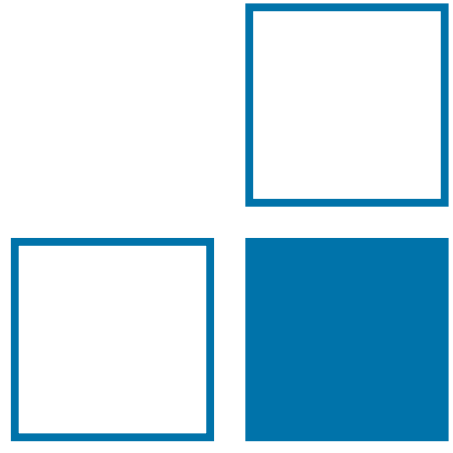
Physikalisch-Technische Bundesanstalt
Braunschweig und Berlin
Nationales Metrologieinstitut

Wissenschaftliche Softwareentwicklung

10. Objektorientierte Programmierung (OOP)



Till Biskup

30.10.2023

Zentrale Aspekte

- OOP ist eine Abstraktion, die die Abbildung realer Probleme auf Code stark vereinfachen kann.

Zentrale Aspekte

- OOP ist eine Abstraktion, die die Abbildung realer Probleme auf Code stark vereinfachen kann.
- OOP erfordert ein grundlegendes Umdenken verglichen mit anderen Programmierparadigmen.

Zentrale Aspekte

- OOP ist eine Abstraktion, die die Abbildung realer Probleme auf Code stark vereinfachen kann.
- OOP erfordert ein grundlegendes Umdenken verglichen mit anderen Programmierparadigmen.
- Richtig eingesetzt erleichtert OOP die Erstellung modularen, robusten und wiederverwendbaren Codes.

Zentrale Aspekte

- OOP ist eine Abstraktion, die die Abbildung realer Probleme auf Code stark vereinfachen kann.
- OOP erfordert ein grundlegendes Umdenken verglichen mit anderen Programmierparadigmen.
- Richtig eingesetzt erleichtert OOP die Erstellung modularen, robusten und wiederverwendbaren Codes.
- Objektorientierte und strukturierte Programmierung schließen sich nicht gegenseitig aus.

Zentrale Aspekte

- OOP ist eine Abstraktion, die die Abbildung realer Probleme auf Code stark vereinfachen kann.
- OOP erfordert ein grundlegendes Umdenken verglichen mit anderen Programmierparadigmen.
- Richtig eingesetzt erleichtert OOP die Erstellung modularen, robusten und wiederverwendbaren Codes.
- Objektorientierte und strukturierte Programmierung schließen sich nicht gegenseitig aus.
- Die Kernaspekte von OOP sind Kapselung, Vererbung und Polymorphie.

Übersicht

Warum objektorientiert programmieren?
Ein paar Gründe

- intellektuelle Beherrschbarkeit komplexer Fragestellungen
  - Motivation hinter (fast) allen Programmierkonzepten
  - durch Einschränkung der Freiheiten des Programmierers

Warum objektorientiert programmieren?
Ein paar Gründe

- intellektuelle Beherrschbarkeit komplexer Fragestellungen
  - Motivation hinter (fast) allen Programmierkonzepten
  - durch Einschränkung der Freiheiten des Programmierers
- Abstraktion
  - OOP erleichtert die Abbildung der Realität auf Code.
  - Konzept des Objektes realitätsnah und sehr mächtig

Warum objektorientiert programmieren?
Ein paar Gründe

- intellektuelle Beherrschbarkeit komplexer Fragestellungen
  - Motivation hinter (fast) allen Programmierkonzepten
  - durch Einschränkung der Freiheiten des Programmierers
- Abstraktion
  - OOP erleichtert die Abbildung der Realität auf Code.
  - Konzept des Objektes realitätsnah und sehr mächtig
- modularer, robuster, wiederverwendbarer Code
  - Modularität inhärent in OOP
  - Wiederverwendbarkeit durch zentrale Konzepte der OOP

Warum objektorientiert programmieren?
Ein paar Gründe

- intellektuelle Beherrschbarkeit komplexer Fragestellungen
  - Motivation hinter (fast) allen Programmierkonzepten
  - durch Einschränkung der Freiheiten des Programmierers
- Abstraktion
  - OOP erleichtert die Abbildung der Realität auf Code.
  - Konzept des Objektes realitätsnah und sehr mächtig
- modularer, robuster, wiederverwendbarer Code
  - Modularität inhärent in OOP
  - Wiederverwendbarkeit durch zentrale Konzepte der OOP
- zentrale Konzepte leicht umsetzbar
  - automatisierte Tests (Unittests)
  - Modularität und Wiederverwendbarkeit

Warum objektorientiert programmieren?
Ein paar Gründe

- intellektuelle Beherrschbarkeit komplexer Fragestellungen
  - Motivation hinter (fast) allen Programmierkonzepten
  - durch Einschränkung der Freiheiten des Programmierers
- Abstraktion
  - OOP erleichtert die Abbildung der Realität auf Code.
  - Konzept des Objektes realitätsnah und sehr mächtig
- modularer, robuster, wiederverwendbarer Code
  - Modularität inhärent in OOP
  - Wiederverwendbarkeit durch zentrale Konzepte der OOP
- zentrale Konzepte leicht umsetzbar
  - automatisierte Tests (Unittests)
  - Modularität und Wiederverwendbarkeit

☛ hier: um wissenschaftlichen Ansprüchen zu genügen

Übersicht

Paradigmenwechsel
Eine grundlegend andere Art zu denken

These

Objektorientierte Programmierung erfordert eine *grundlegend andere Art zu denken* als rein strukturierte Programmierung.

Paradigmenwechsel
Eine grundlegend andere Art zu denken

These

Objektorientierte Programmierung erfordert eine *grundlegend andere Art zu denken* als rein strukturierte Programmierung.

- Ein grundlegendes Verständnis der OOP-Konzepte ist Voraussetzung für einen gewinnbringenden Einsatz.
- Details der Implementierung können unterschiedlich sein, die grundlegenden Konzepte sind (fast) immer identisch.

Paradigmenwechsel
Eine grundlegend andere Art zu denken

These

Objektorientierte Programmierung erfordert eine *grundlegend andere Art zu denken* als rein strukturierte Programmierung.

- Ein grundlegendes Verständnis der OOP-Konzepte ist Voraussetzung für einen gewinnbringenden Einsatz.
- Details der Implementierung können unterschiedlich sein, die grundlegenden Konzepte sind (fast) immer identisch.

☛ Nachfolgend sollen die Grundkonzepte vorgestellt werden.

☛ Details je nach Programmiersprache unterschiedlich

Paradigmenwechsel
Zwei zentrale Aspekte objektorientierter Programmierung

- Objekt
  - Eigenschaften (Daten, Variablen) und Verhalten (Funktionen) bilden eine untrennbare Einheit.
  - vertrautes Konzept aus dem täglichen Erleben
  - ermöglicht eine wirkmächtige Abstraktion:
    direkt auf reale Probleme und Fragestellungen anwendbar

Paradigmenwechsel
Zwei zentrale Aspekte objektorientierter Programmierung

- Objekt
  - Eigenschaften (Daten, Variablen) und Verhalten (Funktionen) bilden eine untrennbare Einheit.
  - vertrautes Konzept aus dem täglichen Erleben
  - ermöglicht eine wirkmächtige Abstraktion: direkt auf reale Probleme und Fragestellungen anwendbar
- Kapselung
  - Nur das Objekt selbst darf auf seine Daten zugreifen.
  - Zugriff von außen nur über Methoden des Objektes
  - stellt konsistenten Zustand des Objektes sicher
  - sollte unabhängig von der eingesetzten Sprache in jedem Fall konsequent umgesetzt werden

Paradigmenwechsel
Zwei zentrale Aspekte objektorientierter Programmierung

- Objekt
  - Eigenschaften (Daten, Variablen) und Verhalten (Funktionen) bilden eine untrennbare Einheit.
  - vertrautes Konzept aus dem täglichen Erleben
  - ermöglicht eine wirkmächtige Abstraktion: direkt auf reale Probleme und Fragestellungen anwendbar
- Kapselung
  - Nur das Objekt selbst darf auf seine Daten zugreifen.
  - Zugriff von außen nur über Methoden des Objektes
  - stellt konsistenten Zustand des Objektes sicher
  - sollte unabhängig von der eingesetzten Sprache in jedem Fall konsequent umgesetzt werden

☞ Kapselung schränkt den Zugriff auf Variablen und Funktionen ein und sorgt so für Entkopplung, Modularität und Konsistenz.

Übersicht

Objekt (*object*)

(grundlegender) Baustein eines objektorientierten Programms besteht aus den Daten *und* dem zugehörigen Verhalten

Objekt (*object*)

(grundlegender) Baustein eines objektorientierten Programms
besteht aus den Daten *und* dem zugehörigen Verhalten

Daten	Attribute (*attributes*) Variablen beliebigen Datentyps
Verhalten	Methoden (*methods*) Funktionen/Routinen, die auf den Daten arbeiten

Objekt (*object*)

(grundlegender) Baustein eines objektorientierten Programms besteht aus den Daten *und* dem zugehörigen Verhalten

Daten	Attribute (*attributes*) Variablen beliebigen Datentyps
Verhalten	Methoden (*methods*) Funktionen/Routinen, die auf den Daten arbeiten

- Objekte werden innerhalb einer Anwendung erzeugt und existieren nur über die Laufzeit der Anwendung.

Klasse (*class*)

Blaupause für die Erzeugung eines Objektes
Definition der Daten (Attribute) und des Verhaltens (Methoden)

Klasse (*class*)

Blaupause für die Erzeugung eines Objektes
Definition der Daten (Attribute) und des Verhaltens (Methoden)

- Klassen erweitern die Datentypen einer Sprache.
- Jedes Objekt gehört zu einer Klasse (Typ).
- Normalerweise muss ein Objekt erzeugt werden, um auf Attribute und Methoden zugreifen zu können.

Klasse (*class*)

Blaupause für die Erzeugung eines Objektes
Definition der Daten (Attribute) und des Verhaltens (Methoden)

- Klassen erweitern die Datentypen einer Sprache.
- Jedes Objekt gehört zu einer Klasse (Typ).
- Normalerweise muss ein Objekt erzeugt werden, um auf Attribute und Methoden zugreifen zu können.

☛ Metapher vom Backen:
Klassen sind die Ausstecher, Objekte die Plätzchen.

Kontext (*scope*)

Kontrolle des Zugriffs auf Variablen und Routinen

Kontext (*scope*)

Kontrolle des Zugriffs auf Variablen und Routinen

Kontext in der OOP:

public	Jeder hat lesenden und schreibenden Zugriff.
protected	Zugriff nur für die aktuelle und abgeleitete Klassen
private	Nur die jeweilige Klasse/das Objekt hat Zugriff.

Kontext (*scope*)

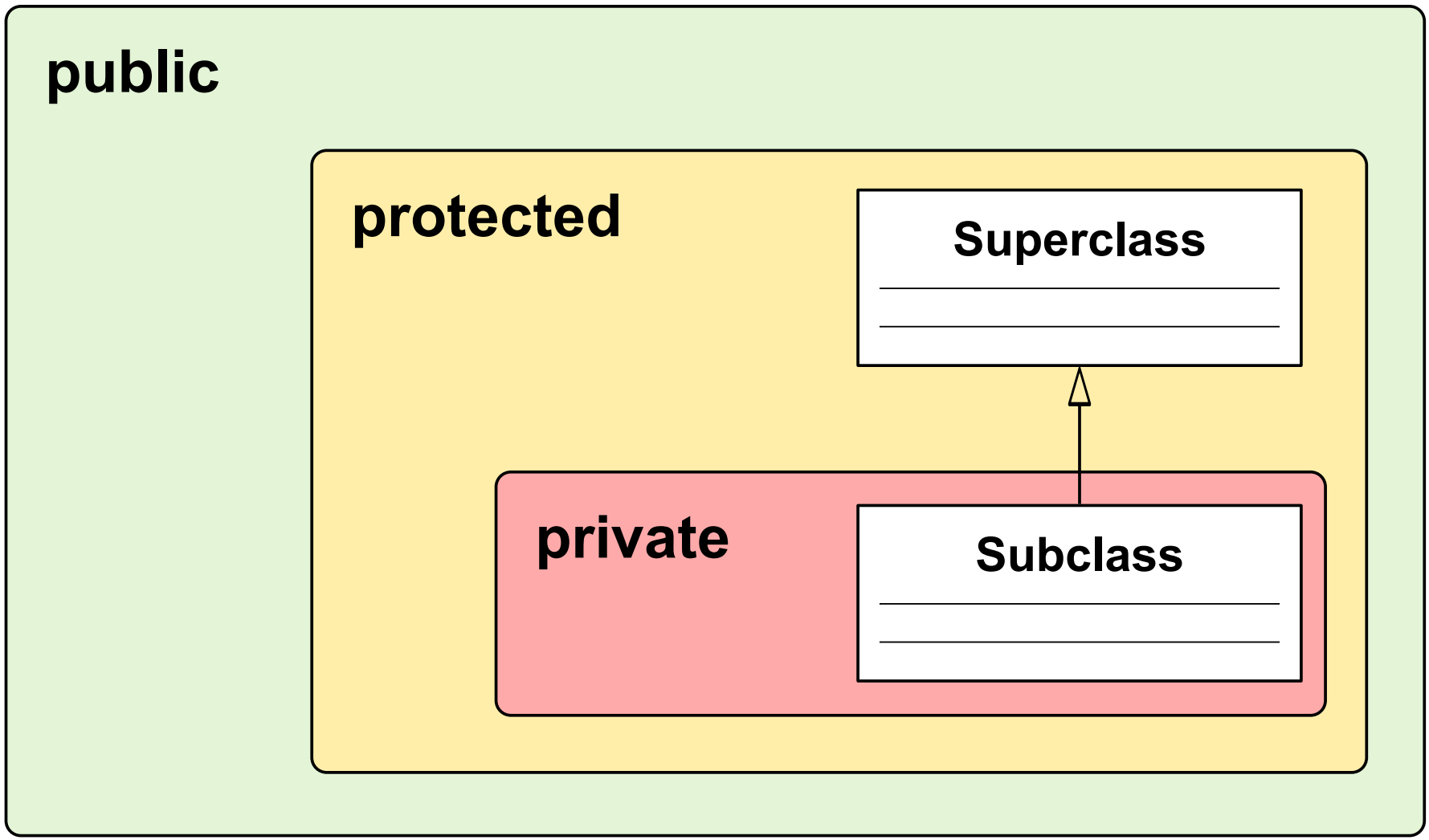
Kontrolle des Zugriffs auf Variablen und Routinen

Kontext in der OOP:

public	Jeder hat lesenden und schreibenden Zugriff.
protected	Zugriff nur für die aktuelle und abgeleitete Klassen
private	Nur die jeweilige Klasse/das Objekt hat Zugriff.

- meist sowohl für Attribute als auch für Methoden angebbar
- nicht von jeder Programmiersprache voll unterstützt

Grundlagen: Kontext
Ein Schaubild zur Verdeutlichung



Konstituierend

- Kapselung (*encapsulation*)
- Vererbung (*inheritance*)
- Polymorphie (*polymorphism*)

Konstituierend

- Kapselung (*encapsulation*)
- Vererbung (*inheritance*)
- Polymorphie (*polymorphism*)

Zusätzlich

- Zusammensetzung (*composition*)

Konstituierend

- Kapselung (*encapsulation*)
- Vererbung (*inheritance*)
- Polymorphie (*polymorphism*)

Zusätzlich

- Zusammensetzung (*composition*)

☛ Eine Programmiersprache gilt nur dann als objektorientiert, wenn sie die ersten drei Konzepte implementiert.

Kapselung (*encapsulation*)

Ein Objekt enthält Daten *und* zugehöriges Verhalten
und kann beides nach Belieben vor anderen Objekten verstecken.

Kapselung (*encapsulation*)

Ein Objekt enthält Daten *und* zugehöriges Verhalten
und kann beides nach Belieben vor anderen Objekten verstecken.

- Normalfall: alle Attribute eines Objektes sind privat
  - Nur die Methoden des Objektes haben Zugriff.

Kapselung (*encapsulation*)

Ein Objekt enthält Daten *und* zugehöriges Verhalten
und kann beides nach Belieben vor anderen Objekten verstecken.

- Normalfall: alle Attribute eines Objektes sind privat
  - Nur die Methoden des Objektes haben Zugriff.
- Nutzer kennt nur die Signatur der Methoden/Objekte
  - Signatur: Namen und Parameter der Methoden
  - konkrete Implementierung irrelevant (*separation of concerns*)

Kapselung (*encapsulation*)

Ein Objekt enthält Daten *und* zugehöriges Verhalten
und kann beides nach Belieben vor anderen Objekten verstecken.

- Normalfall: alle Attribute eines Objektes sind privat
  - Nur die Methoden des Objektes haben Zugriff.
- Nutzer kennt nur die Signatur der Methoden/Objekte
  - Signatur: Namen und Parameter der Methoden
  - konkrete Implementierung irrelevant (*separation of concerns*)
- nur so viele öffentliche Methoden wie notwendig
  - Sparsamkeitsprinzip: Implementation verstecken
  - erleichtert die Wiederverwendbarkeit

Grundparadigma der Kapselung

Jedes Objekt ist für sich selbst verantwortlich.
Der Zugriff erfolgt nur über die öffentlichen Methoden des Objektes.

Grundparadigma der Kapselung

Jedes Objekt ist für sich selbst verantwortlich.
Der Zugriff erfolgt nur über die öffentlichen Methoden des Objektes.

Warum ist Kapselung so wichtig?

- Grundlage der Modularität und Austauschbarkeit
- Voraussetzung für die anderen OOP-Konzepte:
  Vererbung, Polymorphie, Zusammensetzung

Grundparadigma der Kapselung

Jedes Objekt ist für sich selbst verantwortlich.
Der Zugriff erfolgt nur über die öffentlichen Methoden des Objektes.

Warum ist Kapselung so wichtig?

- Grundlage der Modularität und Austauschbarkeit
- Voraussetzung für die anderen OOP-Konzepte: Vererbung, Polymorphie, Zusammensetzung

☞ sorgt für strikte Trennung zwischen Schnittstelle (*interface*) und Implementierung

Vererbung (*inheritance*)

Eine Klasse kann von einer anderen Klasse erben und aus den Attributen und Methoden der Superklasse Nutzen ziehen.

Vererbung (*inheritance*)

Eine Klasse kann von einer anderen Klasse erben und aus den Attributen und Methoden der Superklasse Nutzen ziehen.

- zentrales Konzept für die Wiederverwendung von Code

Vererbung (*inheritance*)

Eine Klasse kann von einer anderen Klasse erben und aus den Attributen und Methoden der Superklasse Nutzen ziehen.

- zentrales Konzept für die Wiederverwendung von Code
- Superklassen implementieren nur das Notwendigste (den kleinsten gemeinsamen Nenner).

Vererbung (*inheritance*)

Eine Klasse kann von einer anderen Klasse erben und aus den Attributen und Methoden der Superklasse Nutzen ziehen.

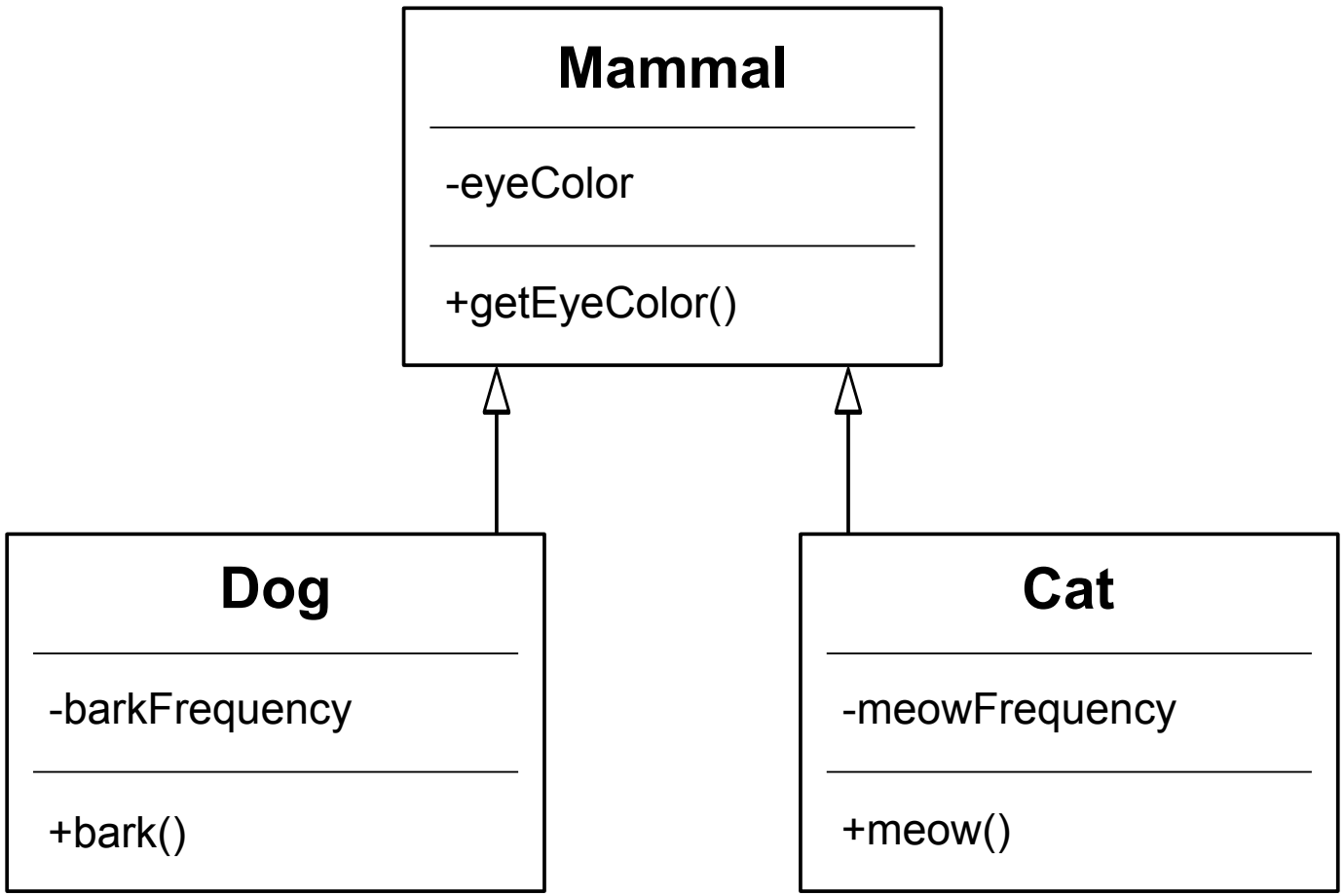
- zentrales Konzept für die Wiederverwendung von Code
- Superklassen implementieren nur das Notwendigste (den kleinsten gemeinsamen Nenner).
- Erben von mehr als einer Klasse (*multiple inheritance*)
  - nicht von allen Programmiersprachen unterstützt
  - Alternative: Schnittstellen-Klassen (*interfaces*)

Vererbung (*inheritance*)

Eine Klasse kann von einer anderen Klasse erben und aus den Attributen und Methoden der Superklasse Nutzen ziehen.

- zentrales Konzept für die Wiederverwendung von Code
- Superklassen implementieren nur das Notwendigste (den kleinsten gemeinsamen Nenner).
- Erben von mehr als einer Klasse (*multiple inheritance*)
  - nicht von allen Programmiersprachen unterstützt
  - Alternative: Schnittstellen-Klassen (*interfaces*)
- Wichtig: Zu lange Stammbäume werden unübersichtlich.

Grundlagen: Vererbung
Ein Schaubild zur Verdeutlichung



Polymorphie (*polymorphism*)

Ähnliche Objekte können auf die gleiche Botschaft
in unterschiedlicher Weise reagieren („Vielgestaltigkeit“).

Polymorphie (*polymorphism*)

Ähnliche Objekte können auf die gleiche Botschaft
in unterschiedlicher Weise reagieren („Vielgestaltigkeit“).

- eng mit Vererbung verknüpft, von zentraler Bedeutung

Polymorphie (*polymorphism*)

Ähnliche Objekte können auf die gleiche Botschaft
in unterschiedlicher Weise reagieren („Vielgestaltigkeit“).

- eng mit Vererbung verknüpft, von zentraler Bedeutung
- Eine Klasse erbt eine Methode von einer Superklasse
  und implementiert die Funktionalität entsprechend.

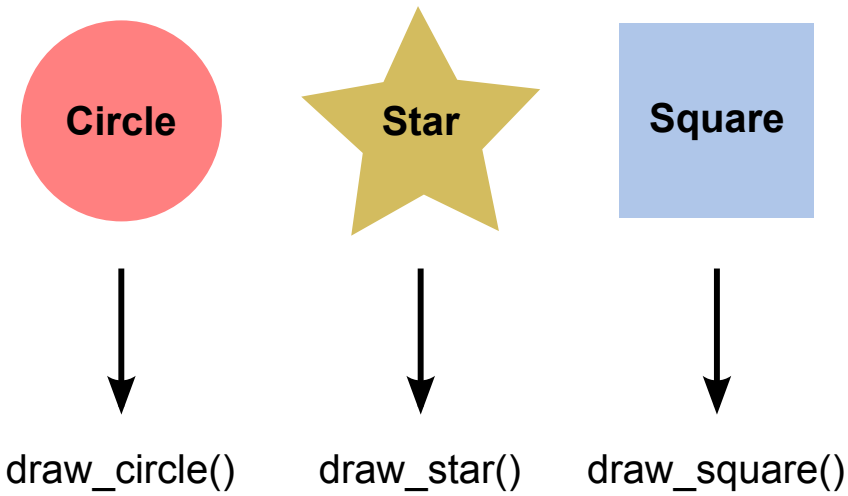
Polymorphie (*polymorphism*)

Ähnliche Objekte können auf die gleiche Botschaft
in unterschiedlicher Weise reagieren („Vielgestaltigkeit“).

- eng mit Vererbung verknüpft, von zentraler Bedeutung
- Eine Klasse erbt eine Methode von einer Superklasse und implementiert die Funktionalität entsprechend.
- hochgradig modular und erweiterbar:
  - Jede Klasse ist für sich selbst verantwortlich.
  - bei neuer Subklasse keine Modifikation der Superklasse
  - Aufruf der Methode bleibt identisch

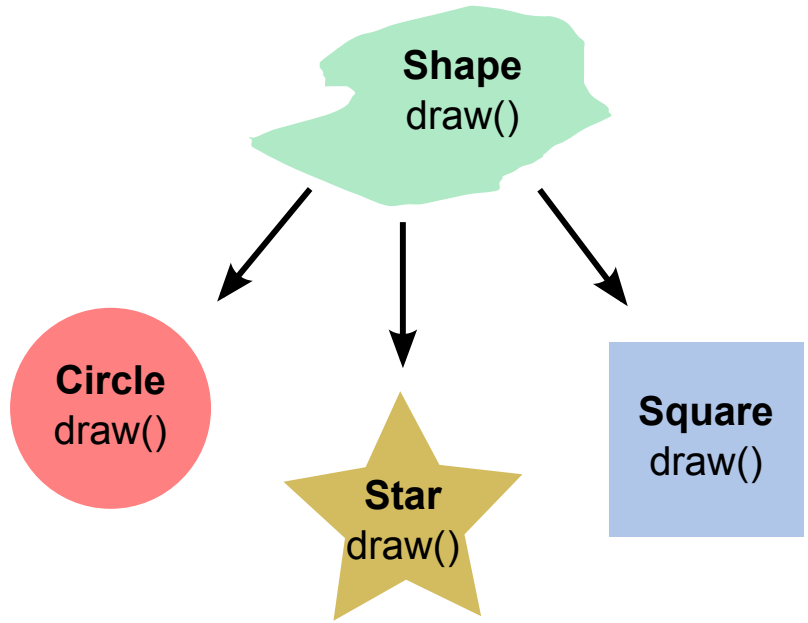
Grundlagen: Polymorphie
Ein Schaubild zur Verdeutlichung

non-OO example



Choose a shape and print

OO example



A shape knows how to print itself

Grundlagen: Polymorphie
Vergleich strukturierter und objektorientierter Programmierung

Listing: Zeichnen unterschiedlicher Formen: strukturiert

```
shape = "star"

if shape == "circle":
    draw_circle()
elif shape == "star":
    draw_star()
elif shape == "square":
    draw_square()
```

☛ Code muss für jede neue Form angepasst werden.

Grundlagen: Polymorphie
Vergleich strukturierter und objektorientierter Programmierung

Listing: Zeichnen unterschiedlicher Formen: strukturiert

```
shape = "star"

if shape == "circle":
    draw_circle()
elif shape == "star":
    draw_star()
elif shape == "square":
    draw_square()
```

☛ Code muss für jede neue Form angepasst werden.

Listing: Zeichnen unterschiedlicher Formen: objektorientiert

```
shape = Star()
shape.draw()
```

☛ Jede Klasse mit einer Methode `draw` kann genutzt werden.

Listing: Zeichnen unterschiedlicher Formen: objektorientiert

```
class Shape():
    def draw(self):
        pass

class Circle(Shape):
    def draw(self):
      # actual drawing of circle

class Star(Shape):
    def draw(self):
      # actual drawing of star

class Square(Shape):
    def draw(self):
      # actual drawing of square

# Instantiate object and call draw method
shape = Star()
shape.draw()
```

☛ Jede Subklasse überschreibt die Methode `draw` der Superklasse.

Zusammensetzung (*composition*)

Ein Objekt ist aus anderen Objekten zusammengesetzt.
Die Objekte können anderweitig vollkommen unabhängig sein.

Zusammensetzung (*composition*)

Ein Objekt ist aus anderen Objekten zusammengesetzt.
Die Objekte können anderweitig vollkommen unabhängig sein.

- zentrales Konzept für die Wiederverwendung von Code

Zusammensetzung (*composition*)

Ein Objekt ist aus anderen Objekten zusammengesetzt.
Die Objekte können anderweitig vollkommen unabhängig sein.

- zentrales Konzept für die Wiederverwendung von Code
- Unterschied zur Vererbung (*inheritance*):
  Wechselwirkung *unabhängiger* Objekte/Klassen

Zusammensetzung (*composition*)

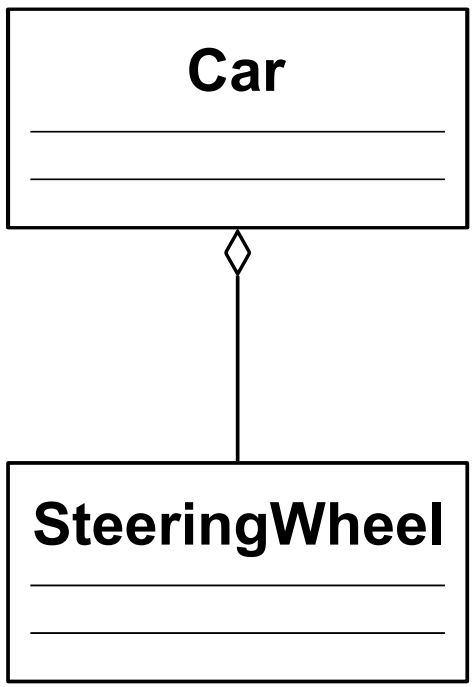
Ein Objekt ist aus anderen Objekten zusammengesetzt.
Die Objekte können anderweitig vollkommen unabhängig sein.

- zentrales Konzept für die Wiederverwendung von Code
- Unterschied zur Vererbung (*inheritance*):
  Wechselwirkung *unabhängiger* Objekte/Klassen
- Zwei Formen:
  - Aggregation (*aggregation*)
  - Assoziation (*association*)

Grundlagen: Zusammensetzung
Ein Schaubild zur Verdeutlichung

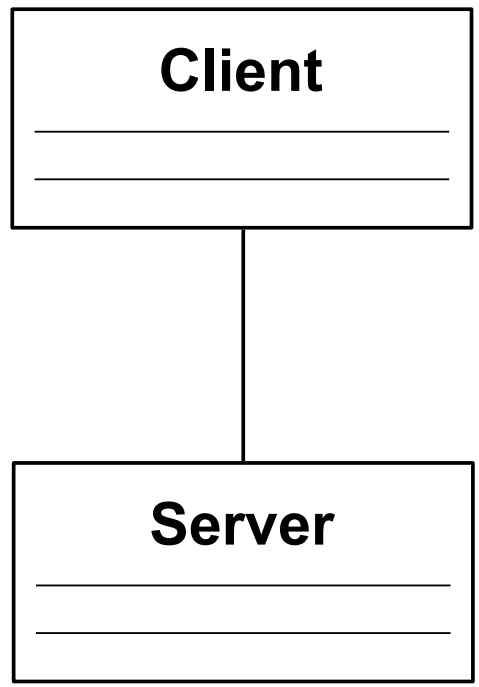
Aggregation

parts of a whole



Association

services provided



Zusammensetzung (*composition*)

- Wechselwirkung zwischen *unabhängigen* Objekten
- Kapselung (*encapsulation*) bleibt voll erhalten.

Zusammensetzung (*composition*)

- Wechselwirkung zwischen *unabhängigen* Objekten
- Kapselung (*encapsulation*) bleibt voll erhalten.

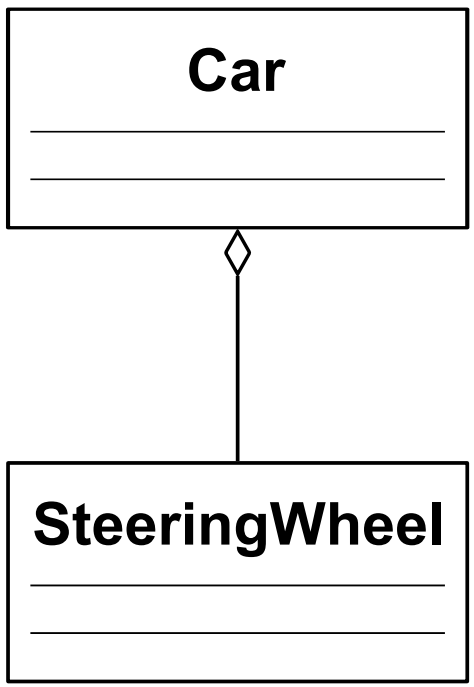
Vererbung (*inheritance*)

- Die Subklasse erbt alle Eigenschaften (Attribute, Methoden) von der Superklasse.
- Die Subklasse ist vom gleichen Typ wie die Superklasse (Grundlage der Polymorphie).
- Änderungen der Superklasse beeinflussen die Subklasse (Kapselung wird entsprechend geschwächt).

Grundlagen: Zusammensetzung und Vererbung
Ein Schaubild zur Verdeutlichung

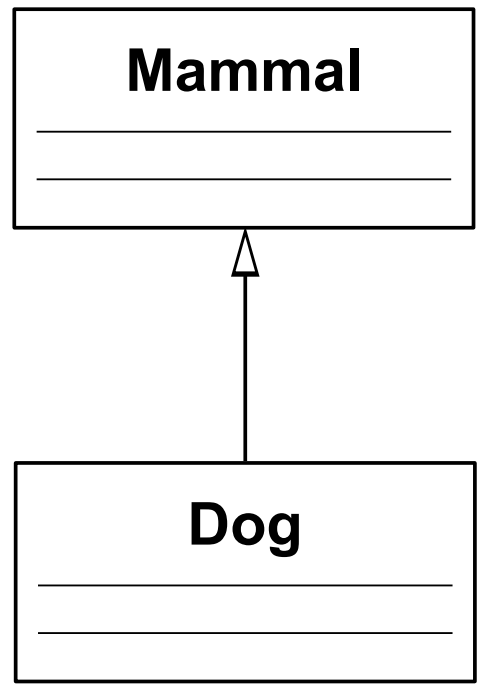
Composition

has-a



Inheritance

is-a



Übersicht

Ausblick: objektorientiertes Design

Grundlagen sind erst der Anfang.

These

Das Verständnis der Grundlagen objektorientierter Programmierung führt nicht automatisch zu gutem, lesbarem
und genauso wenig zu modularem, wiederverwendbarem Code.

Ausblick: objektorientiertes Design
Grundlagen sind erst der Anfang.

These

Das Verständnis der Grundlagen objektorientierter Programmierung führt nicht automatisch zu gutem, lesbarem
und genauso wenig zu modularem, wiederverwendbarem Code.

- Hammer-Nagel-Problem
  - Vererbungshierarchien anfangs oft hoffnungslos komplex

Ausblick: objektorientiertes Design
Grundlagen sind erst der Anfang.

These

Das Verständnis der Grundlagen objektorientierter Programmierung führt nicht automatisch zu gutem, lesbarem
und genauso wenig zu modularem, wiederverwendbarem Code.

- Hammer-Nagel-Problem
  - Vererbungshierarchien anfangs oft hoffnungslos komplex
- Überblick über die Problemstellung verschaffen
  - Eigenschaften und Verhalten von Einheiten
  - liefert Hinweise auf Design von Klassen

Ausblick: objektorientiertes Design

Grundlagen sind erst der Anfang.

These

Das Verständnis der Grundlagen objektorientierter Programmierung führt nicht automatisch zu gutem, lesbarem
und genauso wenig zu modularem, wiederverwendbarem Code.

- Hammer-Nagel-Problem
  - Vererbungshierarchien anfangs oft hoffnungslos komplex
- Überblick über die Problemstellung verschaffen
  - Eigenschaften und Verhalten von Einheiten
  - liefert Hinweise auf Design von Klassen

☛ Ausprobieren! Der erste Entwurf ist nie perfekt.

Ausblick: objektorientiertes Design
Ein paar grundsätzliche Tipps

- Programmierung gegen Schnittstellen (*interfaces*), nicht gegen Implementierungen
  - zentral für die Kapselung und Modularität
  - Voraussetzung: frühe Definition von Schnittstellen

Ausblick: objektorientiertes Design
Ein paar grundsätzliche Tipps

- Programmierung gegen Schnittstellen (*interfaces*), nicht gegen Implementierungen
  - zentral für die Kapselung und Modularität
  - Voraussetzung: frühe Definition von Schnittstellen
- möglichst flache Hierarchien bei der Vererbung
  - Vererbung bricht in gewisser Weise die Kapselung.
  - mögliche Alternativen: Zusammensetzung bzw. Implementierung von Schnittstellen (*interfaces*)

Ausblick: objektorientiertes Design
Ein paar grundsätzliche Tipps

- Programmierung gegen Schnittstellen (*interfaces*), nicht gegen Implementierungen
  - zentral für die Kapselung und Modularität
  - Voraussetzung: frühe Definition von Schnittstellen
- möglichst flache Hierarchien bei der Vererbung
  - Vererbung bricht in gewisser Weise die Kapselung.
  - mögliche Alternativen: Zusammensetzung bzw. Implementierung von Schnittstellen (*interfaces*)
- minimale öffentliche Schnittstelle
  - Kapselung: Verstecken von Daten und Implementierung
  - wesentlich für die Wiederverwendbarkeit

Ausblick: objektorientiertes Design
Ein paar grundsätzliche Tipps

- Programmierung gegen Schnittstellen (*interfaces*), nicht gegen Implementierungen
  - zentral für die Kapselung und Modularität
  - Voraussetzung: frühe Definition von Schnittstellen
- möglichst flache Hierarchien bei der Vererbung
  - Vererbung bricht in gewisser Weise die Kapselung.
  - mögliche Alternativen: Zusammensetzung bzw. Implementierung von Schnittstellen (*interfaces*)
- minimale öffentliche Schnittstelle
  - Kapselung: Verstecken von Daten und Implementierung
  - wesentlich für die Wiederverwendbarkeit

☛ (Entwurfs-)Muster (*design patterns*) setzen genau hier an.

☛ Wird im Abschnitt „Softwarearchitektur“ noch thematisiert.

Zentrale Aspekte

- OOP ist eine Abstraktion, die die Abbildung realer Probleme auf Code stark vereinfachen kann.

Zentrale Aspekte

- OOP ist eine Abstraktion, die die Abbildung realer Probleme auf Code stark vereinfachen kann.
- OOP erfordert ein grundlegendes Umdenken verglichen mit anderen Programmierparadigmen.

Zentrale Aspekte

- OOP ist eine Abstraktion, die die Abbildung realer Probleme auf Code stark vereinfachen kann.
- OOP erfordert ein grundlegendes Umdenken verglichen mit anderen Programmierparadigmen.
- Richtig eingesetzt erleichtert OOP die Erstellung modularen, robusten und wiederverwendbaren Codes.

Zentrale Aspekte

- OOP ist eine Abstraktion, die die Abbildung realer Probleme auf Code stark vereinfachen kann.
- OOP erfordert ein grundlegendes Umdenken verglichen mit anderen Programmierparadigmen.
- Richtig eingesetzt erleichtert OOP die Erstellung modularen, robusten und wiederverwendbaren Codes.
- Objektorientierte und strukturierte Programmierung schließen sich nicht gegenseitig aus.

Zentrale Aspekte

- OOP ist eine Abstraktion, die die Abbildung realer Probleme auf Code stark vereinfachen kann.
- OOP erfordert ein grundlegendes Umdenken verglichen mit anderen Programmierparadigmen.
- Richtig eingesetzt erleichtert OOP die Erstellung modularen, robusten und wiederverwendbaren Codes.
- Objektorientierte und strukturierte Programmierung schließen sich nicht gegenseitig aus.
- Die Kernaspekte von OOP sind Kapselung, Vererbung und Polymorphie.