universitätbonn

Kapitel 5
„Objektorientierte Modellierung“

Stand: 16.11.2018

Zusätzlicher OCL-Link,

Folien zu Ersetzbarkeit (Animal & Food Beispiel),

Zählen von Abhängigkeiten

universitätbonn

5.1 Schnittstellen

5.1.1 Schnittstellenidentifikation: CRC-Karten

5.1.2 Schnittstellenbeschreibung: Syntax → Signaturen

5.1.3 Schnittstellenverfeinerung: Semantik → Design by Contract

universitätbonn

5.1.1 Schnittstellen-Identifikation: CRC-Cards

OO Modellierung: Class-Responsibility-Collaboration (CRC) Karten

- Class
  - Welche Klasse betrachten wir?
- Responsibility
  - Beschreibt die Aufgaben der Klasse
- Collaboration
  - Welche anderen Klassen werden für die Aufgabe gebraucht?
- Nutzen
  - regt Diskussionen an
  - lenkt den Blick auf das Wesentliche
  - Hilft auf Schnittstelle statt Daten zu fokussieren
  - beugt Konzentration von zu vielen Verantwortlichkeiten an einer Stelle vor
- “Schreib nie mehr auf, als auf eine Karte paßt!”
  - eher die Klasse in zwei Klassen / Karten aufteilen!
  - 1 Karte = höchstens DIN A5 groß (halbes DIN A4 Blatt)

Class (Klassen-Name)

Bestellung	
Prüfe ob Artikel auf Lager	Artikel, Lager
Bestimme Preis	Artikel
Prüfe Zahlungseingang	Kunde, Kasse
Ausliefern	Logistik

Responsibility (Aufgaben)

Collaboration (Zusammenarbeit)

Einsatz von CRC-Cards

- Wann
  - in Analyse und früher Design-Phase
- Wozu
  - Identifikation von Klassen, Operationen und „Kollaborations“-Beziehung
  - Einzig relevante Beziehung ist „Kollaboration“ mit anderen Klassen
  - Instanzvariablen werden weitgehend ignoriert
  - Fokus liegt auf Operationen und evtl. den Parametern und Ergebnissen, die sie im Rahmen einer Kollaboration brauchen

CRC-Cards sind sehr hilfreiche für Anfänger in der OO Modellierung, da verhaltenszentriertes Denken gefördert wird!

Fokus auf Schnittstellen
statt auf Instanzvariablen, Aggregationen, Kardinalitäten, ...

Was kommt nach CRC-Cards?

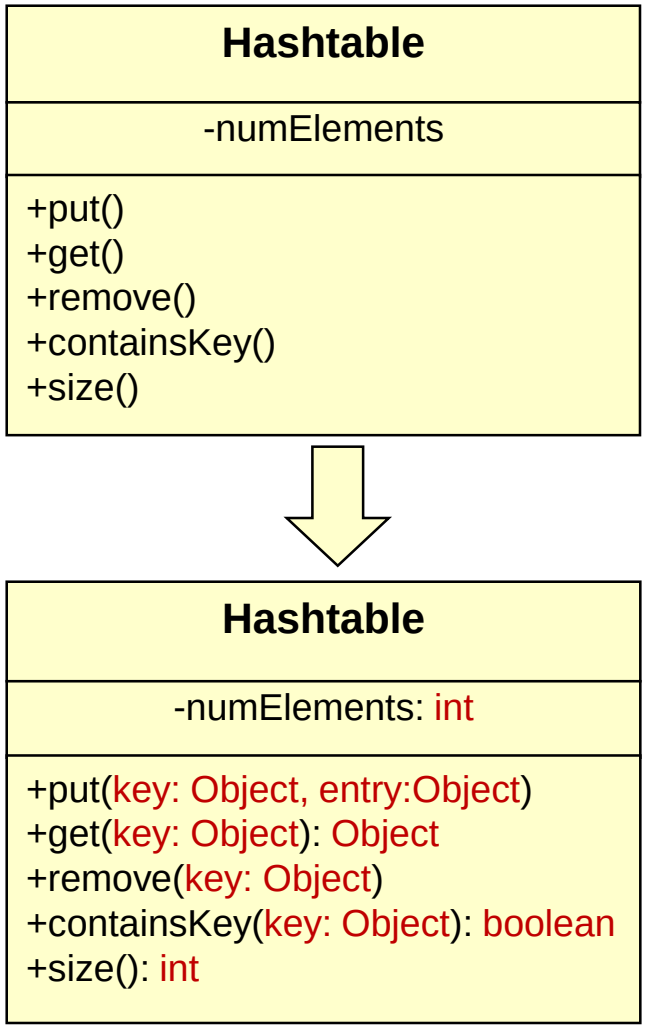
- Ausarbeitung der Beziehungen, Kardinalitäten, ...
  - → Herkömliche Datenmodellierung (IS-Vorlesung)
- Verfeinerung des Verhaltens
  - → Design by Contract
- (Re)Strukturierung des Objektmodells
  - → Objekt-Orientierte Modellierungs-Prinzipien

universitätbonn

5.1.2 Schnittstellen-Spezifikation: Syntax → Signaturen

Spezifikation der Schnittstellen

- In Anforderungsanalyse: Identifikation von
  - Attributen - ohne ihren Typ anzugeben
  - Operationen - ohne ihre Parameter(typen) anzugeben
- Später: Hinzufügen von Typangaben
- Typ
  - Klasse
  - Interface
  - primitiver Typ
- Signatur
  - Methodenname
  - Parametertypen
  - Ergebnistyp(en)



Warum reichen Signaturen nicht aus?

put(key: Object, entry:Object)

- Sie sagen nur etwas darüber, wie man eine Operation aufruft.

- Sie sagen nicht, was die aufgerufene Operation macht.
  - Verhaltenszusicherungen *(Contracts)*

HIER

- Sie unterscheiden nicht verschiedene Aufrufende
  - Zugriffsrechte (=/= Sichtbarkeiten!)

SYSTEMENTWURF

- Sie sagen nicht, was der spezifizierte Typ selber von seiner Umgebung braucht, um die angebotenen Operationen realisieren zu können.
  - Benutzte Schnittstellen (*Required Interfaces*)
- Sie sagen nicht, in welcher Reihenfolge verschiedene Operationen des gleichen Objektes aufgerufen werden müssen.
  - Interaktionsspezifikation (*Behaviour Protocols*)

universitätbonn

5.1.3 Schnittstellen-Spezifikation: Verhalten → "Design by Contract"

Design by Contract (DBC)

- Behauptung (Assertion)
  - Logische Aussage, die wahr sein muss
  - Macht die Annahmen explizit, unter denen ein Design funktioniert
  - Lässt sich automatisch überprüfen

- Vertrag (Contract)
  - Menge aller Assertions, die festlegen, wie zwei Partner interagieren
  - Auftraggeber = aufrufende Operation / Klasse
  - Auftragnehmer = aufgerufene Operation / benutzte Klasse

Design by Contract: Vorbedingungen (‚Preconditions')

- Definition
  - Eine Precondition ist eine Voraussetzungen dafür, dass eine Operation korrekt ausgeführt werden kann
- Technische Realisierung
  - Assertion die wahr sein muss, bevor eine Operation ausgeführt wird.
- Beispiel: Operation "Ziehe die Wurzel einer Zahl"
  - Signatur: squareRoot(input int)
  - Pre-condition: input >= 0
- Verantwortlichkeiten
  - Der aufgerufene Code formuliert die Vorbedingung
  - Der aufrufende Code muss die Einhaltung der Vorbedingung sicherstellen

Design by Contract: Nachbedingung (Postcondition)

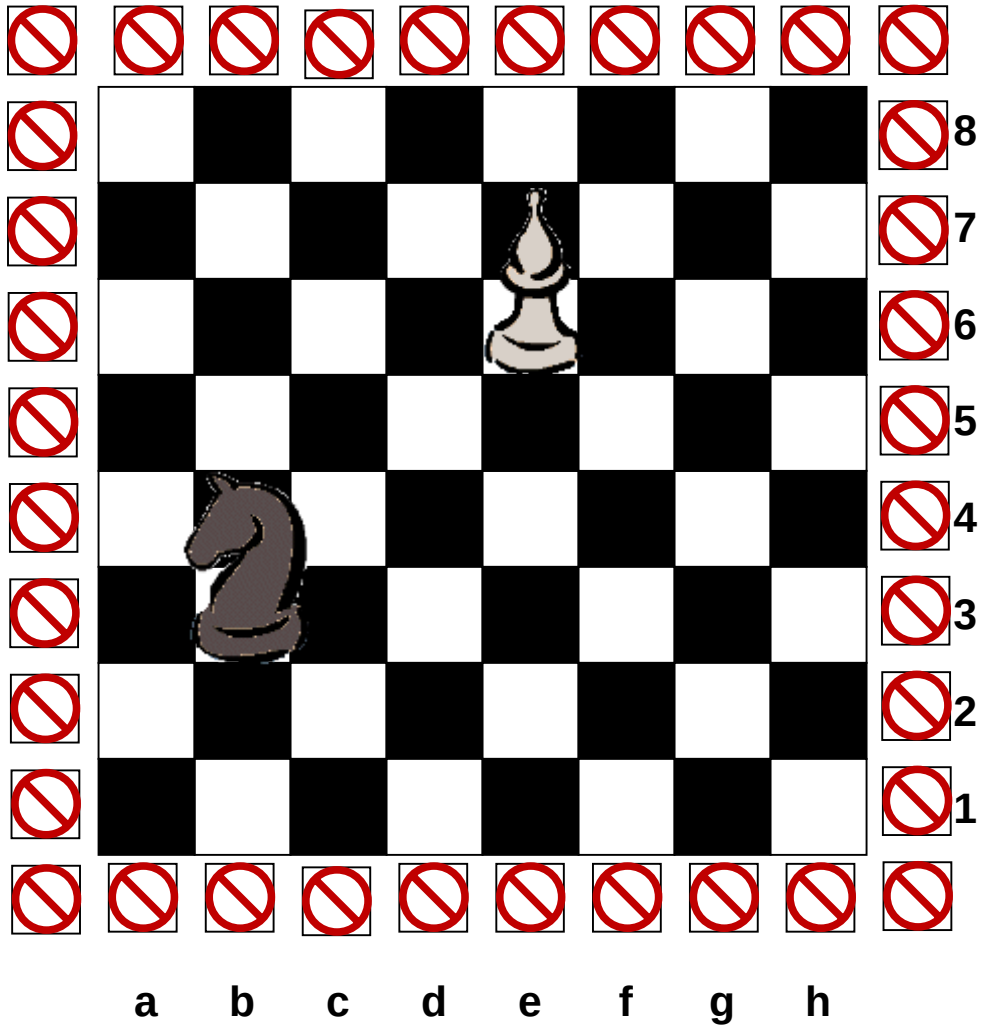
- Definition
  - Postcondition beschreibt deklarativ das Ergebnis eines korrekten Aufrufs
  - Sagt aus, was getan wird, nicht wie es getan wird
- Technische Realisierung
  - Assertion die wahr sein muss, *nachdem* eine Operation ausgeführt wird.
- Beispiel: Operation “Ziehe die Wurzel einer Zahl”
  - Signatur: squareRoot(input i)
  - Post-condition: input = result * result
- Verantwortlichkeiten
  - Der aufgerufene Code formuliert die Nachbedingung
  - Der aufgerufene Code garantiert die Einhaltung der Nachbedingung … aber nur wenn die Vorbedingung wahr ist!

Design by Contract: Klasseninvariante (Class Invariant)

- Definition
  - Invariante beschreibt deklarativ legale Zustände von Instanzen einer Klasse
- Technische Realisierung
  - Assertion die für alle Instanzen einer Klasse immer wahr ist.
- Beispiel: Klasse eines Benutzerkontos
  - Invariante: Der Kontostand ist immer die Summe aller Buchungen
  - "kontostand == summe(buchungen.betrag ())"
- Verwendung
  - Invarianten werden verwendet, um Konsistenzbedingungen zwischen Attributen zu formulieren.
- Verantwortlichkeiten
  - Diese Bedingungen einzuhalten liegt in der gemeinsamen Verantwortlichkeit aller Operationen einer Klasse.

DBC spezifiziert legale Zustände

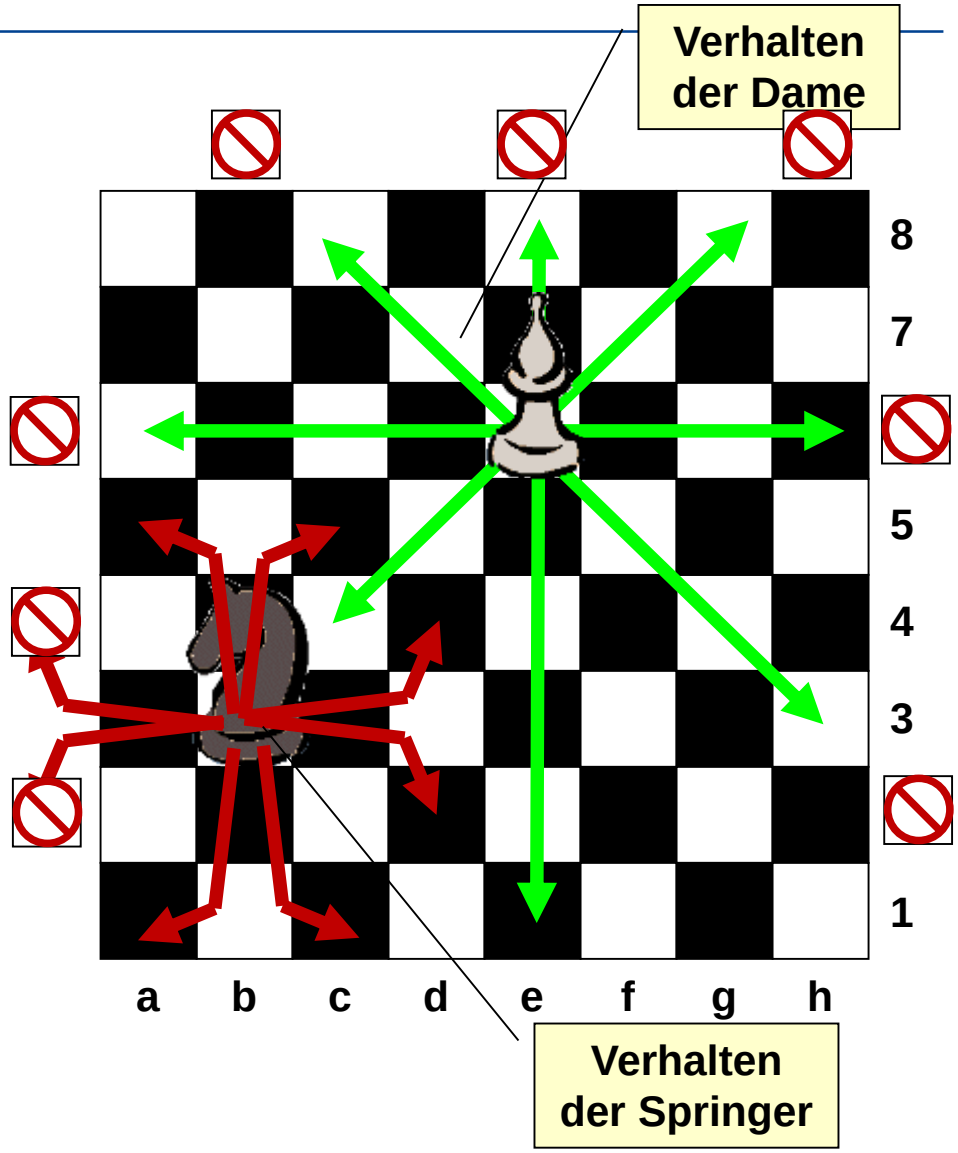
- Zustand zu einem Zeitpunkt = Die Werte aller Instanzvariablen
  - Mindestens der eigenen Var.
  - Konzeptionell ist auch der Zustand aller aggregierten Teil-Objekte eigener Zustand
- legale Zustände werden durch Klasseninvarianten definiert
  - Dame und Springer haben gleichen Zustandsraum (jedes Schachbrett-Feld)
  - Figuren dürfen Spielfeld nicht verlassen
  - Legale Schachbrett-Zustände: pro Feld max. eine Figur



DBC spezifiziert legales Verhalten

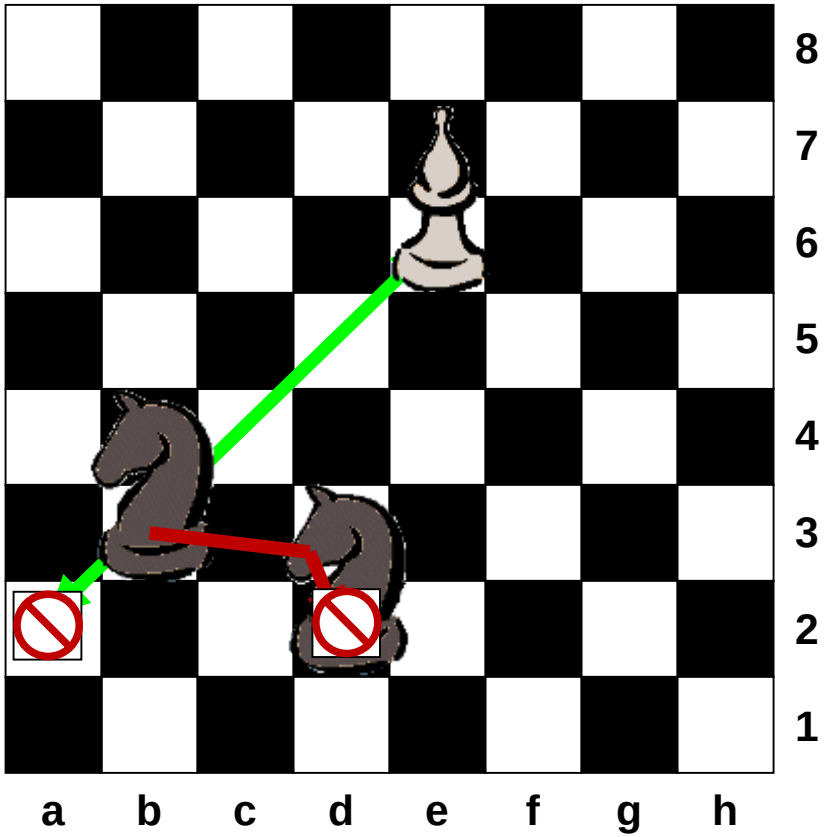
- Verhalten = Zustandsübergänge und daran gekoppelte Aktionen
  - Dame bewegt sich horizontal und diagonal beliebig weit
  - Springer bewegt sich L-förmig

- Legales Verhalten
  - Mindestens: Zustandsübergänge die nicht in illegale Zustände führen
  - Meist gibt es zusätzliche applikationsspezifische Bedingungen („Constraints“) → s. nächste Folie



DBC spezifiziert legales Verhalten

- DDBC definiert legale Zustandsübergänge durch Vor- und Nachbedingungen
- Beispiel: Eigene Figuren schlagen ist verboten
  - Vorbedingung der Operation “zieheNach(Feld)”: Feld nicht von eigener Figur belegt
- Beispiel: Keine Figur ausser dem Springer kann über andere hinüberspringen
  - Weitere Vorbedingung der Operation “zieheNach(Feld)”



Formulierung von Kontrakten in UML: → OCL (Object Constraint Language)

- Spezifikation von Bedingungen für Werte von Modellelementen
  - „Constraint“ in OCL = „Assertion“ in DBC
  - Noch keine Bedingungen an den Kontrollfluss möglich.

- Beispiel: OCL Constraints für Hashtabellen
  - Invariante:
    - ⇨ context Hashtable **inv**: numElements >= 0
    - ⇨ Bedeutet: „Für den Typ ‚Hashtable‘ gilt die Invariante ‚numElements >= 0‘.“
  - Vorbedingung:
    - ⇨ context Hashtable::put(key, entry) **pre**: !containsKey(key)
  - Nachbedingung:
    - ⇨ context Hashtable::put(key, entry) **post**: containsKey(key) and get(key) = entry

Dargestellte Art von Assertion

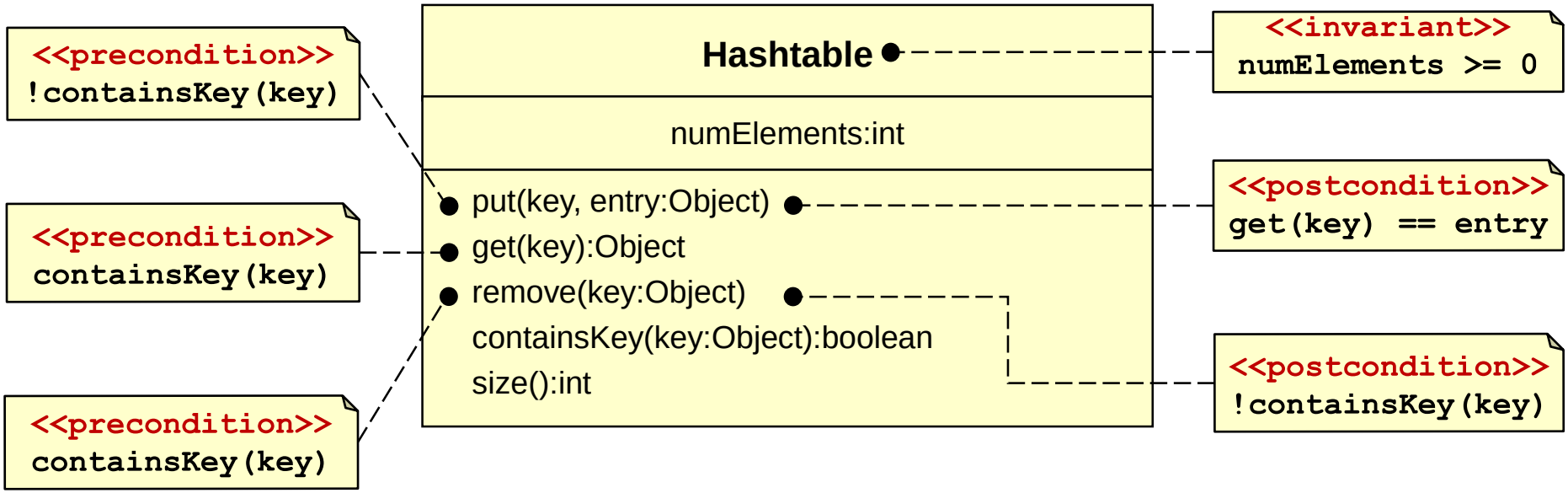
OCL Ausdruck: Namen beziehen sich auf Elemente des Modells

Gültigkeits-bereich

Notation für “Methode ‘put’ aus Typ ‘Hashtable’ ”

Formulierung von Kontrakten in UML

- Jede Assertion kann auch als Notiz dargestellt und an des jeweilige UML Element “angehängt” werden.
  - Die Art der Assertion wird als Stereotyp angegeben



Besondere Schlüsselworte in Nachbedingungen (‚postconditions')

- Problem
  - In Nachbedingungen muss manchmal der Zustand vor und nach der Ausführung der Operation unterscheiden werden.
- Syntax
  - expr@pre = Der Wert des Ausdrucks expr **vor** Ausführung der Operation auf die sich die Nachbedingung bezieht.
  - expr@post = Der Wert des Ausdrucks expr **nach** Ausführung der Operation auf die sich die Nachbedingung bezieht.
- Beispiele
  - **context** Person::birthdayHappens() **post**: age = age@pre + 1
  - age@pre bezieht sich hier auf den Wert des Feldes age vor Begin der Ausführung der Operation birthdayHappens() → „Alter Wert"
  - a.b@pre.c – Alter Wert des Feldes b von a. Darin der neue Wert des Feldes c.
  - a.b@pre.c@pre – Alter Wert des Feldes b von a. Darin der alte Wert des Feldes c.

Weitere OCL-Schlüsselworte

- result
  - Bezug auf den Ergebniswert einer Operation (in Nachbedingungen).
- self
  - Bezug auf das ausführende Objekt (wie „this“ in Java).

Literatur

- Gute, detailliete Einführung auf deutsch https://st.inf.tu-dresden.de/files/teaching/ss09/stII09/OCL.pdf
- OCL 2.0 Specification, Version 2.0, Date: 06/06/2005, http://www.omg.org/docs/ptc/05-06-06.pdf <-- kein Tutorial sondern sehr technische Spezifikation, eher für Entwickler von UML-Tools gedacht

DBC-Unterstützung in Java

- Assertions
  - Seit Java 1.4. Zur Ausführung des Java-Bytecodes mit Assertions wird eine JVM 1.4 oder höher vorausgesetzt.
  - Werden auch in den API-Klassen eingesetzt
  - Können per Option des java-Aufrufs eingeschaltet (enabled)…
  - …und abgeschaltet (disabled: Default) werden
- Vorbedingungen, Nachbedingung und Invarianten
  - …werden als boolesche Ausdrücke in den Quelltext geschrieben.
- Vorteile von Assertions
  - Schnelle, effektive Möglichkeit Programmierfehler zu finden.
  - Bieten die Möglichkeit, Annahmen knapp und lesbar im Programm zu beschreiben.
  - Die Nutzung von Assertions zur Entwicklungszeit erlaubt es zu zeigen, dass alle Annahmen richtig sind. Die Qualität des Codes erhöht sich somit.

DBC-Unterstützung in Java

- Anwendung
  - Man kann Assertions an beliebigen Stellen des Quellcodes verwenden um logische Ausdrücke zu überprüfen.
    - ⇨ Liefert ein solcher Ausdruck false zurück, wird ein AssertionError ausgelöst und die Ausführung des Programms stoppt.
    - ⇨ Die ausgelösten Fehler sind vom Typ Error und nicht vom Typ Exception
    - ⇨ Sie müssen daher nicht abgefangen werden!
- Syntax

```
assert <boolean expression>;

assert (c != null);
```

oder:

```
assert <boolean expression> : <String>;

assert (c != null) : "Customer is null";
```

Warum DBC-Unterstützung in Java?

- Der Effekt des assert Statements könnte auch mit einer if-Anweisung und explizitem Werfen von ungeprüften Ausnahmen realisiert werden.

- Die Vorteile von sprachunterstützten Assertions sind
  - Lesbarkeit
    - ⇨ Der Quellcode wird klarer und kürzer
    - ⇨ Auf den ersten Blick ist zu erkennen, dass es sich um eine Korrektheitsüberprüfung handelt und nicht um eine Verzweigung im Programmablauf
  - Effizienz
    - ⇨ Sie lassen sich für die Laufzeit wahlweise an- oder ausschalten
    - ⇨ Somit verursachen sie praktisch keine Verschlechterung des Laufzeitverhaltens.

Design by Contract: Sprachunterstützung

- Java
  - Assertions werden ab JDK 1.4 unterstützt
  - Formulierung von pre -und, postconditions und invariants ist damit möglich
- Contract4J
  - Contracts als assertions für JDK 1.5 (Java 5) formuliert
  - http://www.contract4j.org
- Eiffel
  - Kontrakte voll unterstützt (preconditions, postconditions und invariants)
  - http://en.wikipedia.org/wiki/Eiffel_(programming_language)
- Spec#
  - C# mit voller Kontraktunterstützung und vielen anderen Erweiterungen
  - http://research.microsoft.com/specsharp/
- Andere Sprachen
  - Kontrakte zumindestens in der Dokumentation explizit machen
- In allen Sprachen
  - Kontrakte als wichtiges Kriterium beim Entwurf mit beachten → Ersetzbarkeit

universitätbonn

5.2 Ersetzbarkeit und Subtypbegriff

Subtyping / Ersetzbarkeit und Kontrakte

B ist ein Subtyp von **A**

⇔

Instanzen von **B** sind immer für Instanzen von **A** einsetzbar

⇔

Instanzen von **B** bieten mindestens und fordern höchstens
das gleiche wie Instanzen von **A**

⇔

Instanzen von **B** haben mindestens alle Methoden von **A**,
und zwar mit (gleichen oder) stärkeren Nachbedingungen
und (gleichen oder) schwächeren Vorbedingungen

Ersetzbarkeit ▸ Vor- und Nachbedingungen

- Statisch getypte Programmiersprachen
  - Vorbedingung = Typen aller Parameter
  - Nachbedingung = Ergebnistyp

  Diese Vor- und Nachbedingungen sind automatisch überprüfbar durch den Compiler.

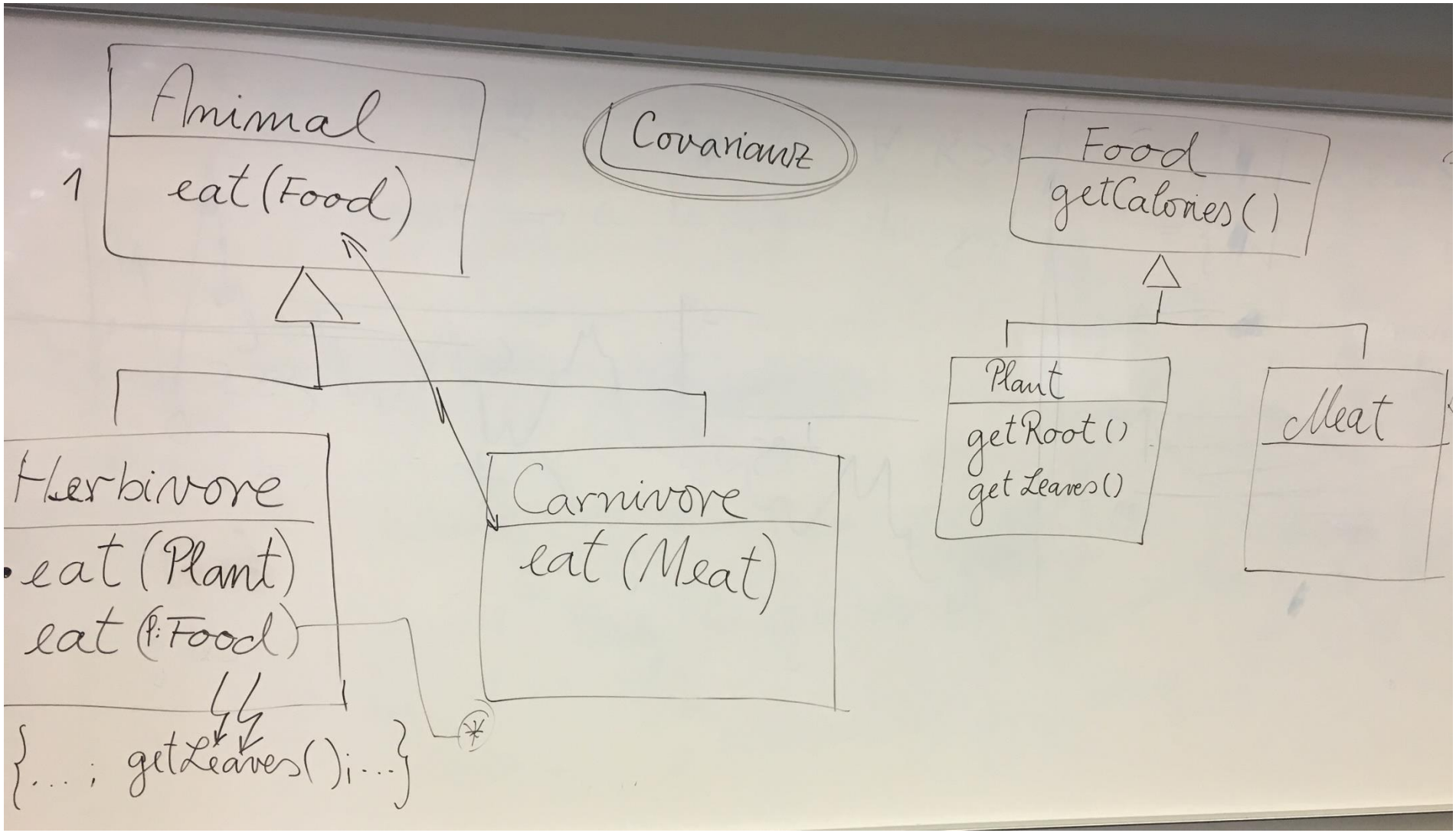
- Design-by-Contract
  - Vorbedingung = Parametertypen + Explizite Bedingungen
  - Nachbedingung = Ergebnistyp + Explizite Bedingungen

  Ob diese zusätzlichen Bedingungen in der Sprache ausgedrückt und von dem Compiler überprüft werden können hängt von der jeweiligen Sprache ab (siehe Folie 5-28).

  Das Ersetzbarkeitsprinzip ist nicht immer intuitiv. Folgende beiden Seiten geben ein Beispiel, was es praktisch bedeutet.

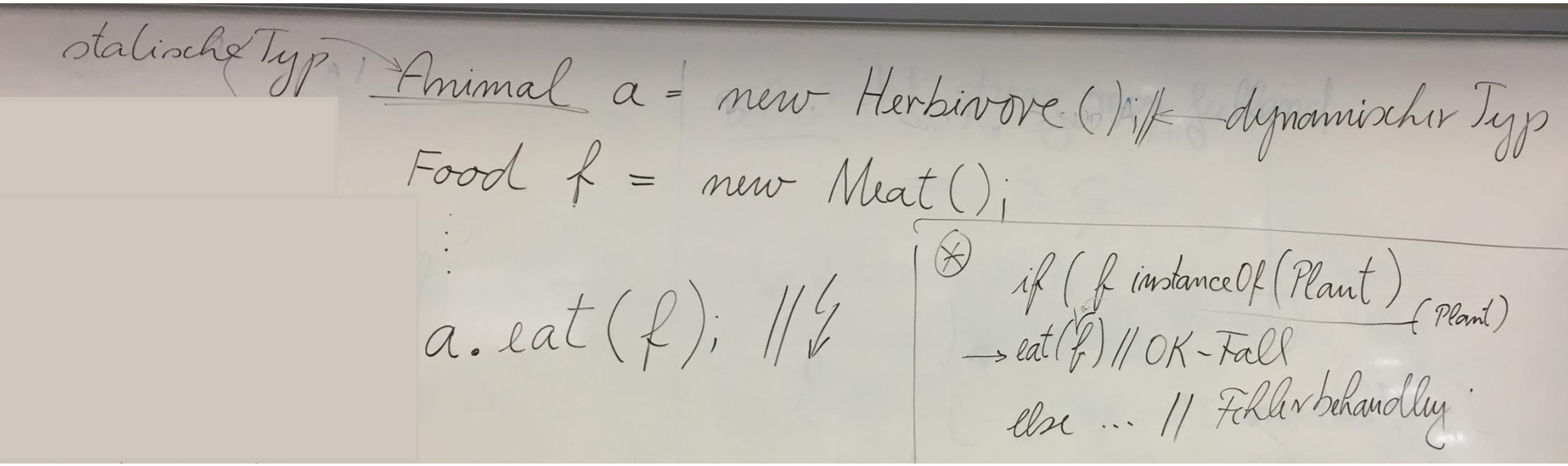
Beispiel: „Tier frisst Futter“

TODO:
Tafelbild als Folie



Beispiel: „Tier frisst Futter“

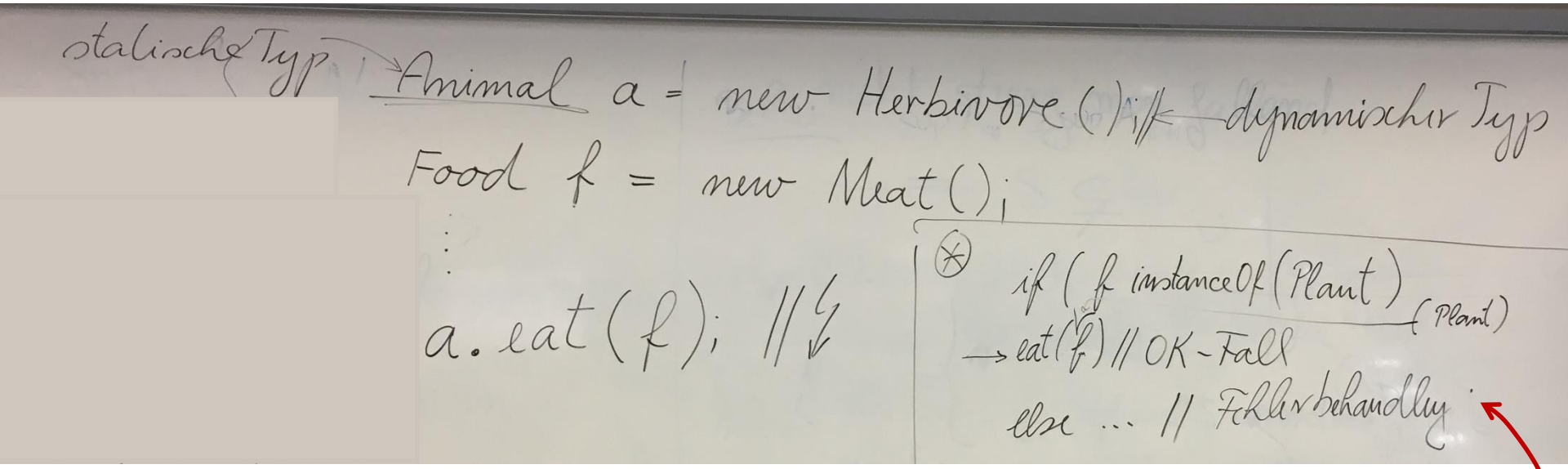
TODO: Tafelbild als Folie



- Jede der drei Anweisungen ist statisch, entsprechend der Hierarchie von vorheriger Seite legal, denn der Compiler kennt nur statische Typen. Dass a.eat(f) einem Herbivoren Fleisch füttert kann er nicht erkennen.
- Daher darf die Methode eat(Plant) – die stärkere Vorbedingungen hat -- die Methode eat(Food) nicht überschreiben, denn sie ist nicht in der Lage JEDES Futter zu verwerten, insbesondere nicht Fleisch.

Beispiel: „Tier frisst Futter“

TODO: Tafelbild als Folie



- Das ist der Grund, dass es eine eigene Methode eat(Food) in der Klasse Herbivore geben muss. Sie überschreibt die Methode mit gleicher Signatur aus der Oberklasse.
- In der überschreibenden Methode muss explizit damit umgegangen werden, dass Herbivore zwar eine Unterklasse von Anmial ist, aber kein echter Untertyp (da nicht überall verwendbar, wo ein Animal erwartet wird).

Warum Generische Typen?

```
List list = new ArrayList();
list.add("hello");
String s = (String) list.get(0);
```

```
List<String> list = new ArrayList<String>();
list.add("hello");
String s = list.get(0); // ← kein cast
```

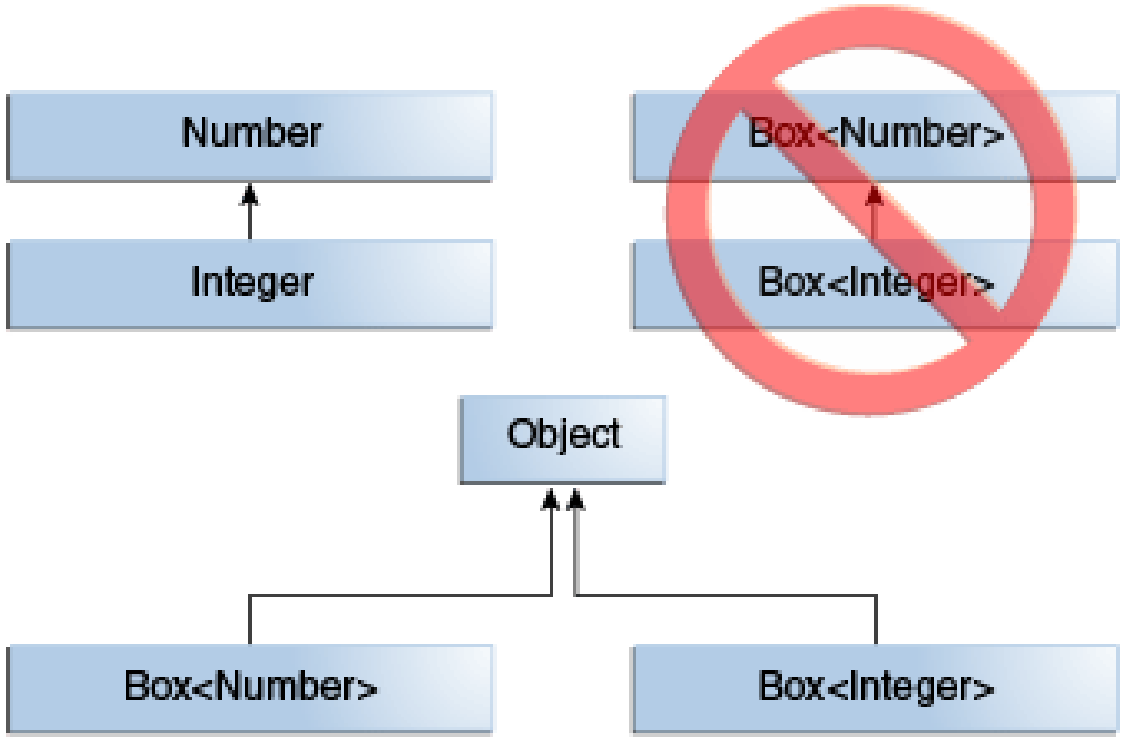
Warum Generische Typen?

```
List list = new ArrayList();
list.add("hello");
String s = (String) list.get(0);
```

```
List<String> list = new ArrayList<String>();
list.add("hello");
String s = list.get(0); // ← kein cast
```

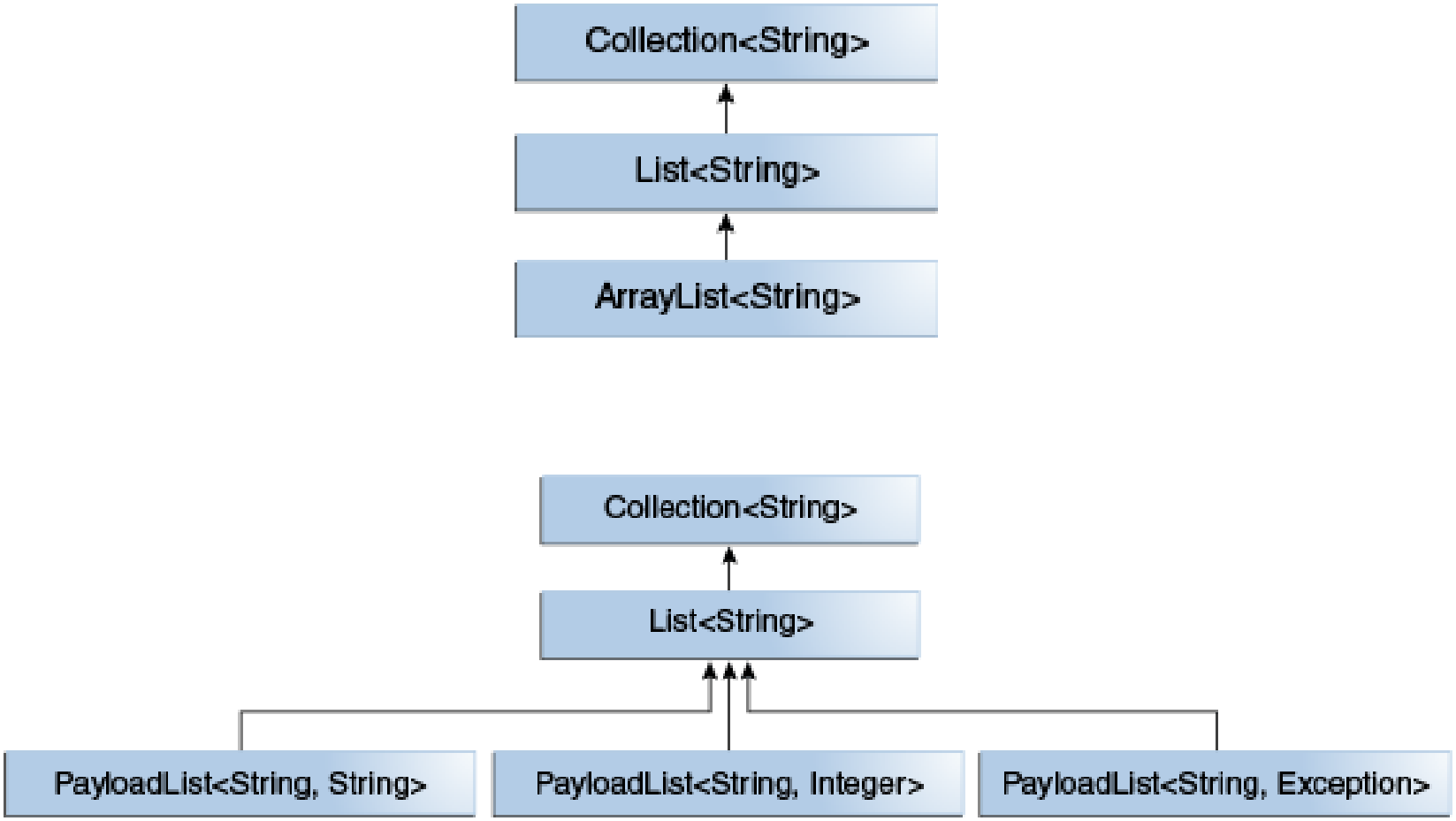
Statisch typsicher!

Aus dem gleichen generischen Typ entstandene parametrisierte Typen sind nie Untertypen voneinander



„Given two concrete types A and B (for example, Number and Integer), MyClass<A> has no relationship to MyClass<B>, regardless of whether or not A and B are related. The common parent of MyClass<A> and MyClass<B> is Object.“
← aus: https://docs.oracle.com/javase/tutorial/java/generics/inheritance.html

Aus generischen Typen die voneinander Untertypen sind durch die Instanziierung mit dem gleichen Parametertyp entstandene parametrisierte Typen sind immer Untertypen voneinander



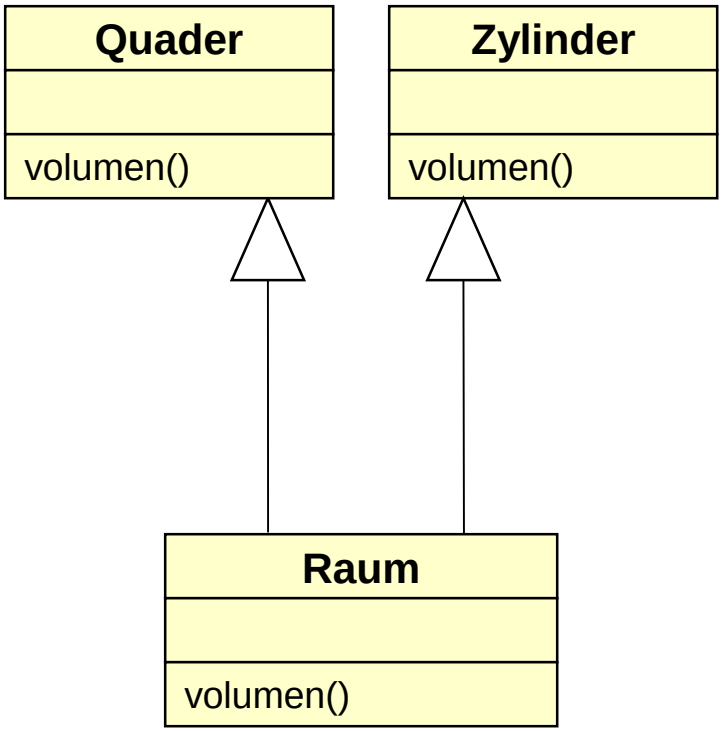
universitätbonn

5.2 OO Modellierungs-Prinzipien

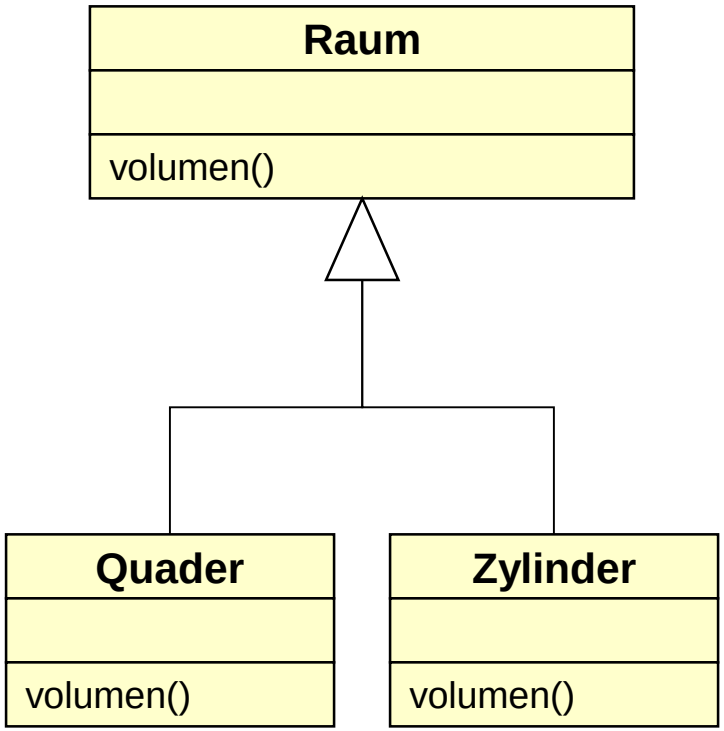
Modellierungs-Prinzipien als Quiz

OOM-Quiz: „Büroräume“

Was halten Sie hiervon?

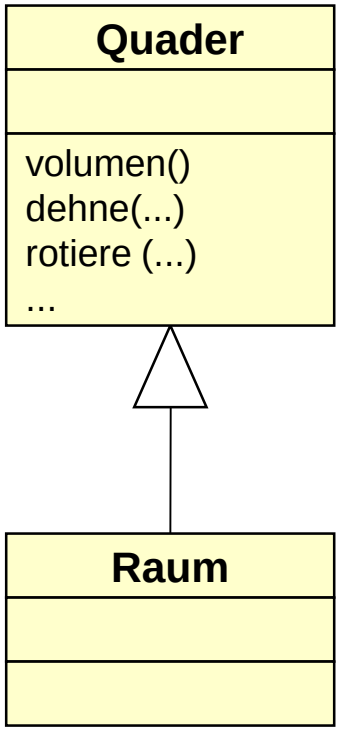


Und hiervon?

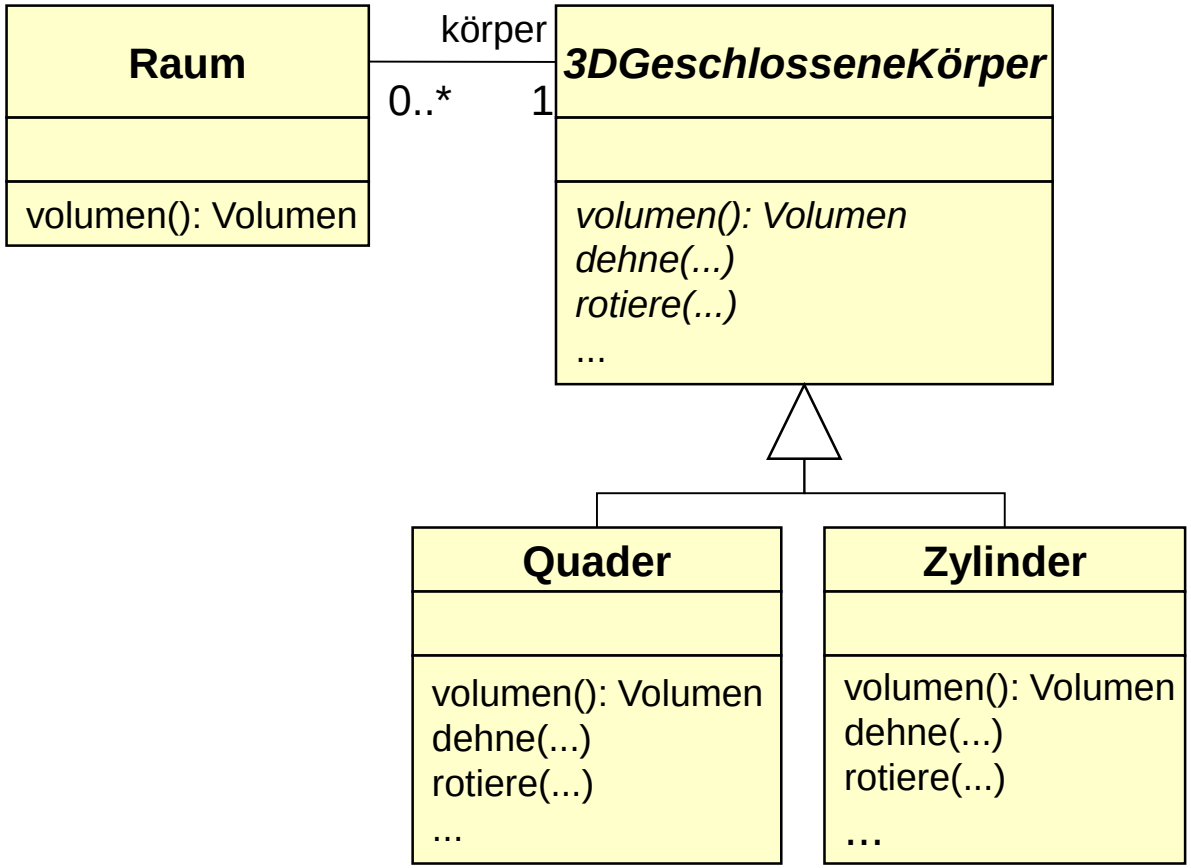


OOM-Quiz: „Büroräume“

Was halten Sie hiervon?



Und hiervon?



Problem: Fehlende Ersetzbarkeit

- Unterklasse hat eine stärkere Invariante als die Oberklasse
  - Dreidimensionale Körper dürfen rotiert werden
  - Büroräume dürfen nicht rotiert werden!
- Daraus resultiert fehlende Ersetzbarkeit
  - In einem Kontext wo man Rotierbarkeit erwartet darf kein nicht-rotierbares Objekt übergeben werden
- Wichtig: Frühzeitig auf Schnittstellen achten
  - Sie sind das Kriterium um über Ersetzbarkeit zu entscheiden
- Frage: Wie finden wir Schnittstellen?
  - CRC Cards → Signaturen
  - DBC als Verfeinerung → Verhaltensbeschreibung durch Assertions

Subtyping / Ersetzbarkeit und Kontrakte

B ist ein Subtyp von **A**

⇔

Instanzen von **B** sind immer für Instanzen von **A** einsetzbar

⇔

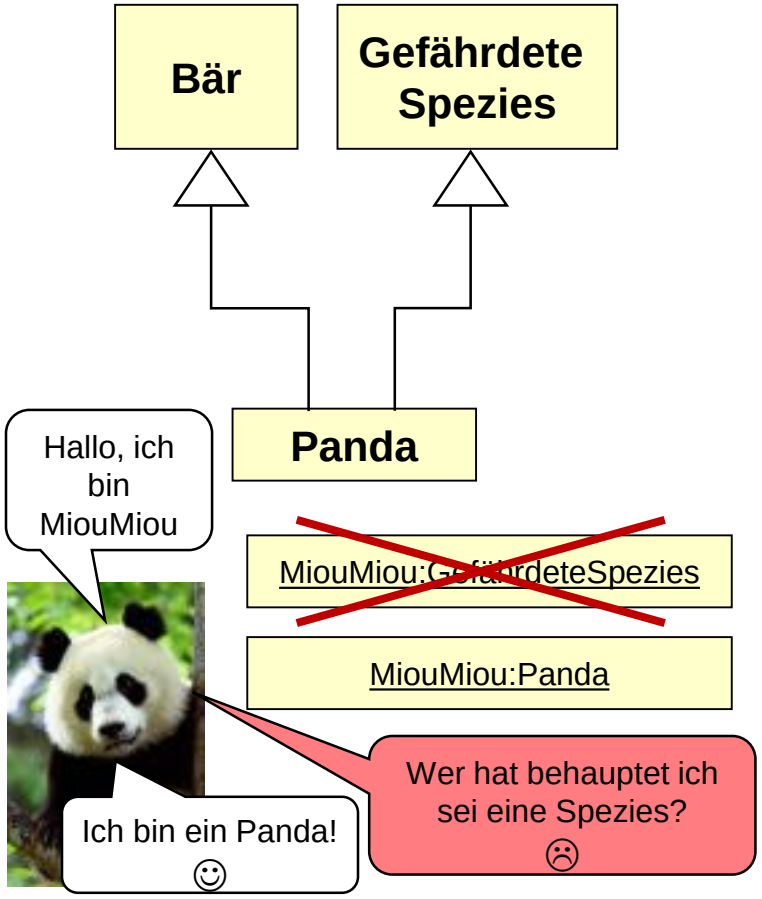
Instanzen von **B** bieten mindestens und fordern höchstens
das gleiche wie Instanzen von **A**

⇔

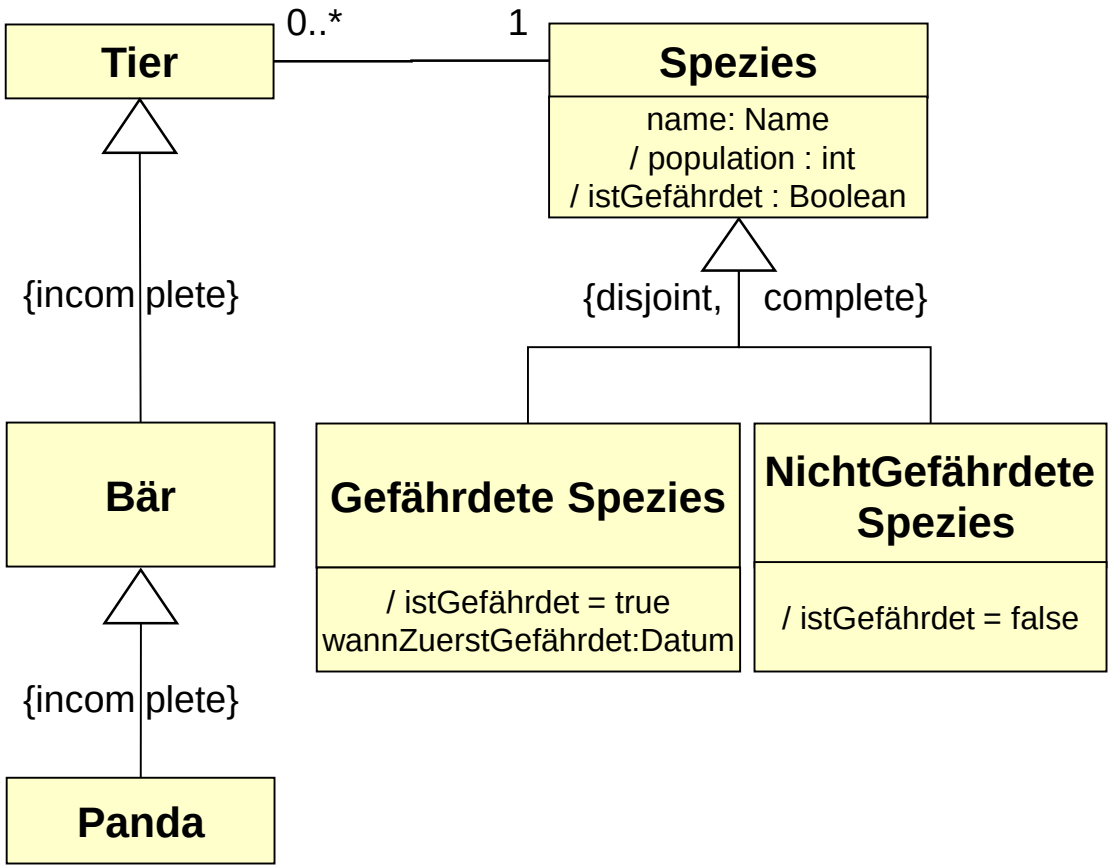
Instanzen von **B** haben mindestens alle Methoden von **A**,
und zwar mit (gleichen oder) stärkeren Nachbedingungen
und (gleichen oder) schwächeren Vorbedingungen

OOM-Quiz

Was halten Sie hiervon?



Und hiervon?

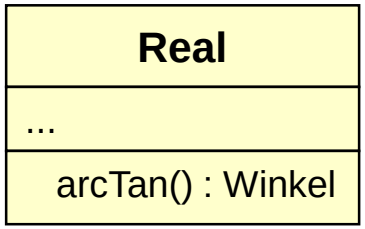


Prinzip: Keine Verwirrung von Klassen und Instanzen!

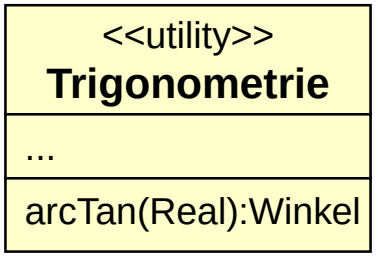
- Falle: Natürliche Sprache unterscheidet oft nicht zwischen
  - Klasse: "Panda" als Name einer Spezies
  - Instanz: "Panda" als Bezeichnung für ein einzelnes Tier
- Ähnlich im technischen Bereich
  - "Produkt" → Produktline (z.B. Mobiltelefone allgemein, „Nokia 6678“, ...)
  - "Produkt" → einzelnes Produkt (z.B. mein Mobiltelefon)
- Frage: „Wer/was ist Instanz wovon?“
  - "Miou-Mio ist ein Bär": OK
  - "Miou-Mio ist ein Panda": OK
  - "Miou-Mio ist eine Spezies": FALSCH!
- Alternatives Kriterium
  - Ersetzbarkeit
  - Bsp.: Kann ich "Miou-Miou" überall da einsetzen, wo ich eine Spezies erwarte?

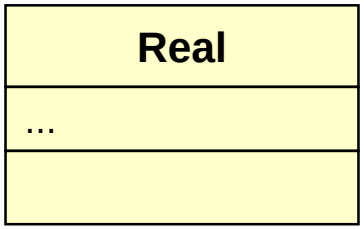
OOM-Quiz

Was halten Sie hiervon?



Und hiervon?





Prinzip: Kein Bezug auf nicht-inhärente Klassen!

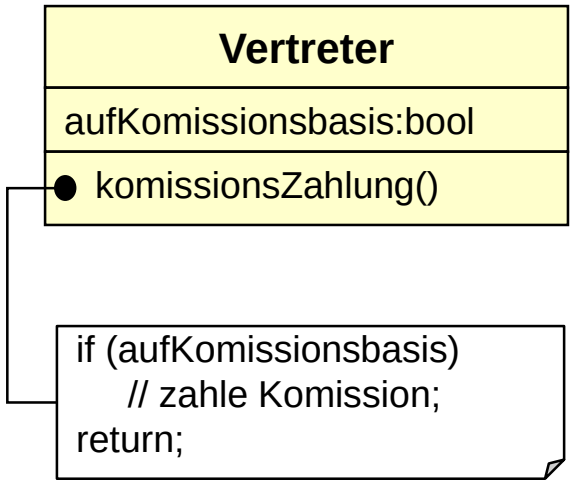
- Inhärente Klasse: Eine Klasse A ist für eine Klasse B inhärent, wenn
  - A Charakteristika von B definiert
  - B nicht ohne A definiert werden kann

- Problem
  - Bezug auf **nicht**-inhärente Klassen führt unnötige Abhängigkeiten ein

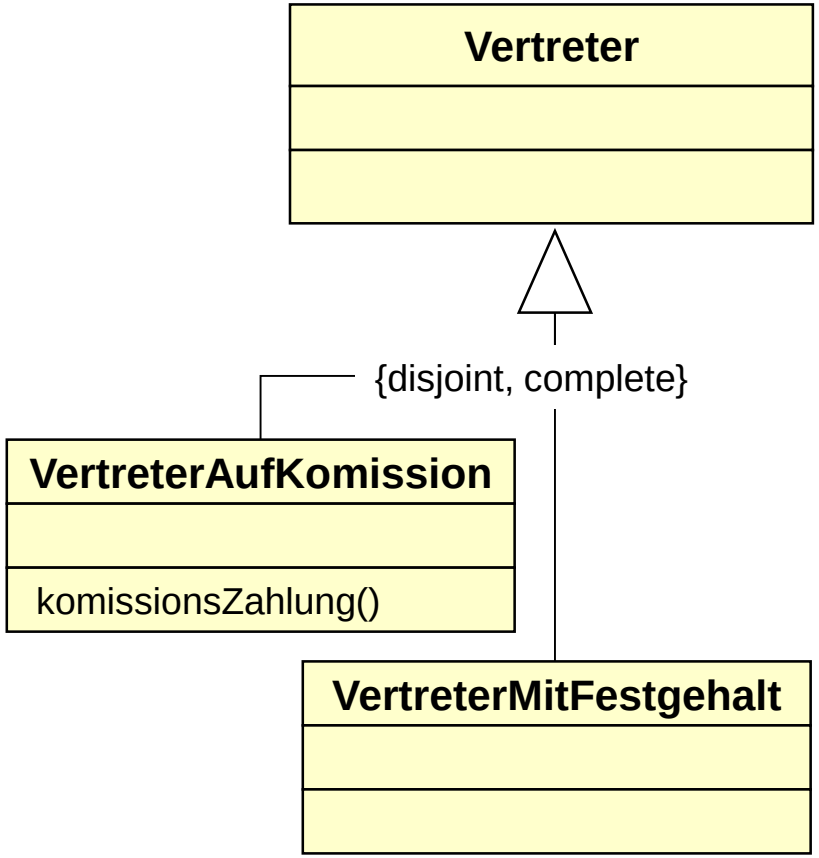
- Behandlung
  - Bezug auf nicht-inhärente Klasse entfernen
  - Eventuell Teile der Klasse in andere Klassen auslagern
    - ⇨ siehe Refactorings (z.B. „Move Method“, „Move Field“, „Split Class“)

OOM-Quiz

Was halten Sie hiervon?

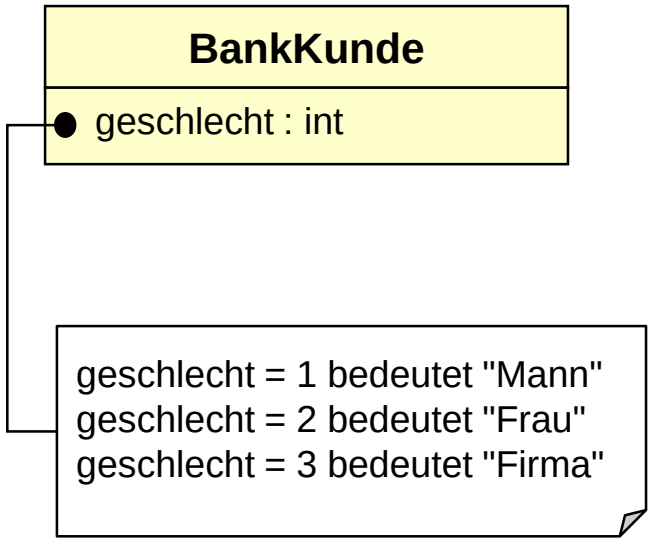


Und hiervon?

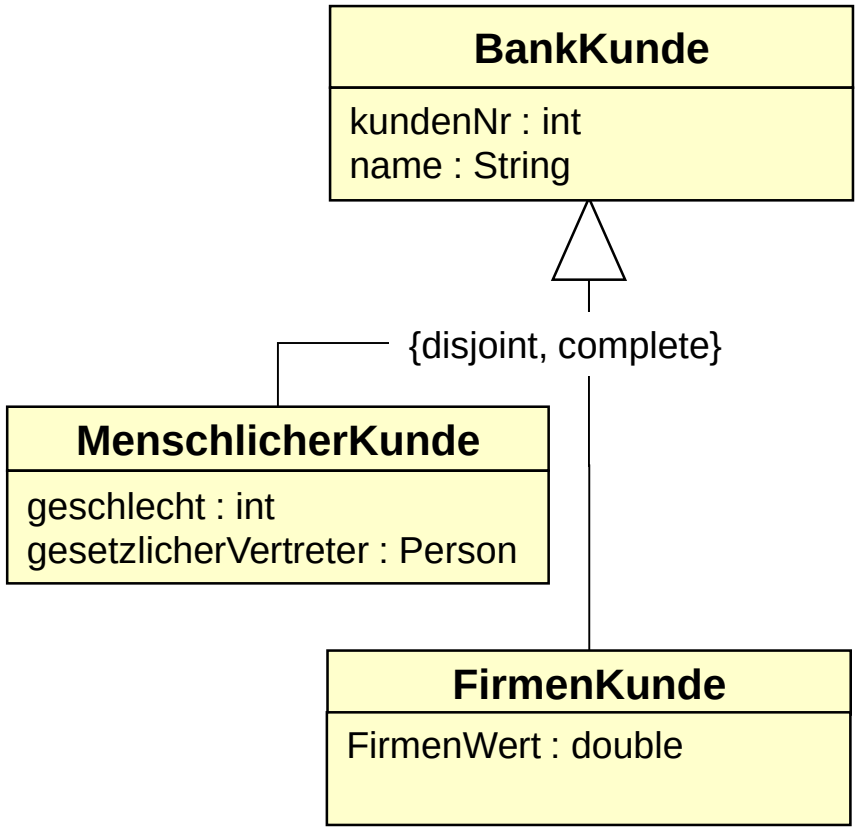


OOM-Quiz

Was halten Sie hiervon?



Und hiervon?

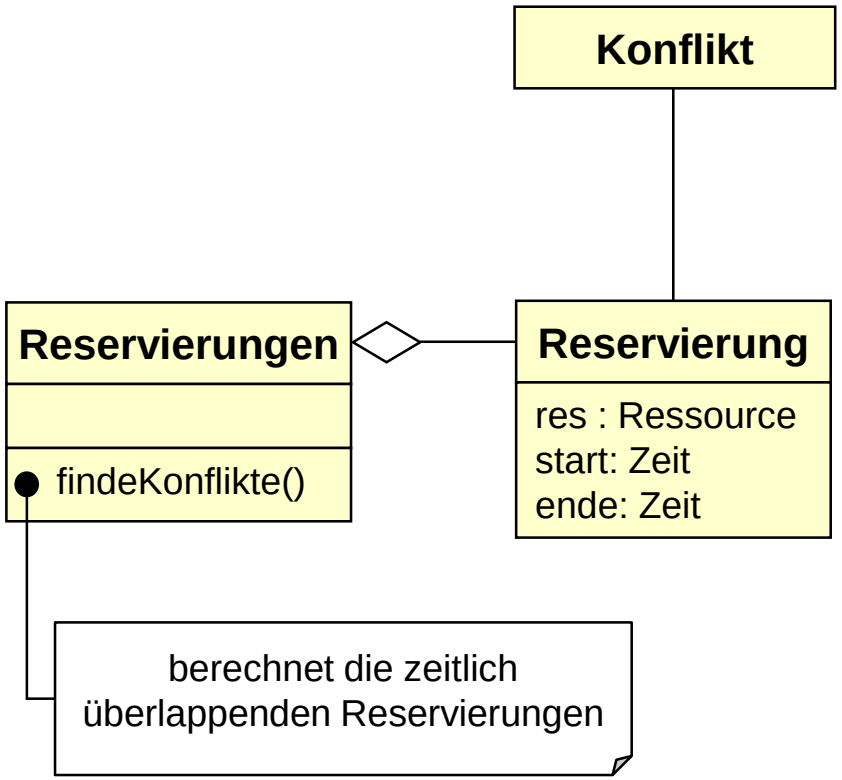


Prinzip: Nicht einheitliche Eigenschaften vermeiden!

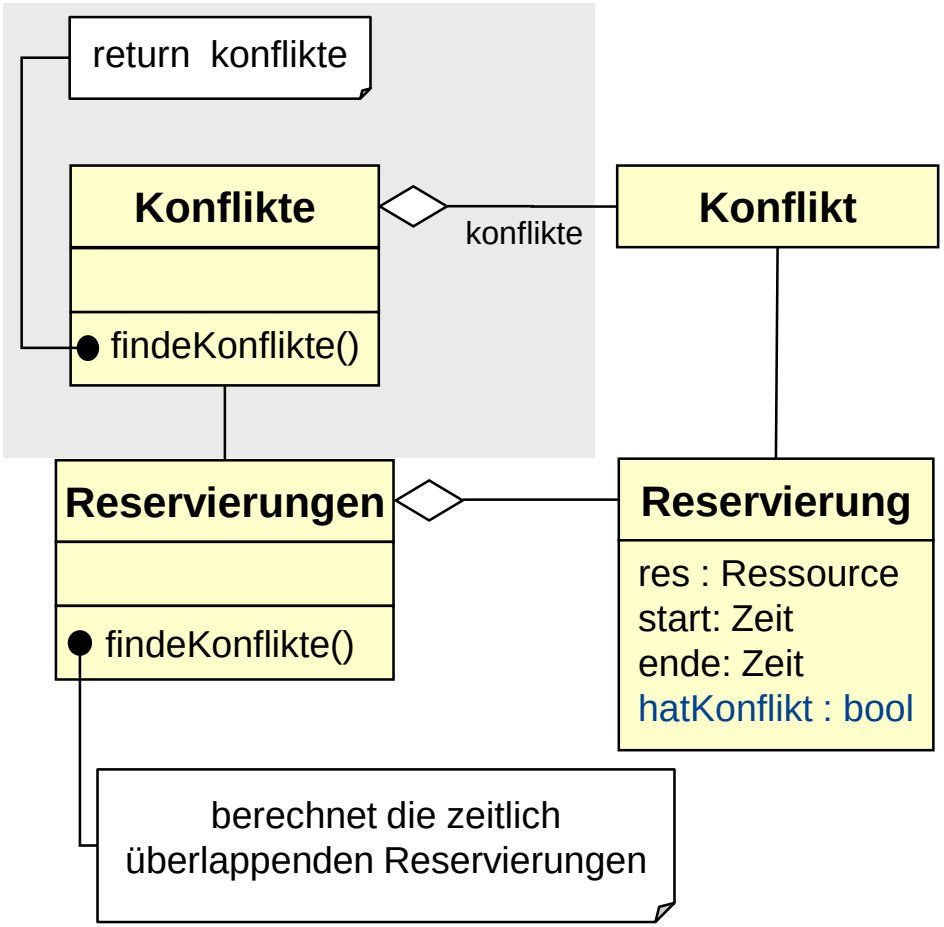
- Symptom
  - bestimmte Eigenschaften (Methoden oder Variablen) einer Klasse sind nur für manche Instanzen sinnvoll
- Konsequenzen
  - Abhängigkeit von bestimmten Fallunterscheidungen
  - Unklare Funktionalität
  - Wartung erschwert
- Behandlung
  - Klasse aufsplitten
  - Evtl. Klasse einführen die „alle anderen Fälle“ darstellt
    - ⇨ Beispiel: „VertreterMitFestgehalt“
    - ⇨ Dadurch komplette Partition möglich
    - ⇨ Klarere Bedeutung der Klassen
      - – Walter Hürsch: „Should superclasses be abstract?“, p. 12-31, ECOOP 1994 Proceedings, LNCS 821, Springer Verlag.

OOM-Quiz

Was halten Sie hiervon?



Und hiervon?

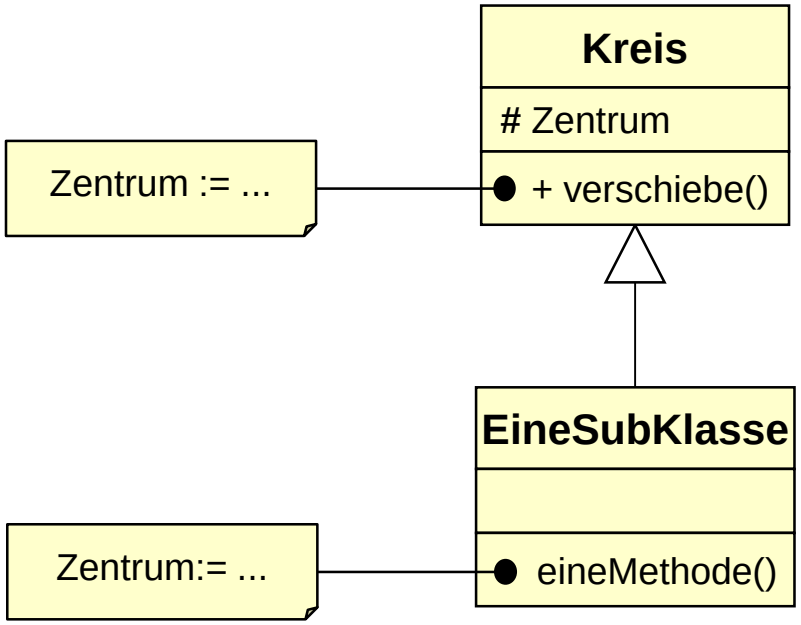


Prinzip: Keine Redundanzen im Modell!

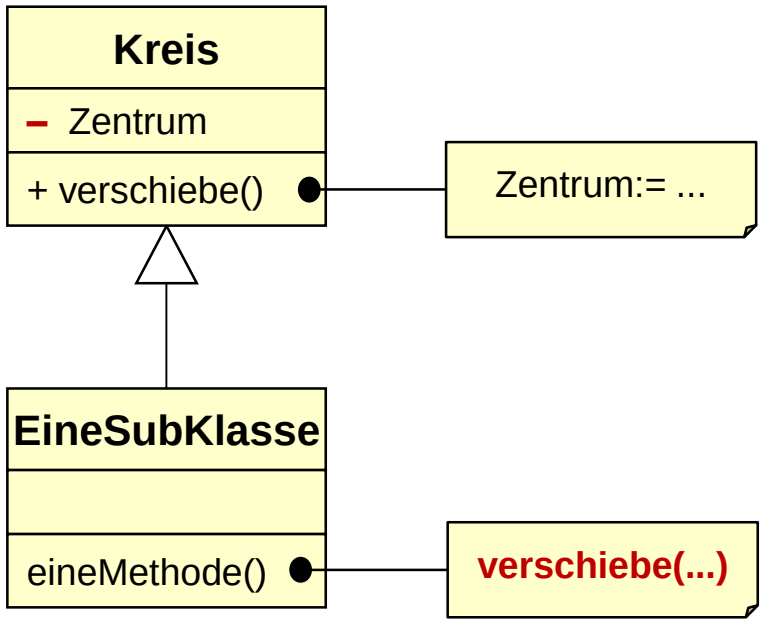
- Redundantes Modell
  - Mehrfache Wege um die gleiche Information zu erhalten
  - Speicherung abgeleiteter Informationen
- Problem
  - Bei Änderungen zur Laufzeit, müssen die Abgeleiteten Informationen / Objekte konsistent gehalten werden
  - Zusatzaufwand bei Implementierung und zur Laufzeit (Benachrichtigung über Änderung und Aktualisierung abgeleiteter Infos → „Observer“)
  - Änderungen im Design müssen evtl. an vielen Stellen nachgezogen werden
- Behandlung
  - Redundanz entfernen
  - ... falls sie nicht als Laufzeitoptimierung unverzichtbar ist, da die Berechnung der abgeleiteten Informationen zu lange dauert

OOM-Quiz

Was halten Sie hiervon?



Und hiervon?



Prinzip: Abhängigkeiten vermeiden!

- Eine Abhängigkeit zwischen A und B besteht wenn
  - Änderungen von A Änderungen von B erfordern (oder zumindestens erneute Verifikation von B)
  - ... um Korrektheit zu garantieren
- Eine Kapselungseinheit ist
  - eine **Methode**: kapselt Algorithmus
  - eine **Klasse**: kapselt alles was zu einem Objekt gehört
- Prinzip
  - Abhängigkeiten zwischen Kapselungseinheiten reduzieren
  - Abhängigkeiten innerhalb der Kapselungseinheiten maximieren
- Nutzen
  - Wartungsfreundlichkeit

Beispiele: Abhängigkeiten von ...

- **Konvention**
  - if order.accountNumber > 0 // was bedeutet das?
- **Wert**
  - Problem: Konsistent-Haltung von redundant gespeicherten Daten
- **Algorithmus**
  - a) implizite Speicherung in der Reihenfolge des Einfügens wird beim Auslesen vorausgesetzt
  - b) Einfügen in Hashtable und Suche in Hashtable müssen gleichen hash-Algorithmus benutzen
- **Impliziten Annahmen**
  - Werte die Hash-Schlüssel müssen unveränderlich sein
    - ⇨ Achtung bei Aliasing

Es gibt Abhängigkeit von …

- **Namen (Existenz)**
  - int i;
  - i := 7 // abhängig von Deklaration von i
- **Namen (Nicht-Existenz)**
  - int i;
  - int j; // abhängig davon, dass i nicht in j umbenannt wird – j darf nicht zwei mal deklariert werden!
- **Typ**
  - int i;
  - i := j; // Typ von j muss mit Typ von i zuweisungskompatibel sein
- **Relative Position**
  - op1 muss unbedingt vor op2 stattfinden

Reduktion von Abhängigkeiten durch „Verbergen von Informationen“ („information hiding”)

- “Need to know” Prinzip → „Schlanke Schnittstelle“
  - Zugriff auf eine bestimmte Information nur dann allgemein zulassen, wenn dieser wirklich gebraucht wird.
  - Zugriff nur über wohldefinierte Kanäle zulassen, so dass er immer bemerkt wird.
- Je weniger eine Operation weiß...
  - ... desto seltener muss sie angepasst werden
  - ... um so einfacher kann die Klasse geändert werden.
- Zielkonflikt
  - Verbergen von Informationen vs. Effizienz

Information Hiding (2)

- Verberge Interna eines Subsystems
  - Definiere Schnittstellen zum Subsystem (→ Facade)
- Verberge Interna einer Klasse
  - Nur Methoden der selben Klasse dürfen auf deren Attribute zugreifen
- Vermeide transitive Abhängigkeiten
  - Führe eine Operation nicht auf dem Ergebnis einer anderen aus.
    - ⇨ Schreibe eine neue Operation, die die Navigation zur Zielinformation kapselt.

Law of Demeter („Talk only to your friends!“)

- Klasse sollte nur von „Freunden“ (= Typen der eigenen Felder, Methoden- und Ergebnisparameter) abhängig sein.
- Insbesondere sollte sie nicht Zugriffsketten nutzen, die Abhängigkeiten von den Ergebnistypen von Methoden der Freunde erzeugen. Beispiel:
  - Nicht: param.m().mx().my()….;
  - Sondern: param.mxy(); wobei die Methode mxy() den transtiven Zugriff kapselt.

  - Zielkonflikt
    - ⇨ Vermeidung transitiver Abhängigkeiten vs. „schlanke“ Schnittstellen.

universitätbonn

Gibt es „akzeptable“ Abhängigkeiten?

Stabilität

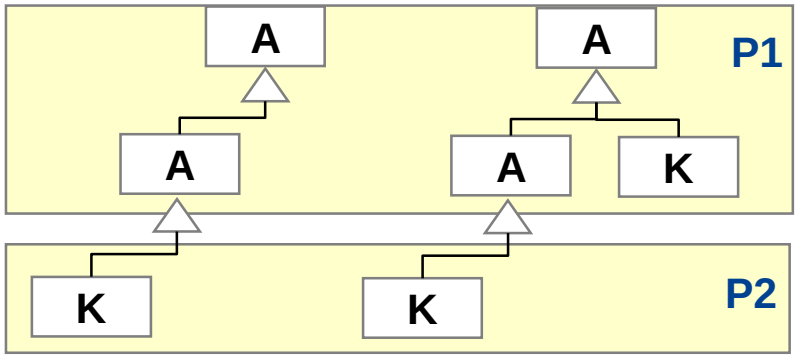
Abstraktheit

Abhängigkeits-Prinzipien von Robert C. Martin

Abstraktheit eines Paketes

Abstrakte und konkrete Typen

- A = abstrakter Typ
  - enthält abstrakte Methode(n)
- K = Konkreter Typ
  - enthält keine abstrakte Methode



Abstraktheit eines Pakets p

Definition

- a_p = Anzahl abstrakter Typen in p
- k_p = Anzahl konkreter Typen in p
- $abs_p = \frac{a_p}{a_p + k_p}$

Anwendung auf P1 und P2:

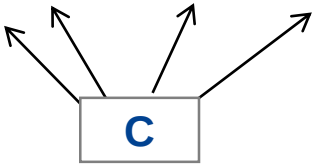
- a_{P1} = 4 / 4+1 = 4/5 = 80%
- a_{P2} = 0 / 0+2 = 0/2 = 0%

Idee der Abstraktheit-Metrik: Je abstrakter ein Paket ist um so
- leichter ist es wiederverwendbar
- häufiger wird es wiederverwendet

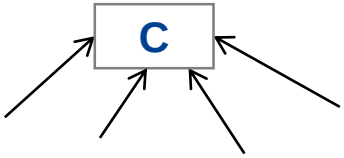
(In)Stabilität eines Typs oder Pakets

Abhängigkeiten

- **efferente** (e)
  = Eigene Abhängigkeiten von Anderen



- **afferente** (a)
  = Abhängigkeiten anderer von mir



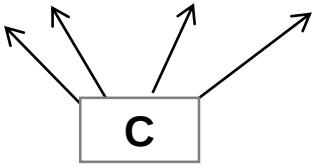
Zählen von Abhängigkeiten

- Betrachtet werden alle statischen Abhängigkeiten
  - Vererbungs-Beziehungen
  - Assoziationen
  - Parameter-Typen
  - Ergebnistypen
- … aber jede nur ein mal:
  - **Efferent**: Jeder Typ zu dem es in C eine Abhängigkeit gibt wird gezählt, nicht wie oft er vorkommt
  - **Afferent**: Jeder Typ von dem es zu C eine Abhängigkeit gibt wird gezählt, nicht wie oft er sich auf C bezieht

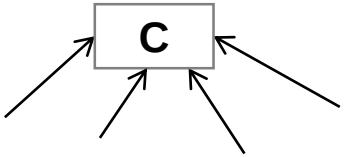
(In)Stabilität eines Typs oder Pakets

Abhängigkeiten

- **efferente** (e)
  = Eigene Abhängigkeiten
  von Anderen



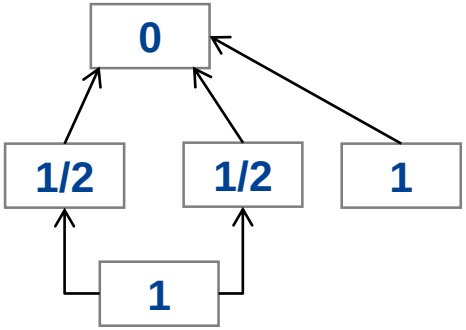
- **afferente** (a)
  = Abhängigkeiten
  anderer von mir



Instabilität

$$I = \frac{e}{e+a}$$

0 = maximal stabil



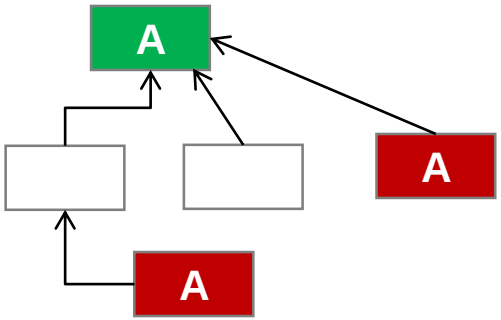
1 = maximal instabil

Idee der Instabilitäts-Metrik: Instabilität ist ein Maß dafür, wie leicht ein Typ zu ändern ist. Ein Typ mit Wert 1 ist leicht zu ändern (maximal instabil), weil die Konsequenzen von Änderungen (für Andere) null sind. Einer mit Wert 0 sollte auf keinen Fall geändert werden (daher maximal stabil), weil die Auswirkungen weitreichend wären.

Wechselwirkung von (In)Stabilität und Abstraktheit (1)

- Eine stabile Klasse die abstrakt ist, ist gut wiederverwendbar
  - Da sie abstrakt sind, können viele sie wiederverwenden
  - Da sie abstrakt sind, führen viele Anforderungsänderungen nicht zu konkreten Änderungen in der Klasse und damit auch zu keinen Folgeänderungen
  - Folgeänderungen hätten große Auswirkungen, treten aber kaum auf

0 = maximal stabil



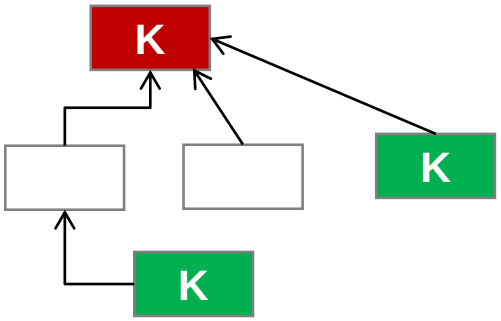
- Eine instabile Klasse die abstrakt ist, ist nutzlos
  - Wofür die Abstraktion, wenn niemand sie nutzt?

1 = maximal instabil

Wechselwirkung von (In)Stabilität und Abstraktheit (2)

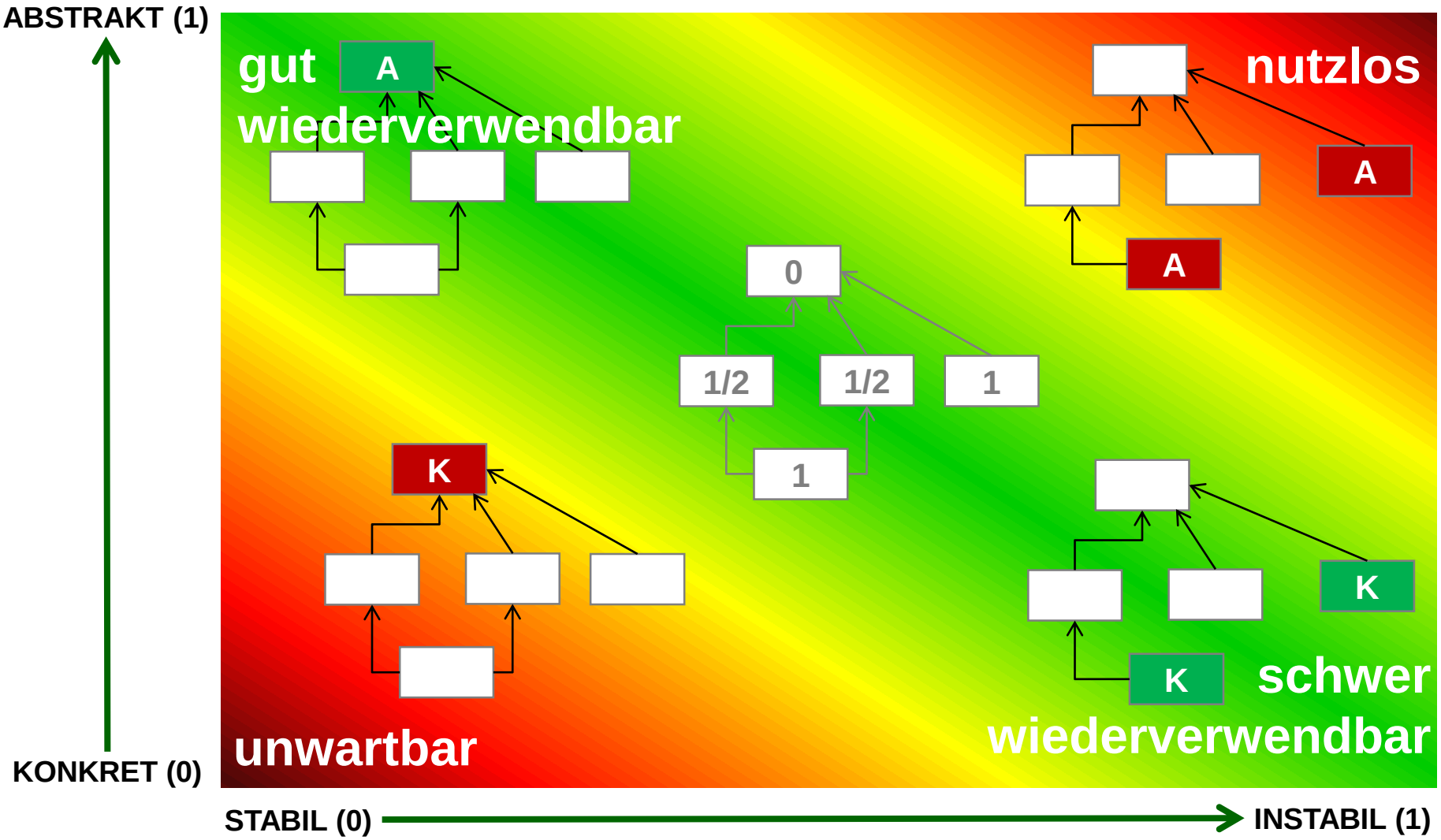
- Eine stabile Klasse die konkret ist, ist unwartbar
  - Da sie konkret ist, werden sich viele Anforderungsänderungen in Änderungen der Klasse niederschlagen ☹
  - Da sie stabil ist wird jede Änderung der Klasse viele Folgeänderungen nach sich ziehen ☹
- Eine instabile Klasse die konkret ist, ist schwer wiederverwendbar
  - Je konkreter, um so weniger können andere davon profitieren
  - Je konkreter, um so mehr folgeänderungsgefärdet wären die potentiellen Wiederverwender

0 = maximal stabil

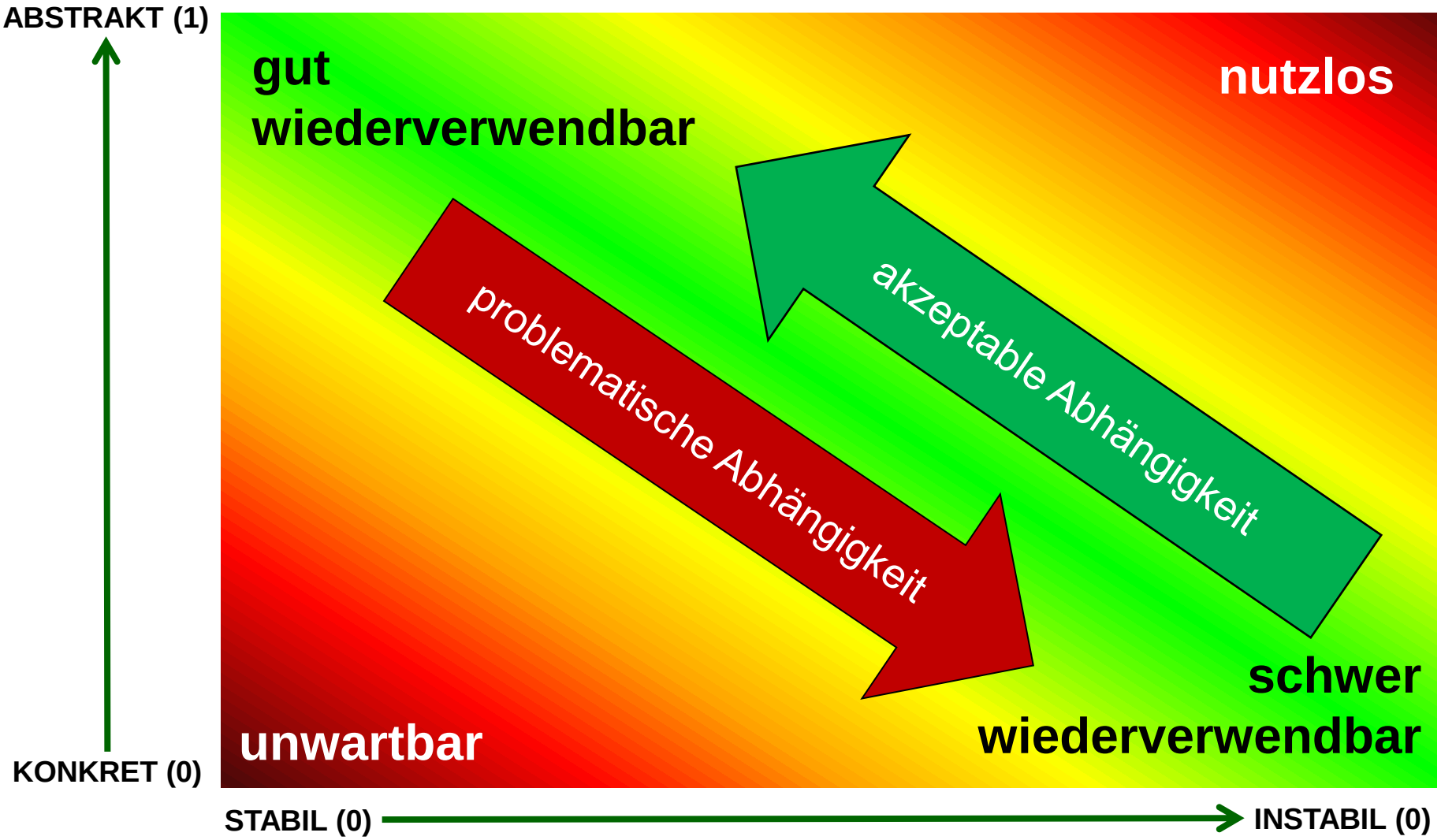


1 = maximal instabil

Klassifikation nach Stabilität und Abstraktheit

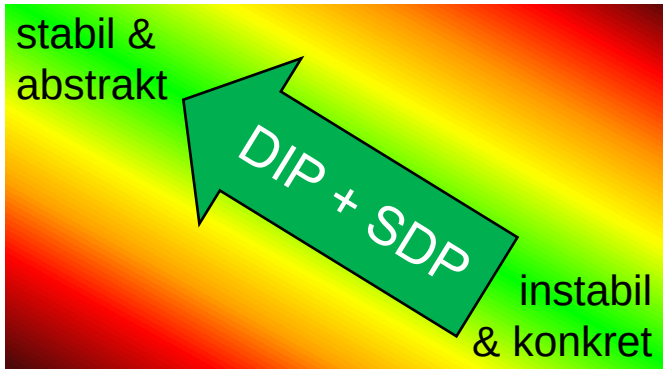


Gute uns schlechte Abhängigkeiten



Entwurfs-Prinzipien
(„Design Principles“, Robert C. Martin, 1996)

- Dependency Inversion Principle (DIP)
  - Abhängigkeiten nur zu Abstrakterem!
- Stable Dependencies Principle (SDP)
  - Abhängigkeiten nur zu Stabilerem!

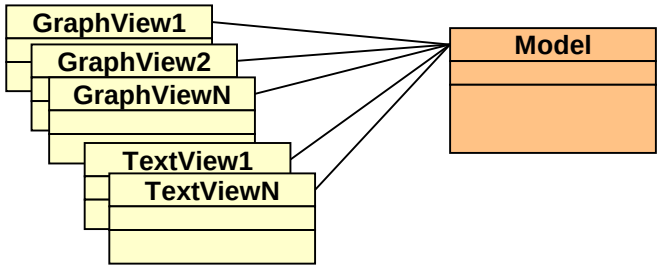


- Stable Abstractions Principle (SAP)
  - Abstraktion und Stabilität sollten zueinander proportional sein.
  - Maximal stabile Pakete sollten maximal abstrakt sein.
  - Instabile Pakete sollten konkret sein.

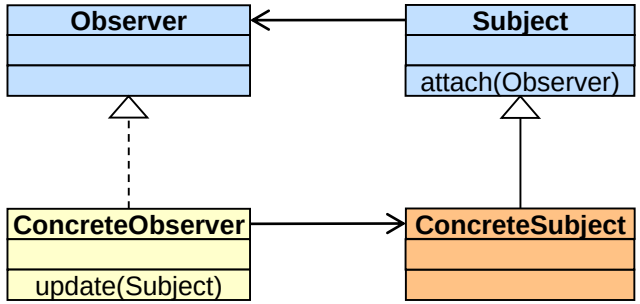
- Acyclic Dependencies Principle (ADP)
  - Der Abhängigkeitsgraph veröffentlichter Komponenten muss azyklisch sein!

Aufbrechen zyklischer Abhängigkeiten am Beispiel „Observer Pattern“

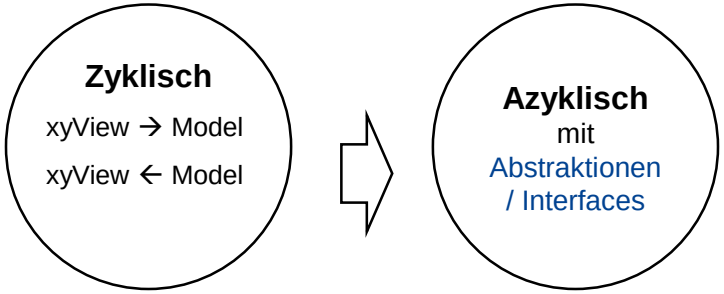
- Design ohne Observer → zyklisch
  - Gegenseitige Abhängigkeiten der konkreten Typen.



- Design mit Observer → azyklisch
  - ConcreteObserver ist von Concrete Subject abhängig.
  - ConcreteSubject ist nur von Abstraktionen abhängig, nicht von ConcreteObserver



- Modellierungsprinzip
  - Aufbrechen zyklischer Abhängigkeiten durch Einführung von Abstraktionen von denen beide Partner azyklisch abhängig sind.



universitätbonn

Zusammenfassung & Ausblick

OO Modellierung: Rückblick

- CRC-Cards → Identifikation
  - Klassen
  - Operationenen
  - Kollaborationen
- Design by Contract → Verfeinerung des Verhaltens
  - Vorbedingungen
  - Nachbedingungen
  - Invarianten
  - Ersetzbarkeit
- Prinzipien → Strukturierung von OO-Modellen: Vermeiden von
  - Redundanzen
  - Nicht-einheitlichem Verhalten
  - Fehlender Ersetzbarkeit
  - Verwirrung von Klasse und Instanz
  - Abhängigkeiten von nicht-inhärenten Typen
  - Abhängigkeiten von spezielleren oder instabileren Typen

OO Modellierung: Literatur

- Modellierungs-Prinzipien („Quiz“)
  - Page-Jones, „Fundamentals of Object-Oriented Design in UML“, Addison Wesley, 1999
  - Sehr empfehlenswert!
- CRC-Cards
  - Konzentriert: Fowler & Scott, „UML distilled“ (2te Ausgabe), Addison Wesley
  - Original-Artikel: http://c2.com/doc/oopsla89/paper.html
- Design by Contract
  - Konzentriert: Fowler & Scott, „UML distilled“ (2te Ausgabe), Addison Wesley
  - Original-Buch: Bertrand Meyer, „Object-oriented Software Construction“, Prentice Hall, 1997.
    - ⇨ Ein Klassiker!

OO Modellierung: Literatur

- Design by Contract (ff)
  - Bertrand Meyer: “Applying Design by Contract”
    Erschienen in “Computer”, Vol. 25 Issue 10, October 1992, page 40-51,
    IEEE Computer Society Press Los Alamitos, CA, USA,
    http://dx.doi.org/0.1109/2.161279
- Abhängigkeiten (Stable dependency principle, …)
  - Robert C. Martin: Design Principles and Design Patterns
    http://www.objectmentor.com/resources/articles/Principles_and_Patterns.PDF
- Aufbrechen von ungünstigen Abhängigkeiten mit aspektorientierter Programmierung
  - Martin E. Nordberg: Aspect-Oriented Dependency Inversion.
    OOPSLA 2001 Workshop on Advanced Separation of Concerns in Object-Oriented Systems, October 2001
    http://www.cs.ubc.ca/~kdvolder/Workshops/ OOPSLA2001/submissions/12-nordberg.pdf