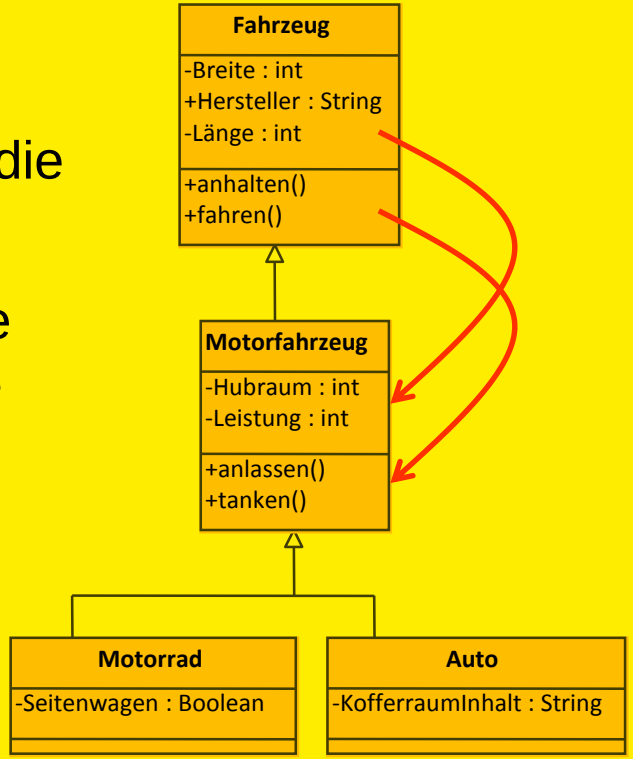
Vererbung

Weitergeben von *Attributen* und *Methoden* an die Erben (*Basisklasse* an eine *abgeleitete Klasse*)

Spezialisierung: Objektmenge der Unterklasse ist Teilmenge der Objektmenge der Oberklasse

Typhierarchie: jedes Objekt des Untertyps verhält sich wie ein Objekt des Obertyps

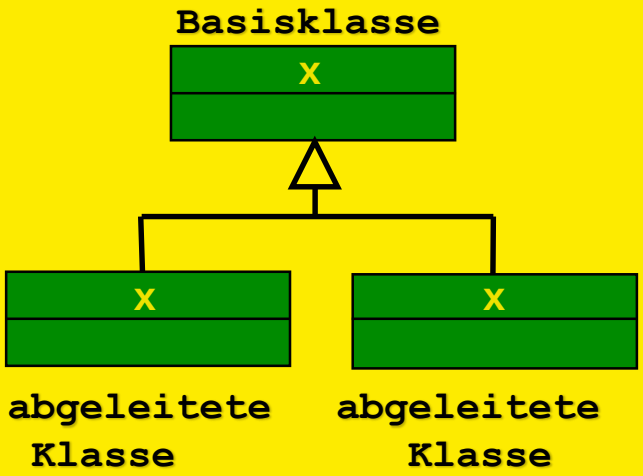
Klassenhierarchie: Vererbung der Implementierung



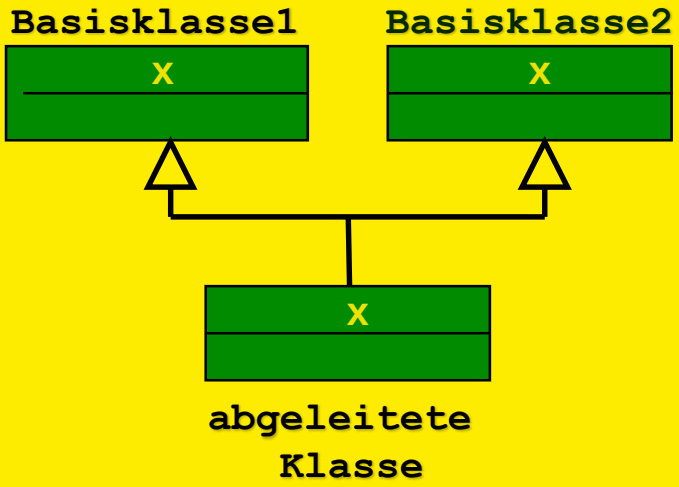
- Welche Methoden und Attribute hat **`Auto`** ?

Einfache und mehrfache Vererbung

es wird ebenfalls zwischen **einfacher** und **mehrfacher** Vererbung unterschieden



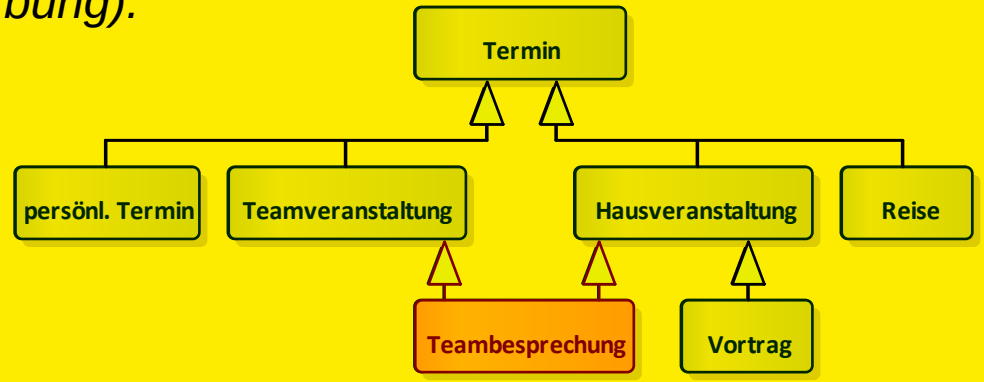
einfache Vererbung



mehrfache Vererbung

Mehrfachvererbung

In **Analysemodellen** treten oft unabhängige Dimensionen der Spezialisierung auf *(Mehrfachvererbung).*



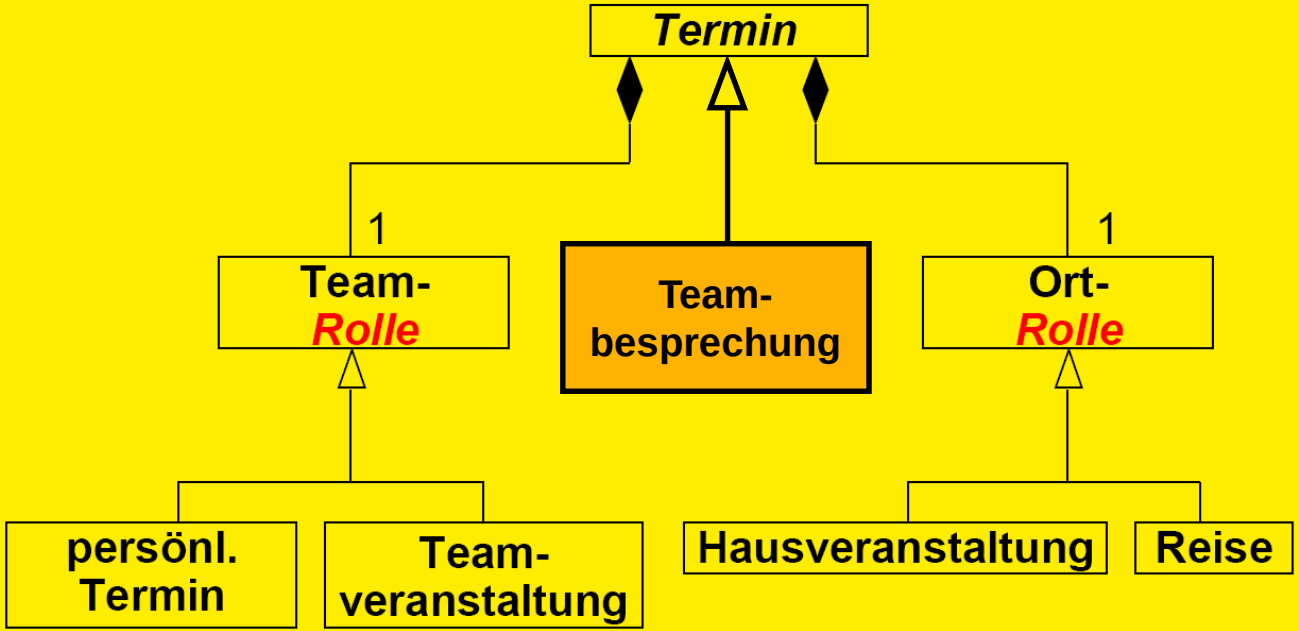
In **Entwurfsmodellen** sollten Mehrfachvererbung beseitigt werden**.**

Techniken dazu sind:

- Ersatz von Vererbung durch Komposition
- Definition von Schnittstellen

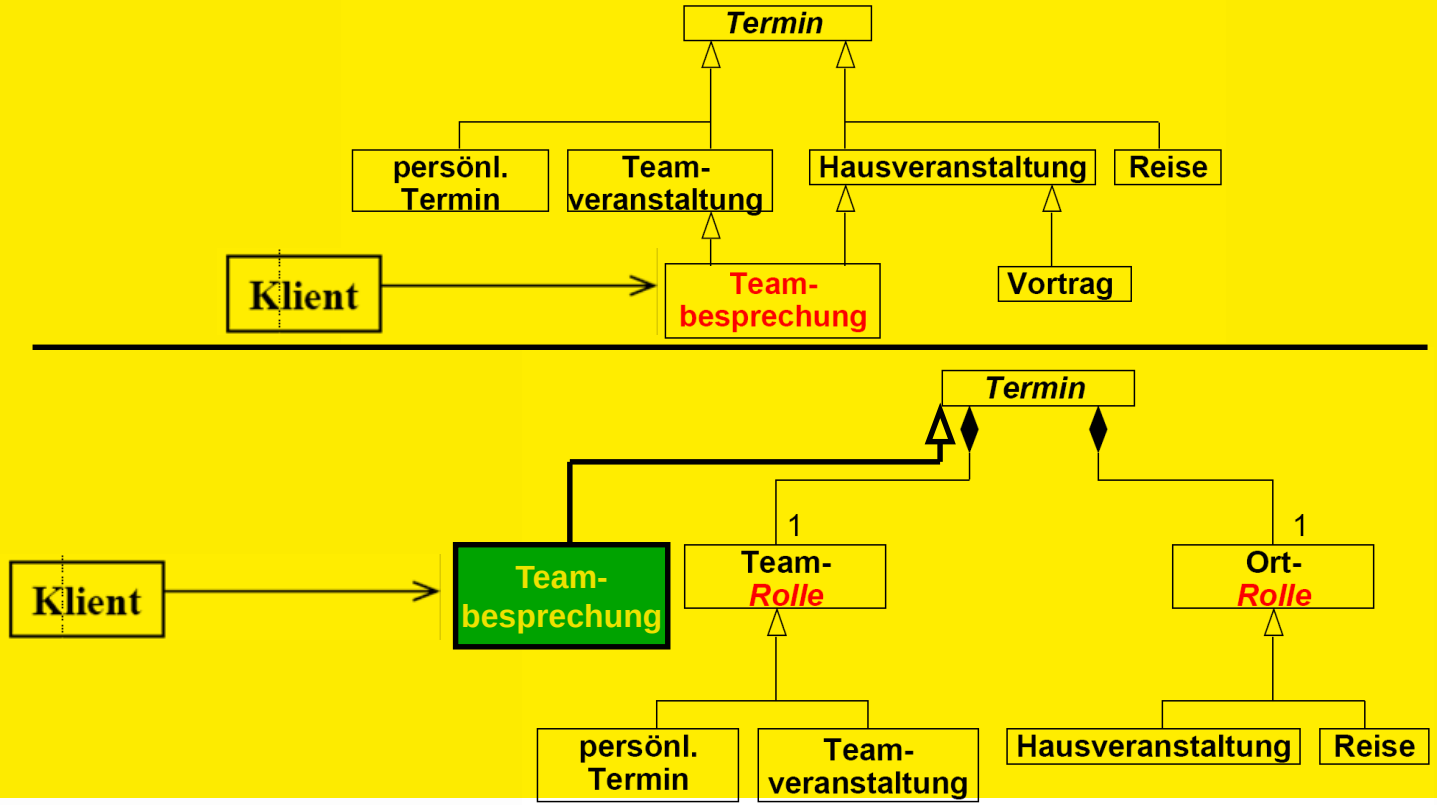
Composite Reuse Principle (CRP)

Ersatz von Vererbung durch Komposition

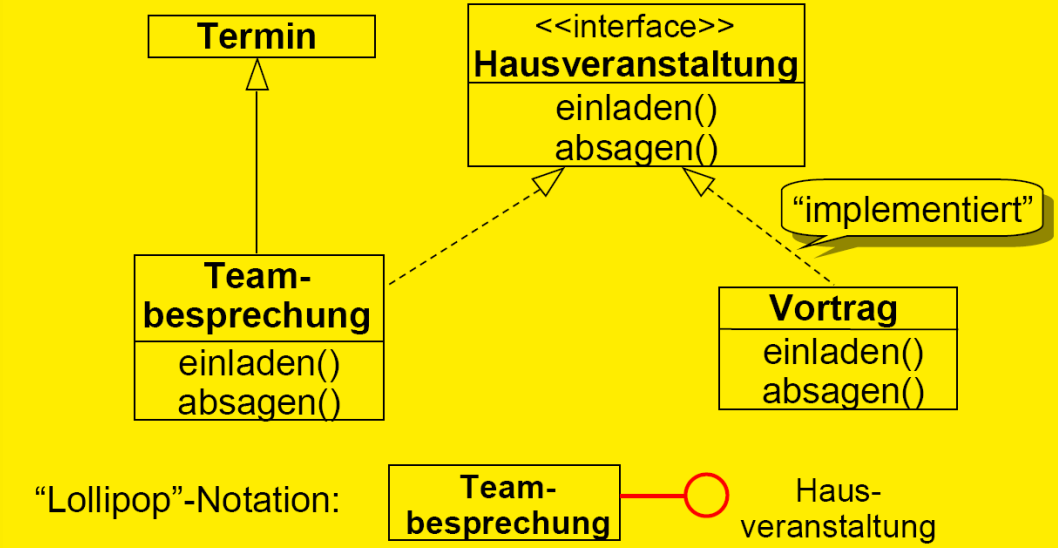


→ **Teambesprechung** *nun wie realisiert?*

Vergleich: Mehrfachvererbung und Komposition



Ersatz von Vererbung durch Schnittstellen

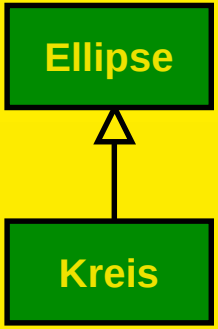


Guter Software-Entwurf sichert *Homogenität*.

- Gleichartige Funktionalität soll in gleicher Weise aufrufbar sein.
- *Schnittstelle (interface)* ist ein Sprachkonstrukt von UML und Java.

Vererbung: Methoden-Weitergabe

```
Ellipse::Skalieren(Real theA, Real theB){
  a=a*theA; b=b*theB; }
```



speziell auf die Weitergabe von Methoden bezogen ist…

Ersetzen: das vollständige Überschreiben einer Methode

```
Kreis::Skalieren(Real f) {
   a=a*f; b=b*f;
}
```

Verfeinerung: die ererbte Methode wird innerhalb der neuen Methode gerufen

```
Kreis::Skalieren(Real f) {
   super.Skalieren(f, 1.0); b=b*f;
}
```

Delegation: die Ausführung einer Methode wird an ein Objekt der Oberklasse (Prototyp) weitergereicht

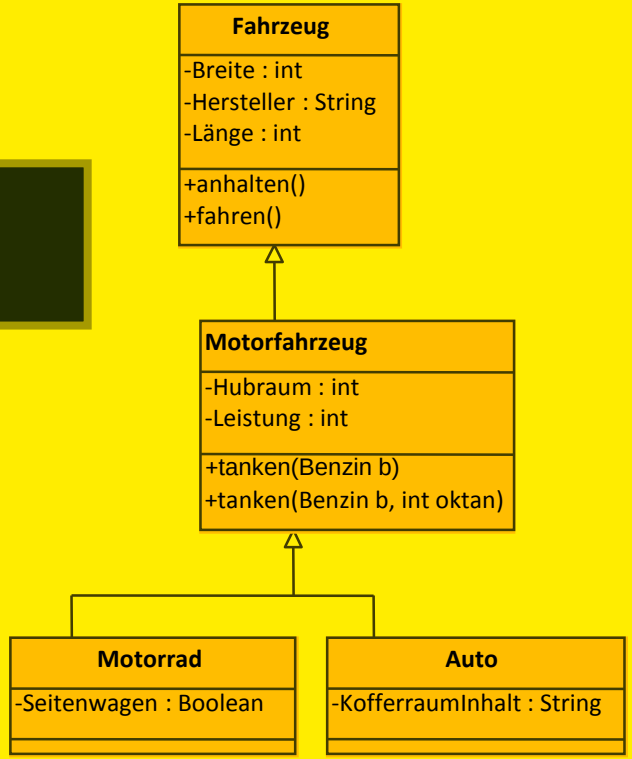
```
Kreis::Skalieren(Real f) {
   super.Skalieren(f, f);
 }
```

Vererbung: Overloading

universeller Polymorphismus: Overloading

- Methode mit unterschiedlichen Signaturen

```
void tanken(Benzin b);
void tanken(Benzin b, int oktan);
```



Polymorphie (II)

neben dem *universellen Polymorphismus* gibt es den *ad-hoc Polymorphismus*

```
void tanken(Benzin b);
void tanken(Diesel b);
```

ad-hoc P. basiert auf dem Konzept der impliziten Typkonversion

Vererbung (III)

Polymorphie: Overriding

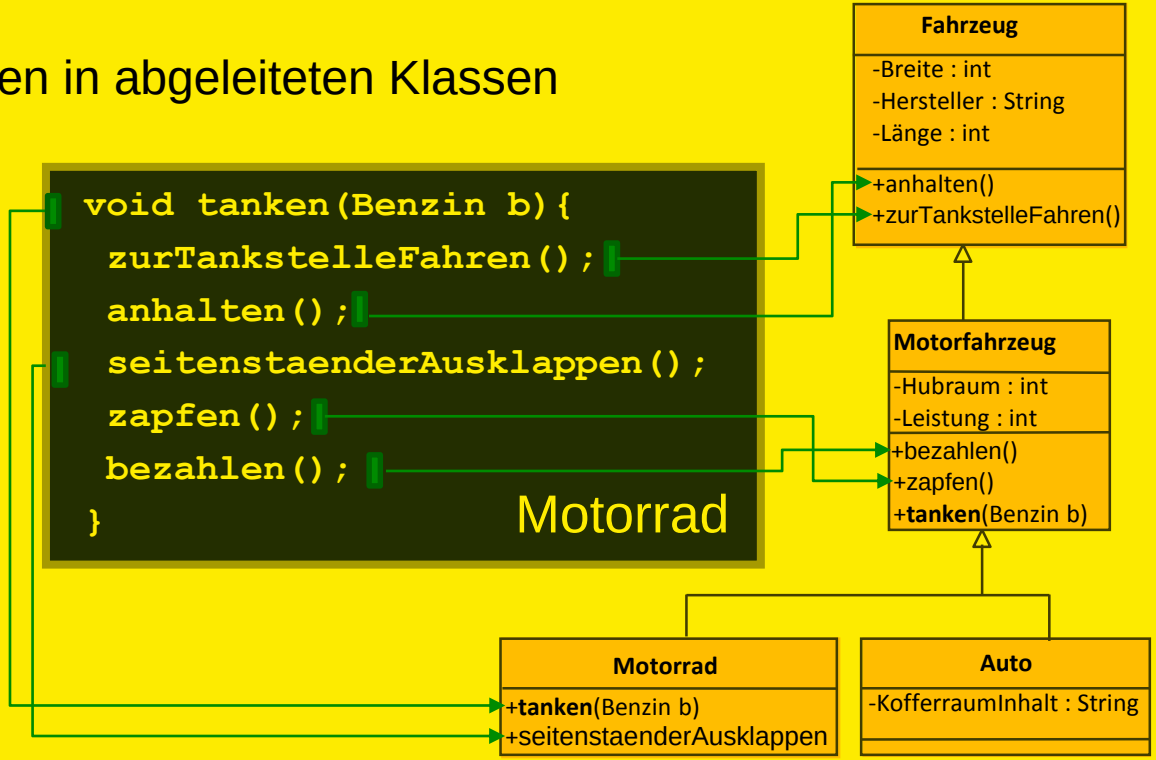
- Überschreiben von Methoden in abgeleiteten Klassen

```
void tanken(Benzin b) {
 zurTankstelleFahren();
 anhalten();
 zapfen();
 bezahlen();
}
```

Motorfahrzeug

```
void tanken(Benzin b){
 zurTankstelleFahren();
 anhalten();
 seitenstaenderAusklappen();
 zapfen();
 bezahlen();
}
```

Motorrad



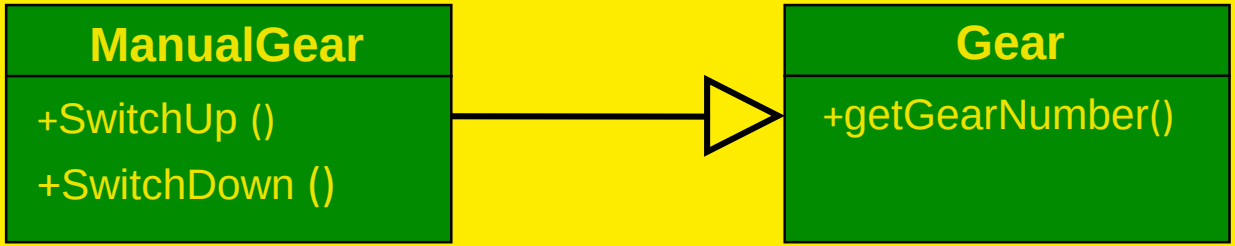
Polymorphie 3

das Konzept der Polymorphie erlaubt somit unterschiedliche Sichtweisen auf Objekte

Beispiel

eine Instanz der Klasse **`ManualGear`** ist ebenfalls mit den Eigenschaften der Klasse **`Gear`** ausgestattet

- kann also wie eine solche agieren

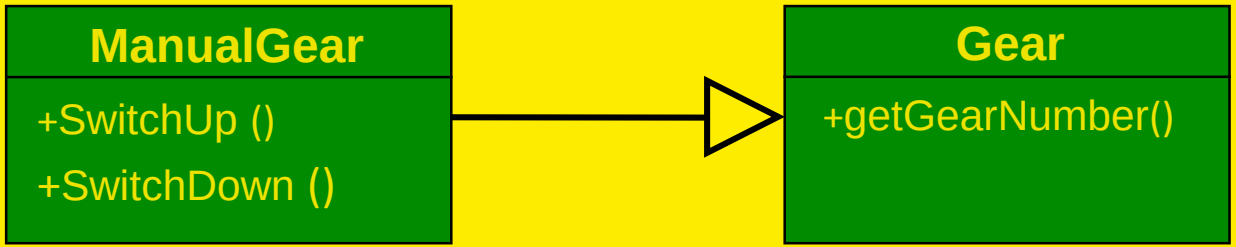


Polymorphie 4

eine Variable vom Typ einer Superklasse kann somit auch eine Instanz vom Typ einer Subklasse aufnehmen

Beispiel

```
Gear g;
g = new ManualGear();
int n = g.getGearNumber();
g.SwitchUp();
```



Bindung 1

Der *Bindungsmechanismus* beschreibt, wie eine Methode einer Klasse aufgerufen wird.

Verschiedene Bindungskonzepte erlauben eine effiziente Wiederverwendung bzw. gemeinsame Nutzung von Code auf sehr elegante Art und Weise

→ **statische** und **späte** Bindung

→ **virtuelle** Methode

Statische Bindung

Während der Übersetzung wird die Klassenzugehörigkeit der Instanz bestimmt und daraus die zu rufende Methode ermittelt

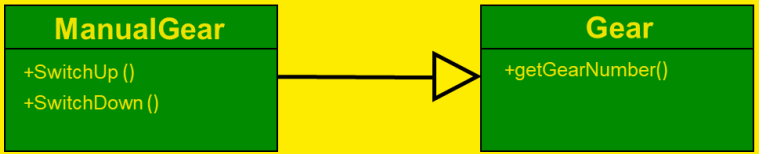
Beispiel

```
ManualGear g = new ManualGear();
g.SwitchUp();
```

ruft die Methode der Klasse **`ManualGear`**

```
Gear g = new ManualGear();
g.SwitchUp();
```

ruft die Methode der Klasse **`Gear`**



Späte Bindung (Dynamische Bindung)

Späte Bindung

Erst zur Laufzeit wird die Klassenzugehörigkeit der Instanz bestimmt.

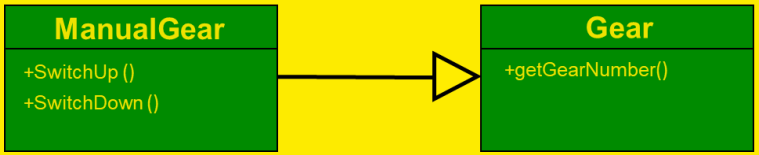
Beispiel

```
ManualGear g = new ManualGear();
g.SwitchUp();
```

ruft die Methode der Klasse **`ManualGear`**

```
Gear g = new ManualGear();
g.SwitchUp();
```

ruft ebenfalls Methode von **`ManualGear`**



Bindung

Späte Bindung wird nicht von allen Sprachen unterstützt

standardmäßig wird eine Methode statisch gebunden

dynamisch zu bindende Methoden werden durch ein spezielles Schlüsselwort (meist **`virtual`**) gekennzeichnet

➢ ‚virtuelle Methoden‘

In JAVA sind alle Methoden ‚virtual‘

Beispiel: Bindung

Beispiel in C++

```
class Gear {
   Init();
   virtual SwitchUp() { ... };
}
class ManualGear : Gear {
   Init();
   virtual SwitchUp() { ... };
}
Gear g = new ManualGear();

g.Init();     // Gear::Init
g.SwitchUp();  // ManualGear::SwitchUp
```

C++:

Beispiel 1

ein Verfahren zum Lösen von Gleichungssystemen

$$A\ x = b$$

wird implementiert.

Ist A dünn besetzt, so werden die *nicht-0 Elemente* **normalerweise als Liste abgelegt**, um Speicherplatz zu sparen

- der Löser müsste *neu implementiert* werden

Beispiel 2

die Neuimplementation des Lösers ist *nicht nötig*, wenn der Löser erklärt wird über:

```
class Matrix {
   int n, m;
   Datatype data[maxz][maxs];
   virtual real Get(int z,int s);
   virtual void Set(int z,int s,real v);
 }
```

```
Matrix Solver(Matrix A, Matrix b);
```

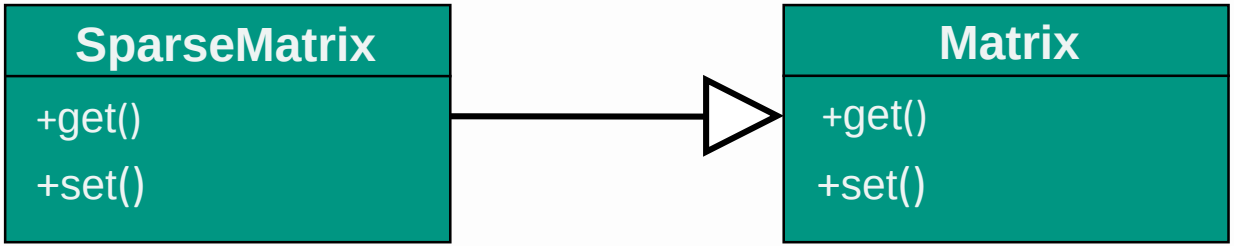
Beispiel 3

```
Matrix Solver(Matrix A, Matrix b) {
 int i, j, k;
 real f;
 Matrix x = new Matrix();
 for (k = 0; k < A.n; k++) {
   if (abs(A.Get(k, k)) < eps) swap();
   for (i = k+1; i < A.n; i++) {
     f=A.Get(i,k)/A.Get(k,k);
     for (j = k+1; j < A.m; j++) {
       A.Set(i, j, A.Get(i, j) - f*A.Get(k, j));
       b.Set(i, b.Get(i) – f * b.Get(k));
     }
   }
   ... return x;
 }
}
```

Beispiel 4

eine dünn besetzte Matrix kann dann z.B. erklärt werden als:

```
class SparseMatrix : Matrix {
   int n, m;
   Datalist data;
   virtual real Get(int z, int s);
   virtual void Set(int z, int s, real v);
}
```



Beispiel 5

der Löser kann auch dann auf **`SparseMatrix`**-Objekte angewandt werden, obwohl sein Quelltext nicht verfügbar ist (Bibliothek)

```
Matrix A = new SparseMatrix();
Matrix b = new Matrix();
Matrix x;

...

x=Solver(A, b);
```

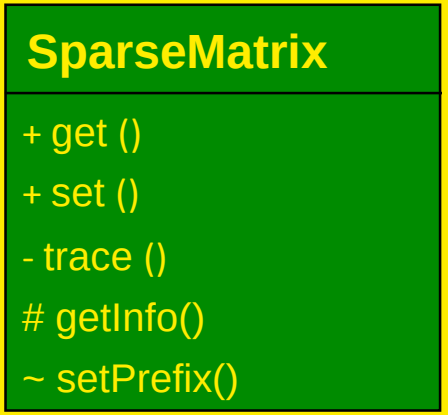
Sichtbarkeit

Scopes

Public (+)
- Für alle sichtbar

Protected (#)
- Innerhalb Vererbungslinie sichtbar
- Nicht alle OO-Sprachen

Private (-)
- Nach außen nicht sichtbar, nur innerhalb deklarierender Klasse
- Variablen-Zugriff nur über separate Methoden
- *Anm*: in C++ mittels **friend** trotzdem direkter Zugriff erlaubt



Package (~)
- Innerhalb des gleichen Paketes wie public

Sichtbarkeit

```
class Fahrzeug {
  public String Hersteller;
  protected int Hubraum;
  public int Leistung;
  private String SchluesselNr;
  public void fahren();
  public void anhalten();
  void nurInDiesemPaketPublic();
}
```

Package protected

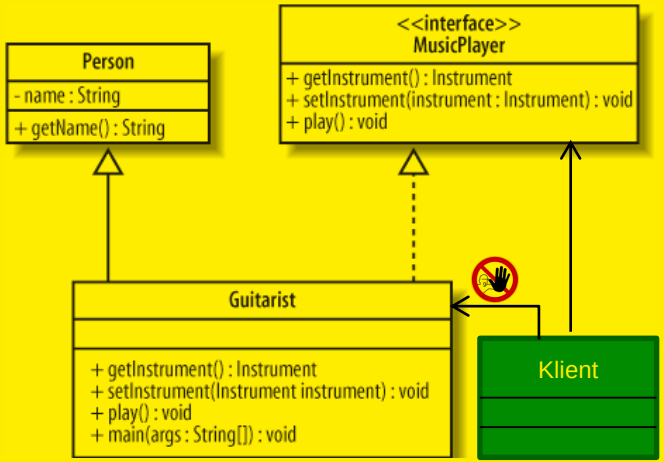
Kapselung

Interface einer Klasse

- Interface = Schnittstelle
- ***Kontrakt***: „*Was kann ich von einer Klasse erwarten?*“
- Enthält nur Methoden und Attribute, die von außen zugreifbar sind

Vorteile

- Verteiltes Entwickeln
- Übersichtlichkeit



Kapselung

Ermöglicht Austausch von Klassen
durch ‚bessere‘ Varianten und Versionen

Klassenattribute und Klassenmethoden

Klassenattribute existieren für alle Objekte der Klasse nur einmal gemeinsam.

Beispiel

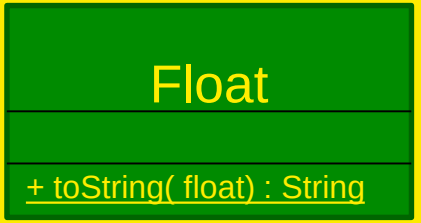
Anzahl der Instanzen einer Klasse kann als Attribut der Klasse aufgefasst werden

Global zu definierende Werte, z.B. Farben:

```
Color.red wobei Color eine Klasse ist

public final static Color red = new Color(255,0,0);

Color x = Color.red;
```

Klassenattribute und Klassenmethoden

Klassenmethoden als eine Art Funktionsbibliothek



Beispiel

Umwandlung von **`float`** in **`String`:**

```
String st = Float.toString(12.24);
```

Zusammenfassung OO

Abstrakter Datentyp
- Arten
- Zugeordnete Operationen

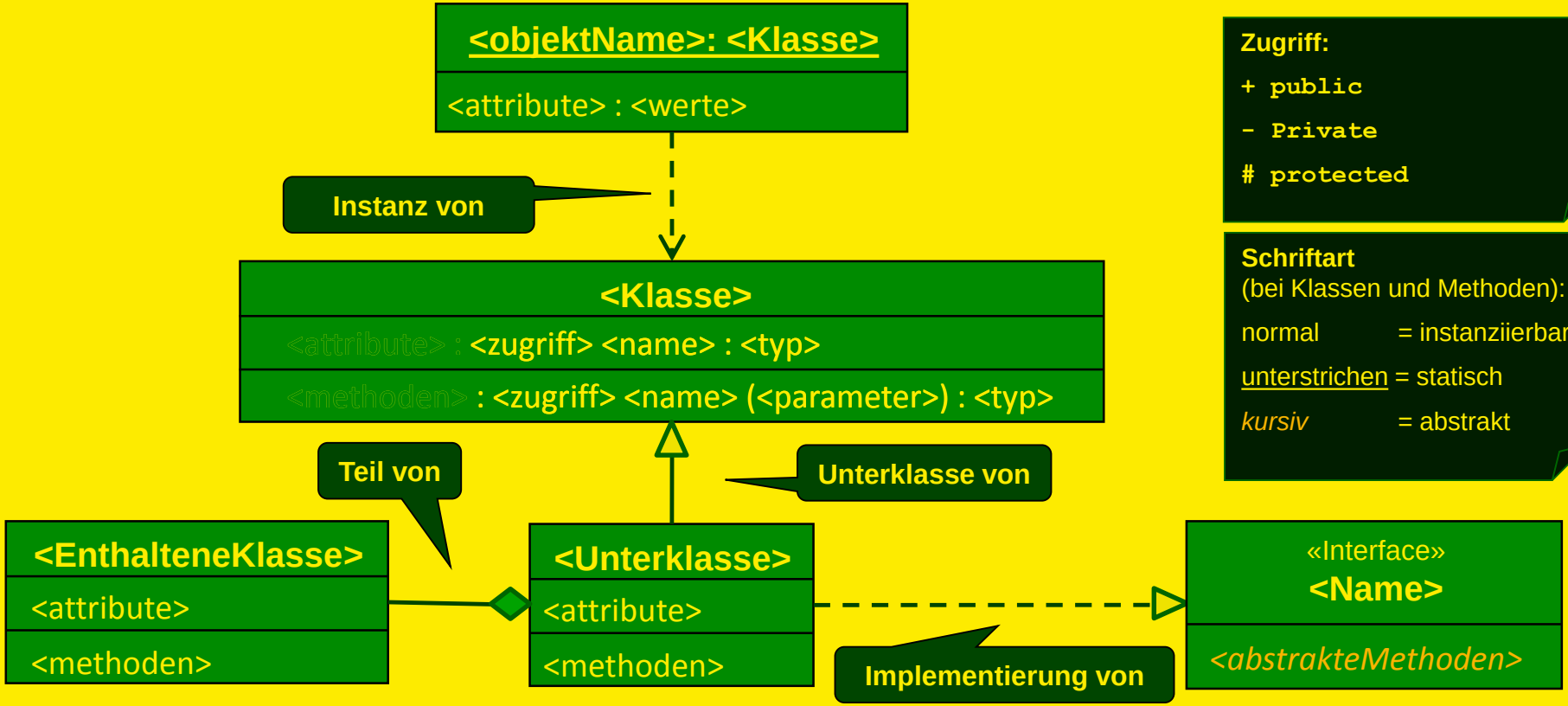
Vererbung
- einfach
- mehrfach

Klassenkonzept
- Klasse
- Instanz
- Objekt

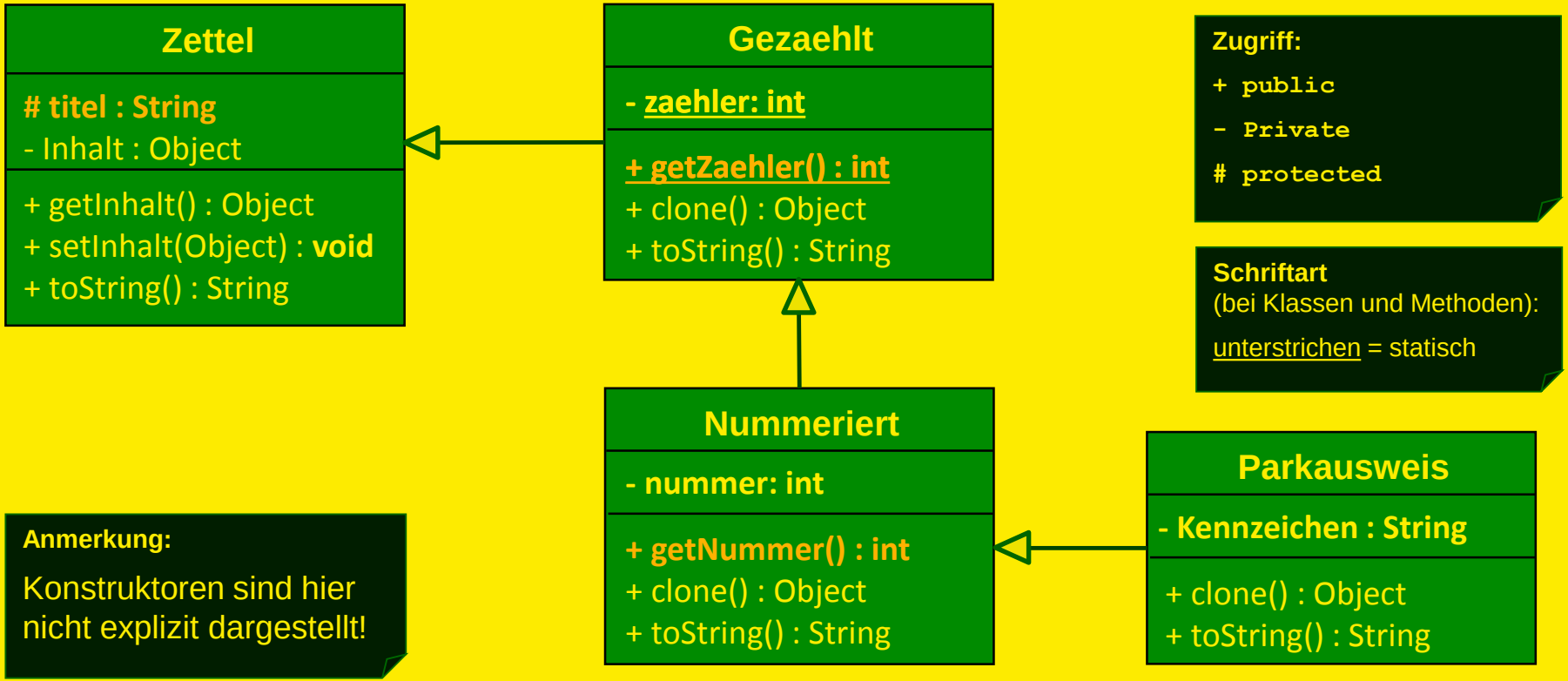
Polymorphie

Bindung
- statische, späte
- virtuelle Methode

Zusammenfassung: UML-Elemente



Beispiel: Parkausweis

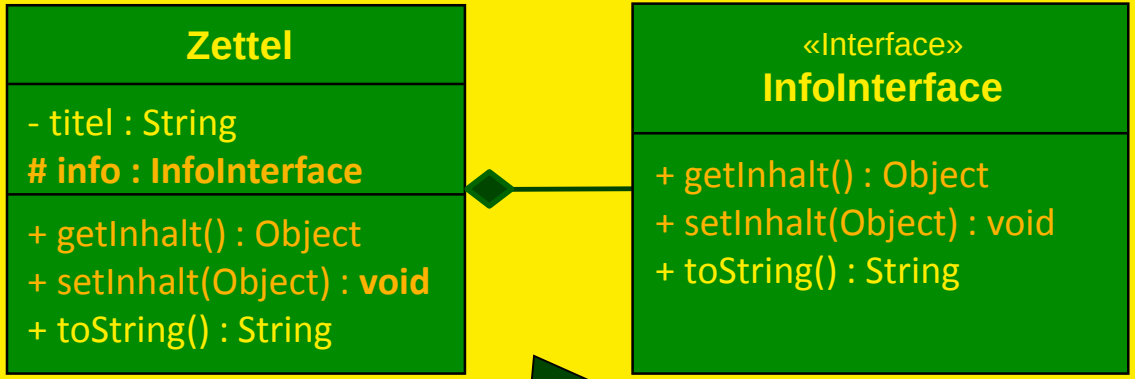


Delegation in UML

Delegation

zuvor	`Zettel.getInhalt()`
jetzt	`Zettel.info.getInhalt()`

Partner `info` leistet die Arbeit

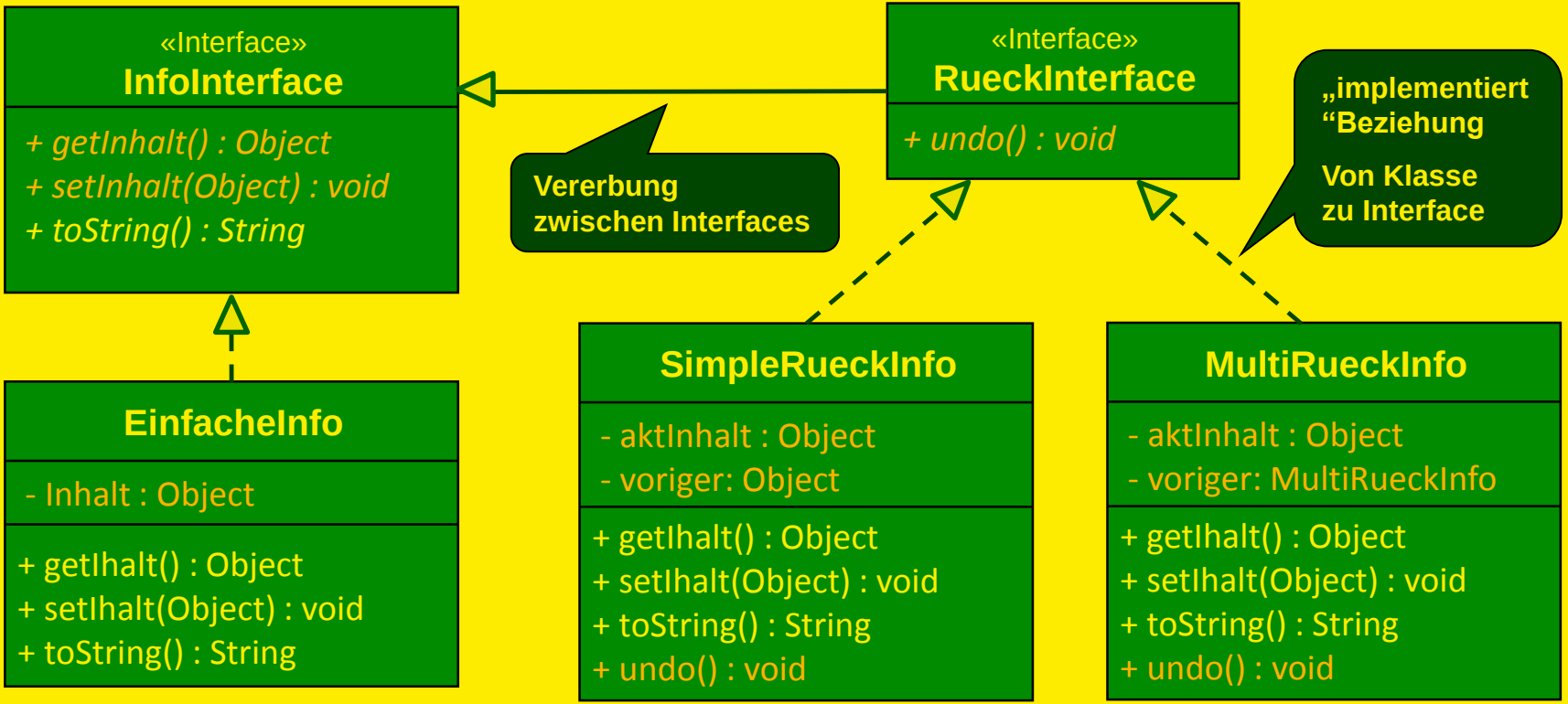


„enthält“-Beziehung

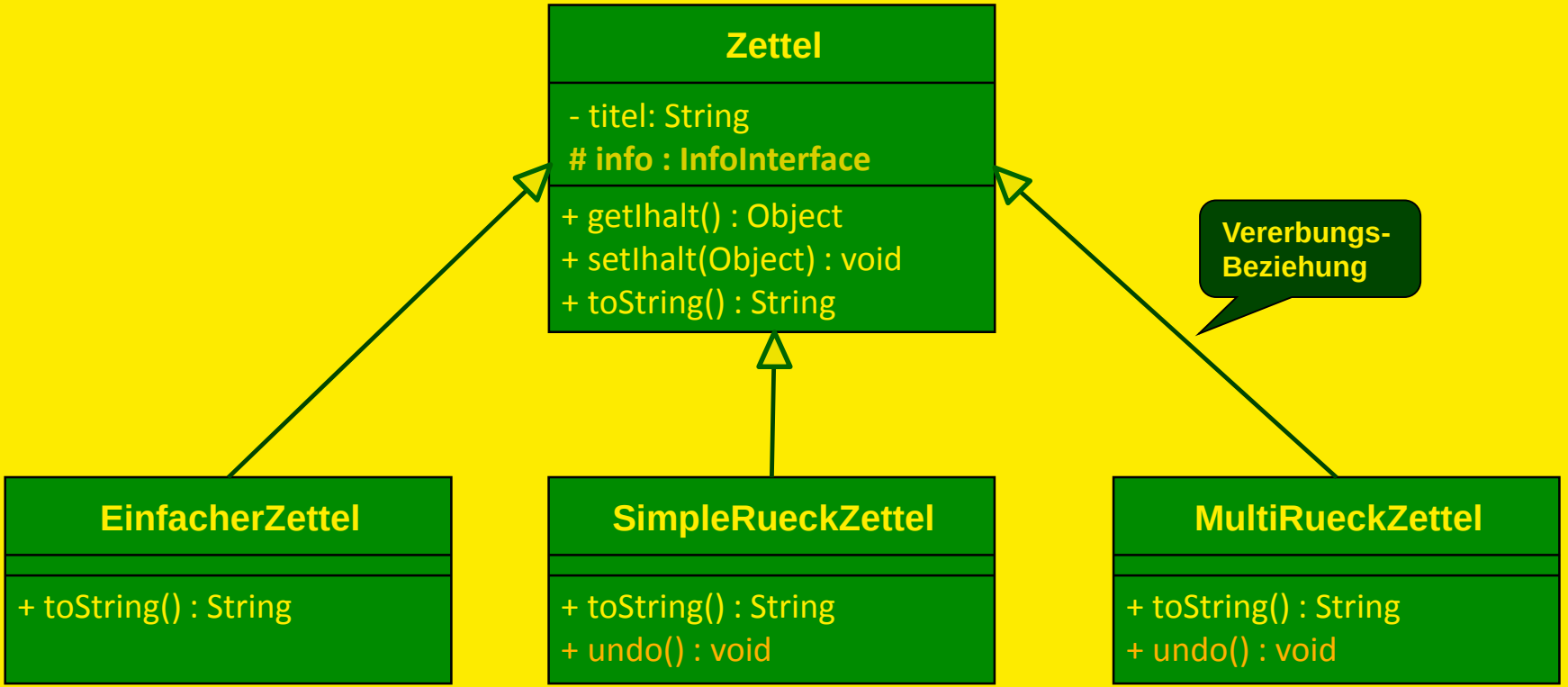
Hier: **Komposition**

Sonst meist: **Aggregation**

Info-Anpassungen (Implementierung)



Zettel-Anpassungen (Reimplementierung)



*Halb*richtig oder falsch?

? Java lässt keine eigenen Typdefinitionen zu.

? Daten sind Variablen.

? Objekte und Instanzen sind Teile einer Klasse.

? Objekte/Instanzen sind die einzelnen Variablen der jeweiligen Klasse.

? Die Klasse beinhaltet Variablen und Methoden. Diese Variablen gehören zur gesamten Klasse und nicht zu der Instanz der Klasse.

? Das **`Institut für Technik der Informationsverarbeitung`** ist ein Objekt der Klasse **`Uni`**.

? Mit einem Konstruktor legt man ein Objekt in der **`main`**-Methode an.

Fragen?

UML Symbole