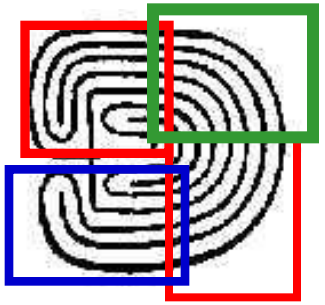


6. Entwurfsmuster

Dr.-Ing. Clemens Reichmann

Clemens.Reichmann@vector.com,
Tel. 0721-91430-200

Institut für Technik der Informationsverarbeitung
Fakultät für Elektrotechnik & Informationstechnik
Universität Karlsruhe (TH)

Inhalt 6. Entwurfsmuster

Literatur

Bücher

GoF

- Erich Gamma, Richard Helm, Ralph Johnson, John Vlissides Entwurfsmuster, Addison-Wesley, 1.Auflage 1996, ISBN 3-8273-1862-9
- B. Brügge, A.H. Dutoit: Objektorientierte Softwaretechnik mit UML, Entwurfsmustern und Java, Pearson 2004
- *Patternorientierte Softwarearchitektur*, Frank Buschmann, Regine Meunier, Hans Rohnert, Peter Sommerland, Michael Stal. Addison-Wesley 1998
- *The Design Patterns*, James W.Cooper, Addison-Wesley 1998

Internet

- http://www.cmcrossroads.com/bradapp/docs/patterns-nutshell.html
- http://www.csc.calpoly.edu/~dbutler/tutorials/winter96/patterns
- http://www.javaworld.com/javaworld/jw-05-2003/jw-0530-designpatterns.html
- http://java.sun.com/blueprints/patterns

6.1 Erfolgreiche Architekturen ...

Die Cheops Pyramide
Erbaut: 2551 bis 2528 v.Chr

Das Reichstagsgebäude
Erbaut: 1884 – 1894
Die Glaskuppel
Erbaut: 1995 – 1999

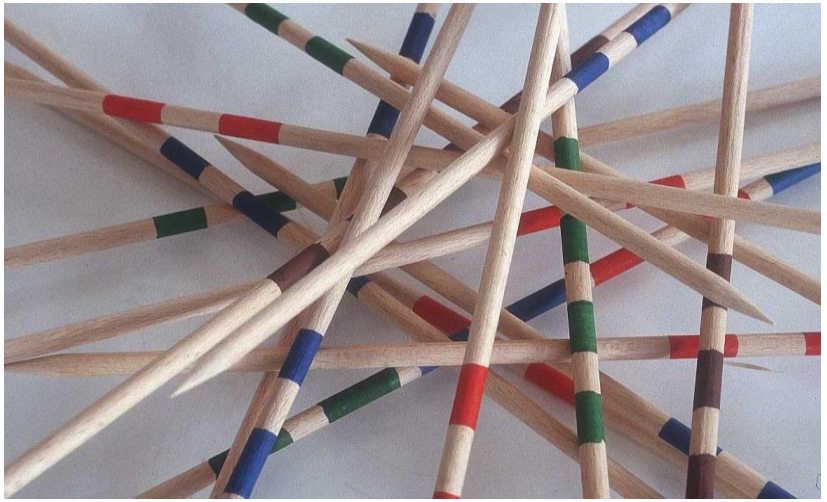
und nicht ganz so erfolgreiche ...

Der Schiefe Turm zu Pisa
Erbaut: 12. Jahrhundert
Der Untergrund erwies sich als nicht tragfähig genug für den Turm.

Die Knickpyramide
Erbaut: 2570 – 2480 v.Ch
Die Steigung der unteren Pyramide erwies sich als zu steil. Um ein Abrutschen zu verhinden wurde der obere Teil deutlich flacher gebaut.

Begriff: Entwurfsmuster

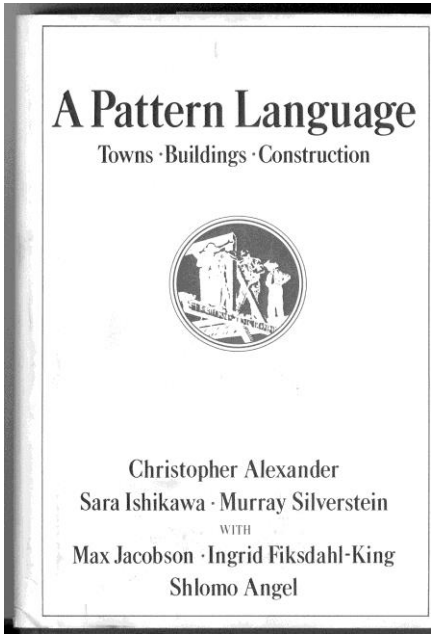
- Ein Software-Entwurfsmuster beschreibt eine Familie von Lösungen für ein Software-Entwurfsproblem.
- Das Ziel eines Entwurfsmusters ist die Wiederverwendbarkeit von Entwurfswissen.



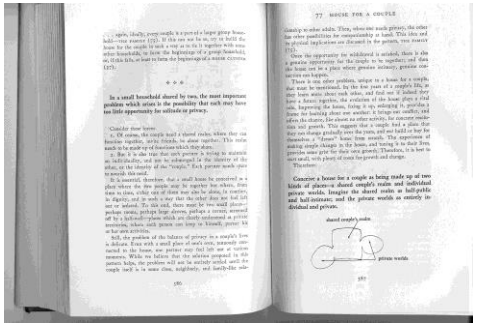
- Entwurfsmuster sind für den Entwurf (oder das Programmieren im Großen) was Algorithmen für das Programmieren im Kleinen sind.

Begriffsbestimmung: Was sind Entwurfsmuster

- Zitat:
  - "Ein Entwurfsmuster beschreibt ein Problem, das **immer wieder in unserer Umwelt vorkommt**, und beschreibt dann den **Kern einer Lösung** des Problems, so dass die Lösung millionenfach für Probleme dieses Typs verwendet werden kann, ohne zweimal genau dasselbe zu tun." (frei nach C.Alexander, Gamma et.at. S. 2).

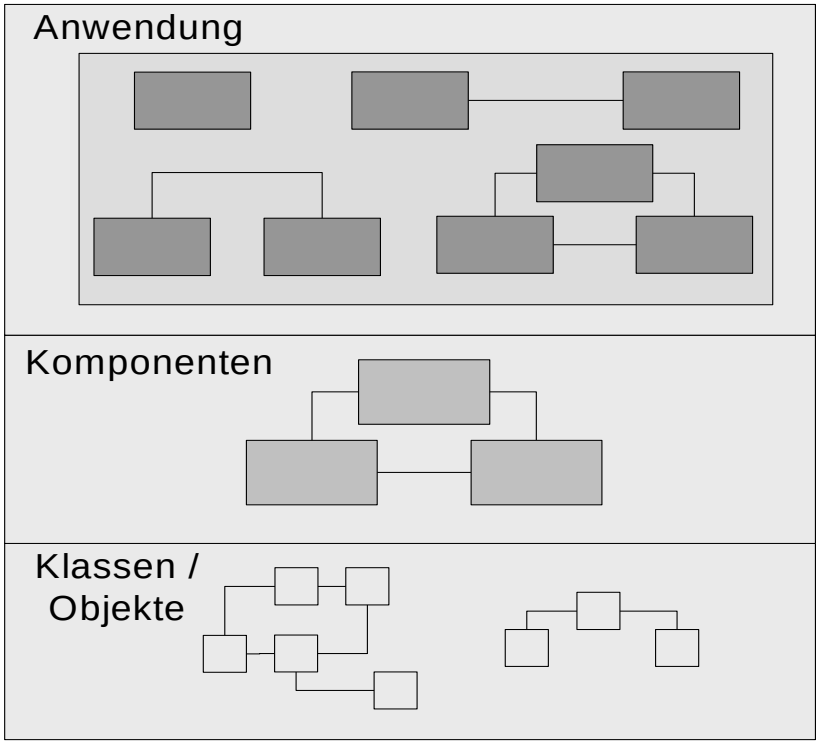


- Entwurfsmuster sind **abstrakte Anweisungen**, wie Software **implementiert werden kann**, damit bestimmte Eigenschaften eines Entwurfs erreicht werden, z.B. Änderbarkeit, Wartbarkeit, Wiederverwendbarkeit....

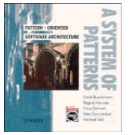


- Entwurfsmuster sind **programmiersprachenunabhängig**

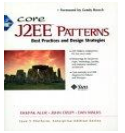
Ebenen zum Einsatz von Pattern



Musterarchitekturen ← **Architektur Pattern**



Architekturmuster ← **J2EE-Patterns**



Entwurfsmuster ← **GoF-Patterns**

Entwurfsmuster und persönliche Erfahrung

- Entwurfsmuster:
  - eine Zwischenlösung zwischen Frameworks und persönlicher Erfahrung

- Persönliche Erfahrung:
  - Schwierigster Weg:
    - nicht dokumentiert, daher schlecht nachvollziehbar
    - von Person zu Person unterschiedlich
  - Wichtigster Weg:
    - Software-Entwurf ist keine mechanische Tätigkeit, sondern ein **kreatives Abwägen von Alternativen**, dass auf den Menschen angewiesen ist und sich (noch?) nicht automatisieren lässt.

Was sind Entwurfsmuster nicht

- Rezepte
  - Rezepte können blind angewandt werden. Entwurfsmuster müssen zu ihrer Anwendung verstanden werden, da sie wegen der breiten Anwendbarkeit sehr abstrakt sind.
- Entwurfs-Regeln
  - Entwurfsmuster sind keine starren Vorgaben, sondern flexible, **anpassbare Vorschläge**
- Frameworks
  - Frameworks sind komplette Speziallösungen
- Idiome
  - Idiome (Programmierstile) sind sprachspezifische Konstrukte

Bestandteile von Entwurfsmustern

- Mustername
  - Stichwort zur Benennung von Mustern
  - Wichtig für den Austausch mit Kollegen
  - wichtig zum klareren Denken in Entwurfsmustern
- Problemabschnitt
  - Wann ist das Muster anzuwenden?
  - Welches Problem wird adressiert?
  - Was ist der Kontext?

Bestandteile von Entwurfsmustern

- Lösungsabschnitt
  - Aus welchen Elementen besteht die Lösung?
  - Welche Beziehungen bestehen zwischen den Elementen?
  - Wofür sind die Elemente zuständig?
  - Wie arbeiten die Elemente zusammen?
- Konsequenzabschnitt
  - Welche Vorteile hat die Anwendung dieses Musters?
  - Welche Nachteile hat die Anwendung dieses Musters?

Anwendung von Entwurfmustern

- Anhand der Beschreibungen der Entwurfsmuster (Konsequenzen!) ein passendes auswählen
- Übertragen des Entwurfsmusters in den konkreten Anwendungsfall

Warum Entwurfsmuster?

- Die Wiederverwendung von objektorientierten Programmen (Klassen) wird oft dadurch verhindert, dass zwar im Wesentlichen die erforderliche Funktion durch eine Klasse realisiert wird, aber bestimmte Details nicht ausreichend realisiert sind.
  ➔ Die Klasse wird erneut programmiert, wobei **nur kleine Änderungen** vorgenommen werden.
- Die Wiederverwendbarkeit der Klasse erhöht sich bei jedem Neuentwurf.
- Je nach Erfahrung des Programmierers wird nach einer kleineren oder größeren Anzahl von Entwürfen eine Klasse programmiert, die sich ohne wesentliche Änderungen wieder verwenden lässt.

Warum Entwurfsmuster? (II)

- Dabei stellt sich heraus, dass bei einem guten Entwurf weniger das konkret gelöste Problem im Vordergrund steht. Vielmehr ist ein allgemeines Prinzip realisiert worden, das sich auf viele konkrete Gegebenheiten anwenden lässt.
- Dieses allgemeine Prinzip lässt sich als Entwurfsmuster formulieren.
- In guten Entwurfsmustern stecken die Erfahrungen guter Programmierer.
- Durch die Kenntnis von Entwurfsmustern gelingt es auch weniger erfahrenen Programmierern
  - **gut strukturierte** und **wiederverwendbare** Programme selbst zu entwickeln,
  - von anderen entwickelte Programme zu verstehen und
  - nachzunutzen.

Warum Entwurfsmuster? (III)

- Entwurfsmuster sind **nicht für spezielle Programmiersprachen** entwickelt. Sie beschreiben vielmehr allgemeine Programmierprobleme und deren prinzipielle Lösung. Sie lassen sich in allen Sprachen in konkrete Programme umsetzen.
- Entwurfsmuster helfen dem Programmierer, sein **Problem zu verstehen**, zu strukturieren und mit Hilfe eines Programmes ggf. unter Verwendung vorhandener Bausteine zu lösen.
- Die Entwicklung von Entwurfsmustern beeinflusst die Entwickler von Programmiersprachen.

Nachteile von Entwurfsmustern

- Nachteile:
  - manchmal zu kompliziert
  - noch keine umfassenden, praktikablen Kataloge
  - nur für eine bestimmte Ebene des Entwurfs sinnvoll
  - Lohnen sich nur, wenn Flexibilität und Erweiterbarkeit notwendig sind
  - Machen Programme komplexer
  - Oftmals umständliche Lösungen
  - Verlängern die Laufzeit
  - Sind ein Kostenfaktor

Schwierige Entwurfstätigkeiten

- Finden passender SW-Objekte
  - die während der Analyse-Phase gefundenen Objekte reichen oft nicht
- Festlegen der Objektgranularitäten
  - komplexe Objekte dürfen nicht beliebig groß werden
- Festlegen der Objekt/Methodenschnittstellen
  - mit den richtigen Schnittstellen steht und fällt ein Entwurf
- Festlegen der Objektimplementierung
  - der richtige Einsatz von Vererbung kann den Aufwand vermindern
- Wiederverwendungsmechanismen aktiv und passiv nutzen / vorsehen
  - Vererbung ist bei weitem nicht die einzige Möglichkeit

Beispiele für Entwurfsentscheidungen

- Implementierung der Part-Of-Relation?
  - als Objekt, Zeiger, Liste, Array, ...
- Virtuelle Methoden oder parametrisierte Typen?
  - Flexibilität zur **Laufzeit** oder nur zur **Compilezeit**
  - weniger oder mehr Effizienz bei der Ausführung des Programms
- Vererbung oder Delegation?
  - vermeiden von Mehrfachvererbung auf Kosten eines komplexeren Entwurfs
- Behandlung von mehrdimensionalen Klassifizierungshierarchien?
  - durch Mehrfachvererbung oder mit parametrisierten Typen?

→ Erfahrung und Problemkenntnisse nötig

Any Questions ?

6.3 Klassifikation

Zweck	**Erzeugende**	**Strukturelle**	**Verhaltensabhängige**
Klasse	Fabrik	Adapter	Interpreter
Objekt	Abstrakte Fabrik Prototyp Einzelstück Builder	Adapter Brücke Fassade Stellvertreter Composite Decorator	Kommando Strategie Iterator Visitor Chain of Responsibility Mediator Memento Flyweight Observer State

Einteilung der Entwurfsmuster

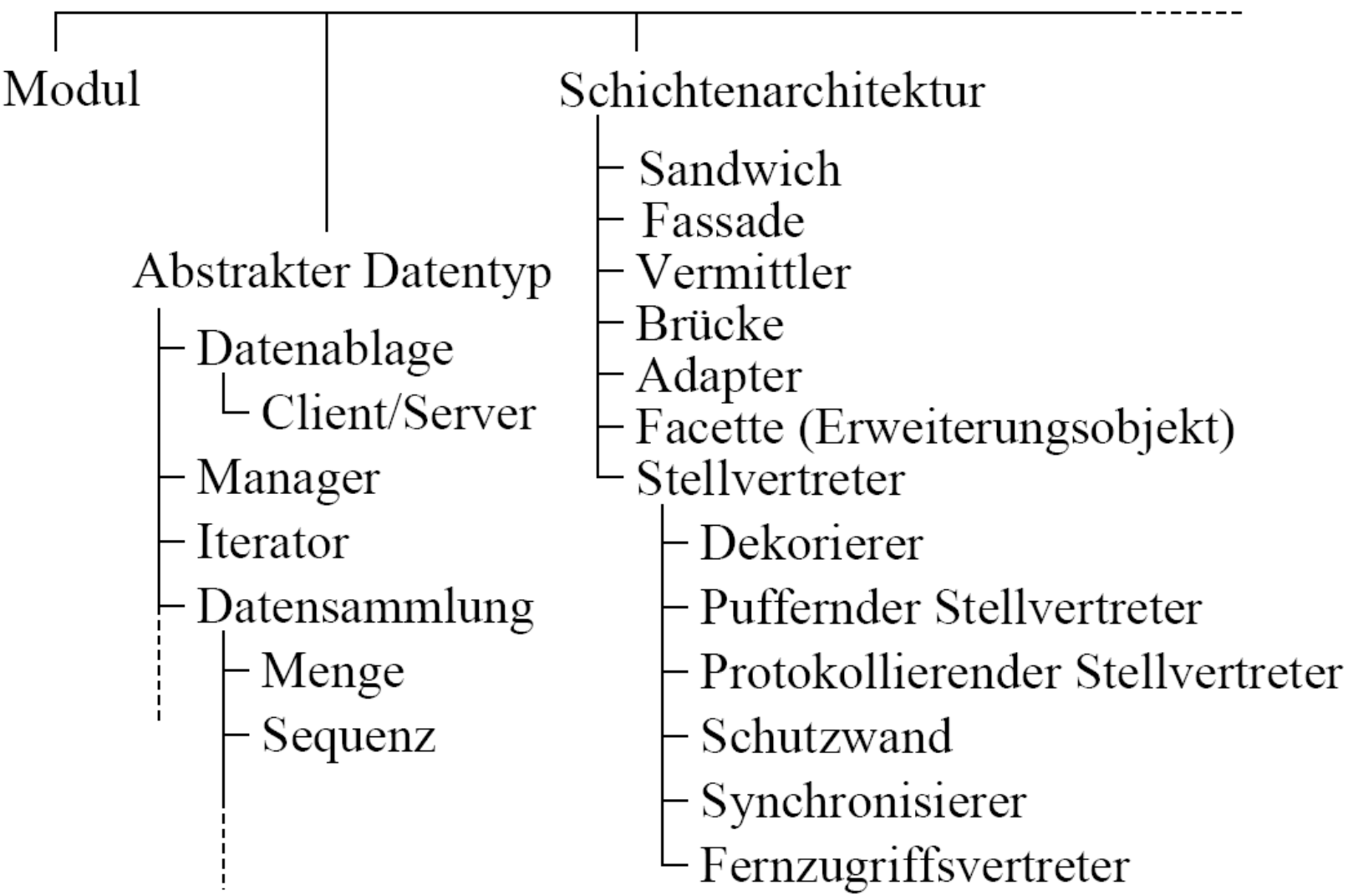
- A. Entkopplungs-Muster
- B. Varianten-Muster
- C. Zustandshandhabungs-Muster
- D. Steuerungs-Muster
- E. Virtuelle Maschinen
- F. Bequemlichkeits-Muster

Entwurfsmuster-Kategorien nach Verwendungszweck

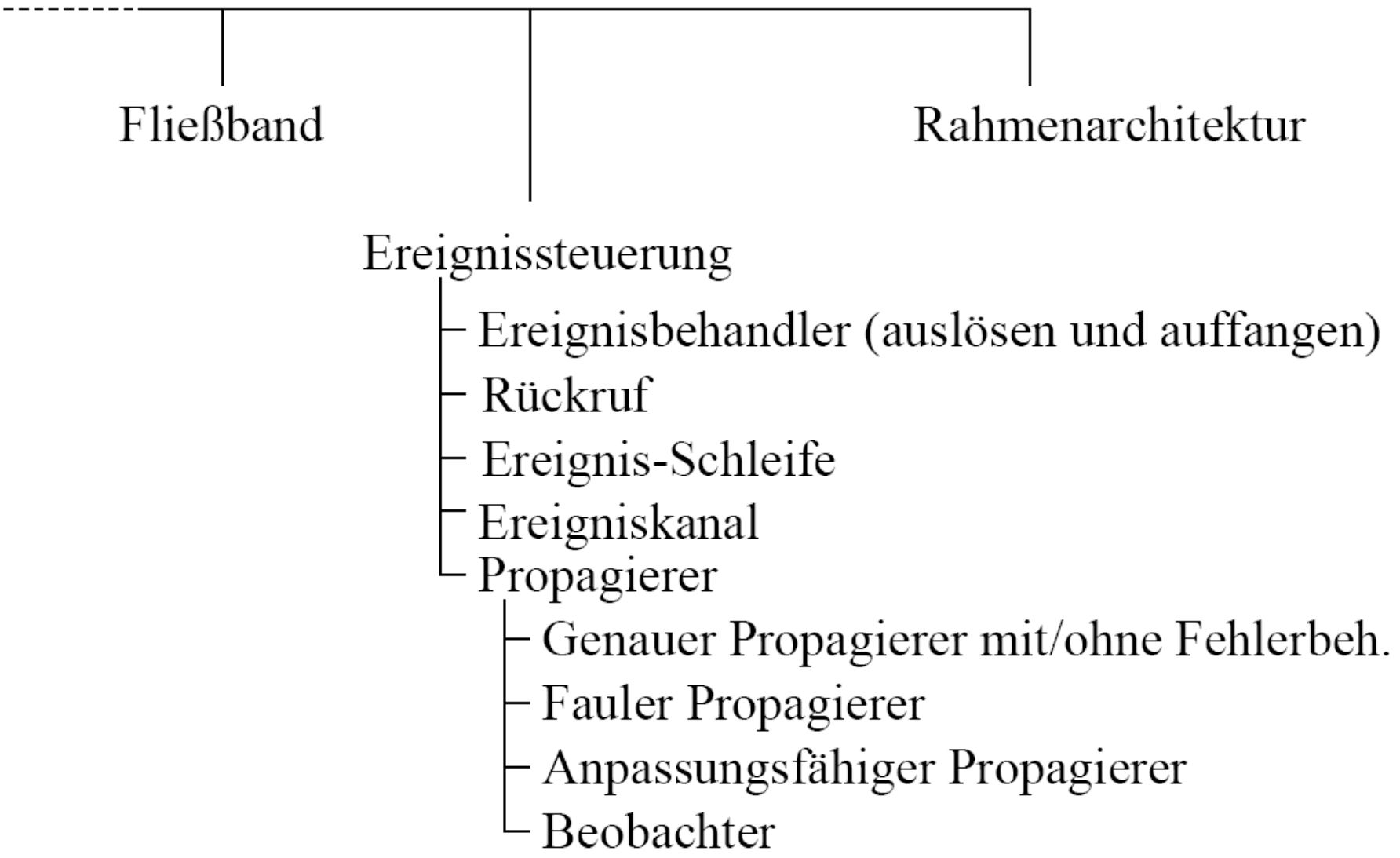
A. Entkopplungs-Muster:

- Entkopplungs-Muster **teilen ein System in mehrere Einheiten**, so dass einzelne Einheiten unabhängig voneinander erstellt, verändert, ausgetauscht und wiederverwendet werden können.
- Der Vorteil von Entkopplung ist, dass ein System durch lokale Änderungen verbessert, angepasst und erweitert werden kann, ohne das ganze System zu modifizieren.
- Mehrere der Entkopplungsmuster enthalten ein **Kopplungsglied**, das entkoppelte Einheiten über eine Schnittstelle kommunizieren lässt. Diese Kopplungsglieder sind auch für das Koppeln unabhängig erstellter Einheiten brauchbar.

A. Entkopplungs-Muster (I)



A. Entkopplungs-Muster (II)

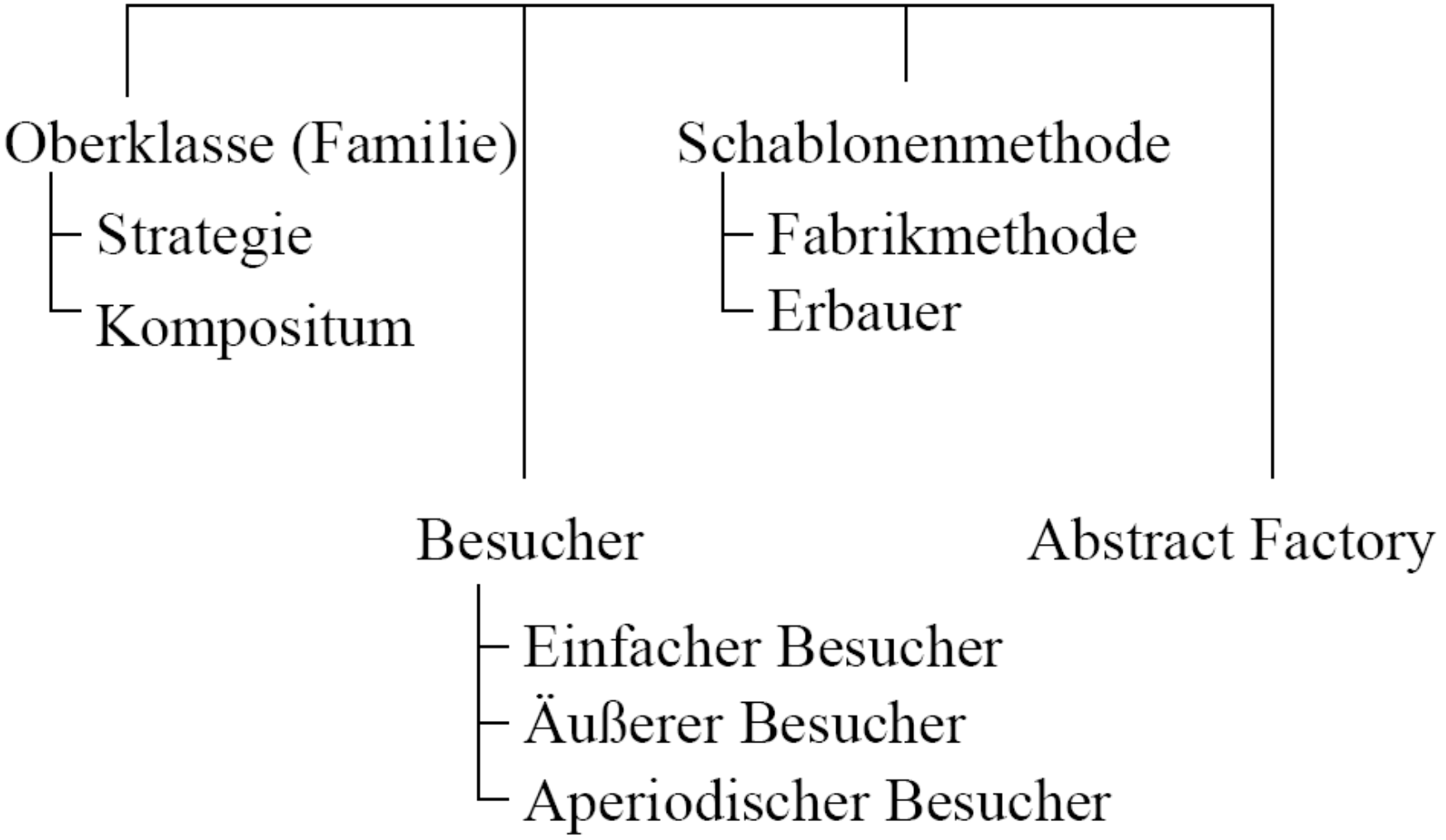


Entwurfsmuster-Kategorien nach Verwendungszweck

B. Varianten-Muster:

- In Mustern dieser Gruppe werden **Gemeinsamkeiten** von verwandten Einheiten aus ihnen herausgezogen und an einer einzigen Stelle beschrieben.
- Aufgrund ihrer Gemeinsamkeiten können unterschiedliche Komponenten im gleichen Programm danach einheitlich verwendet werden und **Wiederholungen desselben Codes werden vermieden**.

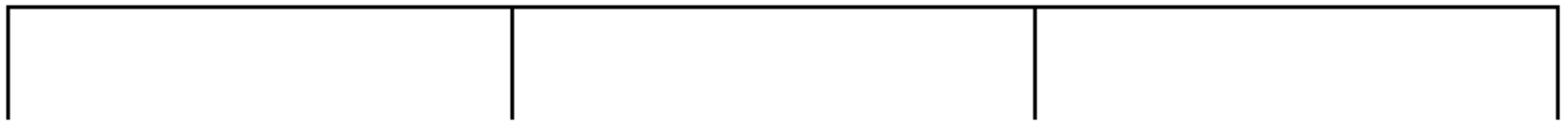
B. Varianten-Muster



Entwurfsmuster-Kategorien nach Verwendungszweck

C. Zustandshandhabungs-Muster:

- Die Muster dieser Kategorie bearbeiten den Zustand von Objekten, unabhängig von deren Zweck.



Memento
(Zustand externalisieren)

Prototyp
(Cloneable)

Fliegengewicht

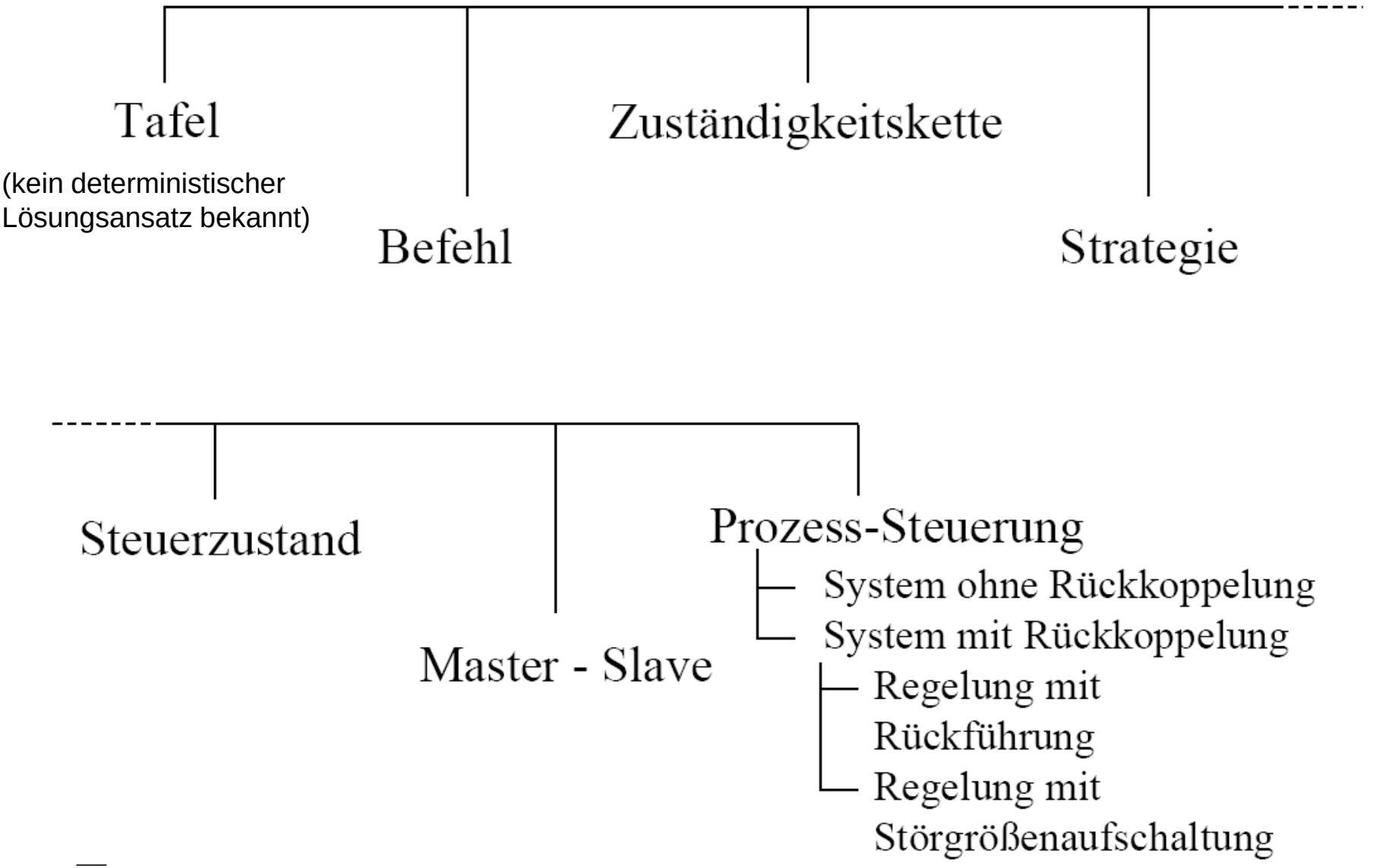
Einzelstück

Entwurfsmuster-Kategorien nach Verwendungszweck

D. Steuerungs-Muster:

- Muster dieser Gruppe steuern den **Kontrollfluss**. Sie bewirken, dass zur richtigen Zeit die richtigen Methoden aufgerufen werden.

D. Steuerungs-Muster

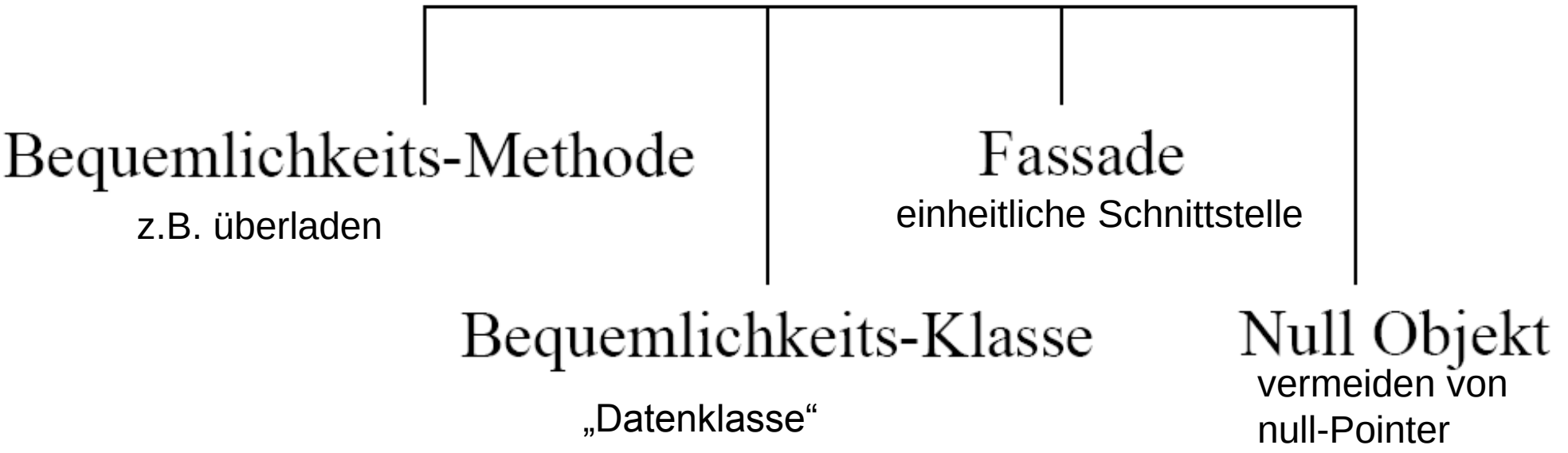


Entwurfsmuster-Kategorien nach Verwendungszweck

E. Virtuelle Maschinen:

- Virtuelle Maschinen erhalten Daten und ein Programm als Eingabe und **führen das Programm selbständig** an den Daten aus.
- Virtuelle Maschinen sind in Software, nicht in Hardware implementiert.

F. Bequemlichkeits-Muster



Beispiele für häufige Fehler

- Ein Objekt direkt aus einer Klasse erzeugen
  - Lösung: Abstrakte Fabrik, Prototyp
- Abhängigkeit von einer bestimmten Methode
  - Lösung: Kommando
- Abhängigkeit von Hard- /Software
  - Lösung: Abstrakte Fabrik, Brücke
- Abhängigkeit von Implementierungen
  - Lösung: Abstrakte Fabrik, Stellvertreter
- Abhängigkeit von Algorithmen
  - Lösung: Strategie, Besucher
- Zusammenhängende Objekte
  - Lösung: Fassade, Mediator
- Unmöglichkeit Klassen zu ändern
  - Lösung: Adapter, Dekorieren

Fragen ?

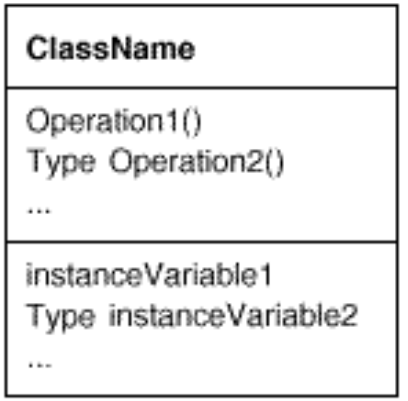
6.3.1. Entkoppelungs-Muster (A)

- Abstrakter Datentyp
- Modul
- Datenablage (Repository)
- Client/Server
- Iterator
- Datenablage (Collections)
- Schichtenarchitektur
- Brücke
- Vermittler (Mediator)
- Brücke
- Adapter
- Stellvertreter (Proxy)
- Fließband
- Ereigniskanal
- Rahmenprogramm (Framework)

Abstrakter Datentyp

- Ein abstrakter Datentyp (ADT) definiert einen neuen Datentyp zusammen mit geeigneten Operationen. Die Implementierung dieses Datentyps ist wie beim Modul hinter einer abstrakten (änderungs-unempfindlichen) Schnittstelle verborgen.

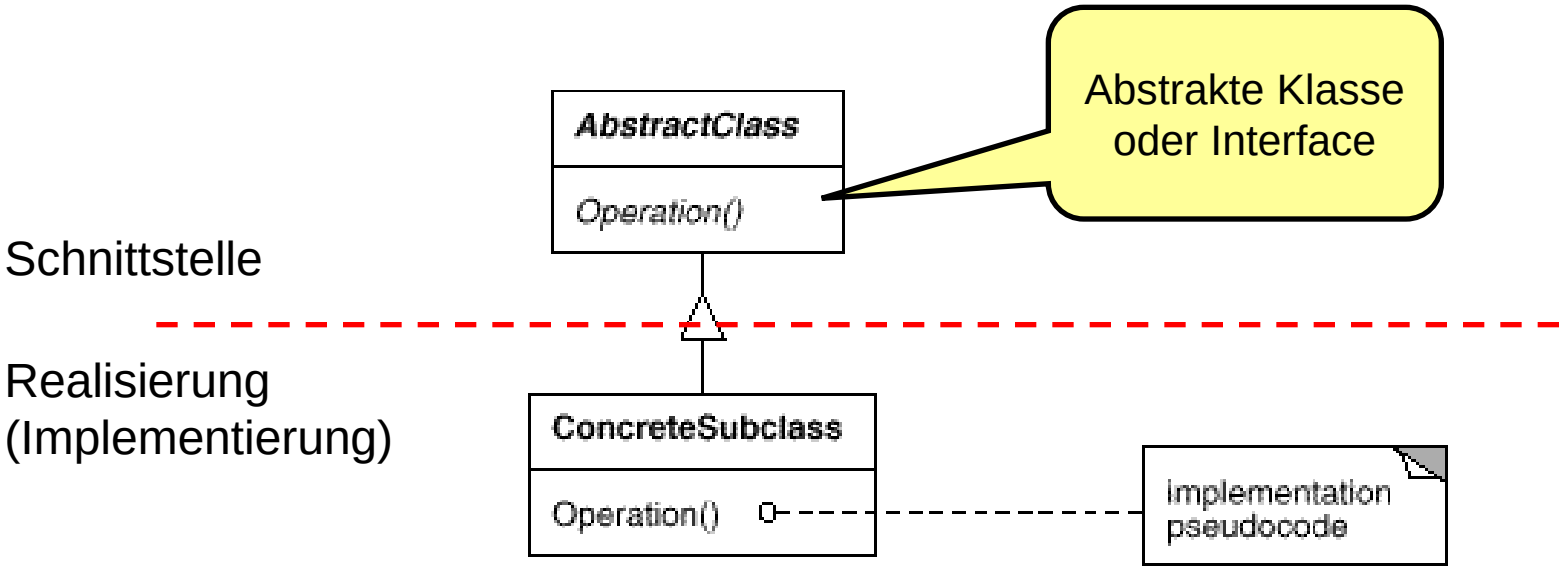
  → **OO Klasse**



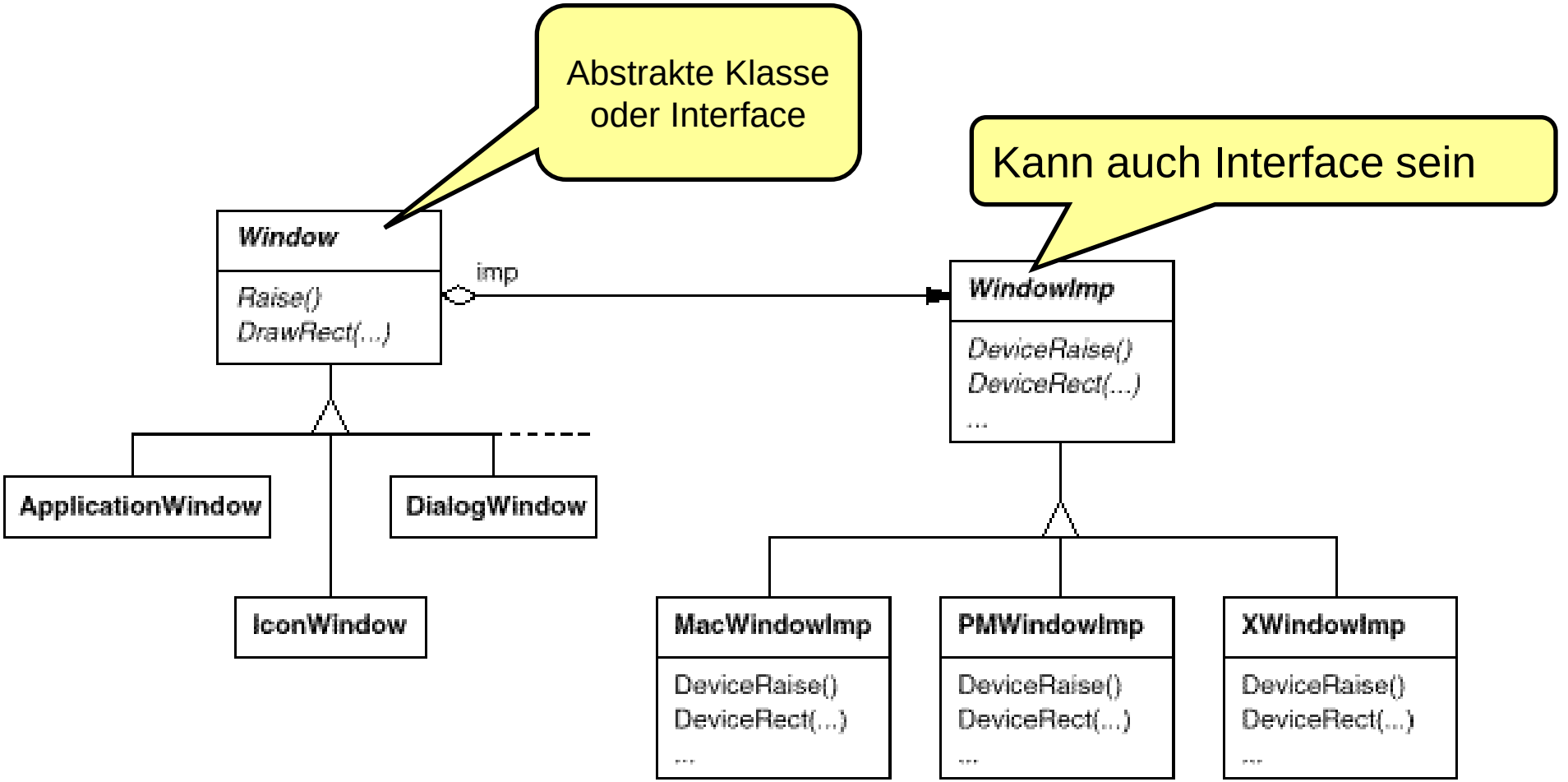
- Unterschiede zum Modul:
  - Modul ist i.d.R. eine größere Einheit. Es kann z.B. mehrere voneinander abhängige ADTs zusammenfassen. (Beispiel: eine Aggregatsklasse mit zugehörigem Iterator.)
  - Von einem **ADT** kann man beliebig viele Exemplare anlegen; von einem **Modul** gibt es in jedem Programm nur ein Exemplar.

Abstrakter Datentyp

- Konkrete Klasse hat die Verpflichtung die Operation zu implementieren
  - Trennung von Interface und Implementierung



Beispiel: Abstrakter Datentyp



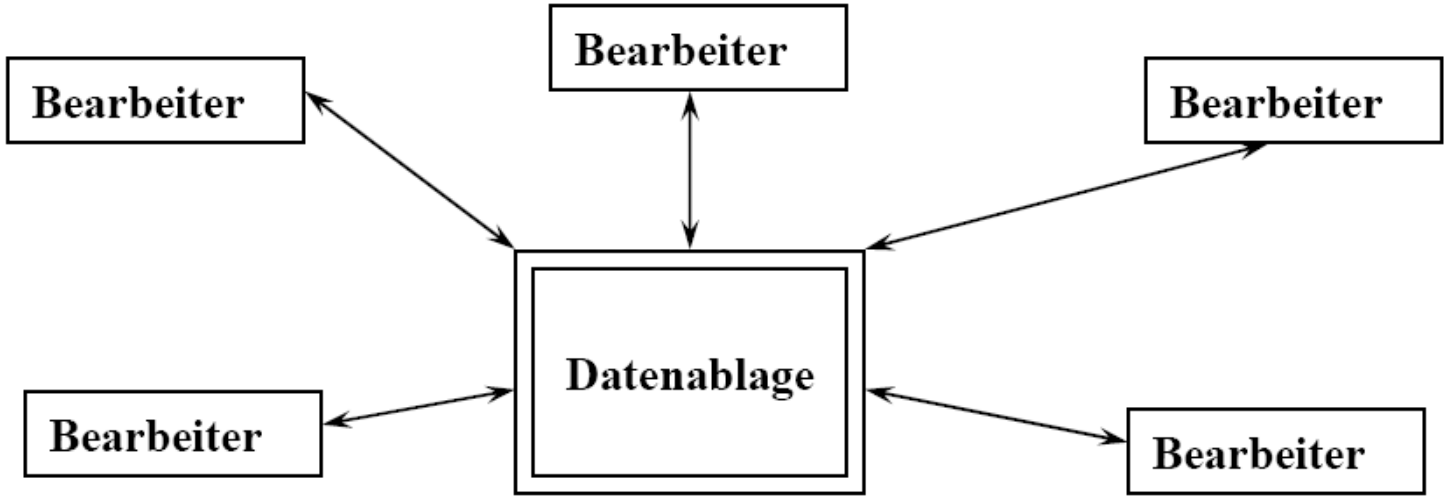
Modul

- Ein Modul ist eine Menge von Programmkomponenten, die gemeinsam entworfen und verändert werden; diese Komponenten werden hinter einer **änderungsunempfindlichen Schnittstelle verborgen** (“Geheimnisprinzip”).
- Ziel der Modularisierung ist eine **Entkopplung**:
  - modul-interne Komponenten können verändert oder ersetzt werden, ohne die Benutzer des Moduls anpassen zu müssen.
- Um effektiv zu sein, müssen die **möglichen Änderungen vorausgesehen** und in die Modulstruktur und Schnittstellen hineingeplant werden.

- Kandidaten für Veränderung/Verbergung:
  - Datenstrukturen und Operationen, Größe der Datenstrukturen, Optimierungen
  - maschinennahe Details
  - betriebsystemnahe Details
  - Ein/Ausgabeformate
  - Benutzerschnittstellen
  - Dialog- und Fehlermeldungstexte, Maßeinheiten (Internationalisierung)
  - Reihenfolge der Verarbeitung, Vorverarbeitung, inkrementelle Verarbeitung
  - Zwischenpufferung

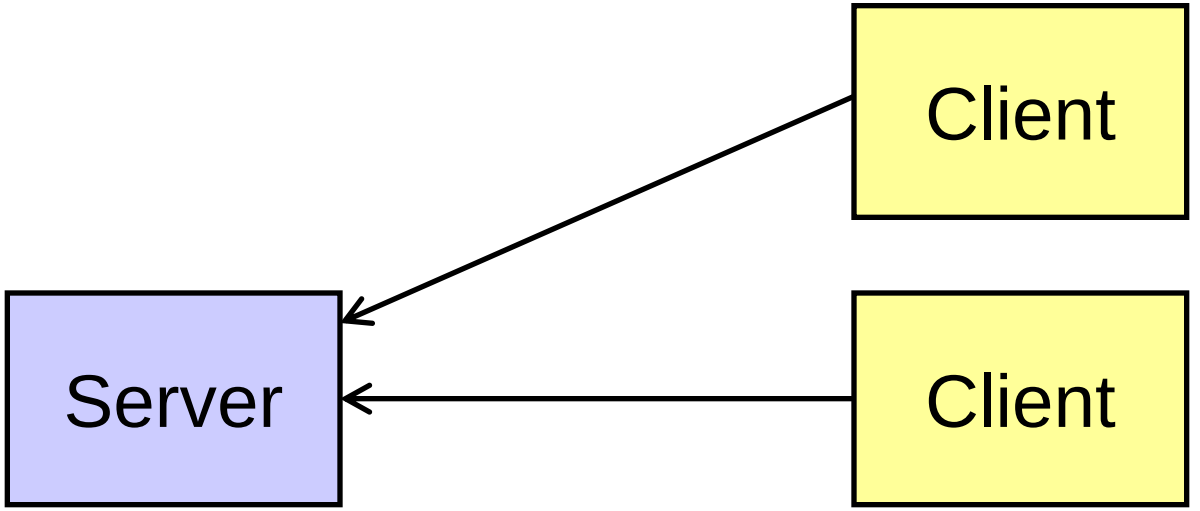
Datenablage (Repository)

- **Zweck**
  - Eine Menge unabhängiger Komponenten kommunizieren über eine zentrale Ablage, in dem sie Elemente in dieser Datenstruktur ablegen oder aus ihr herausholen.

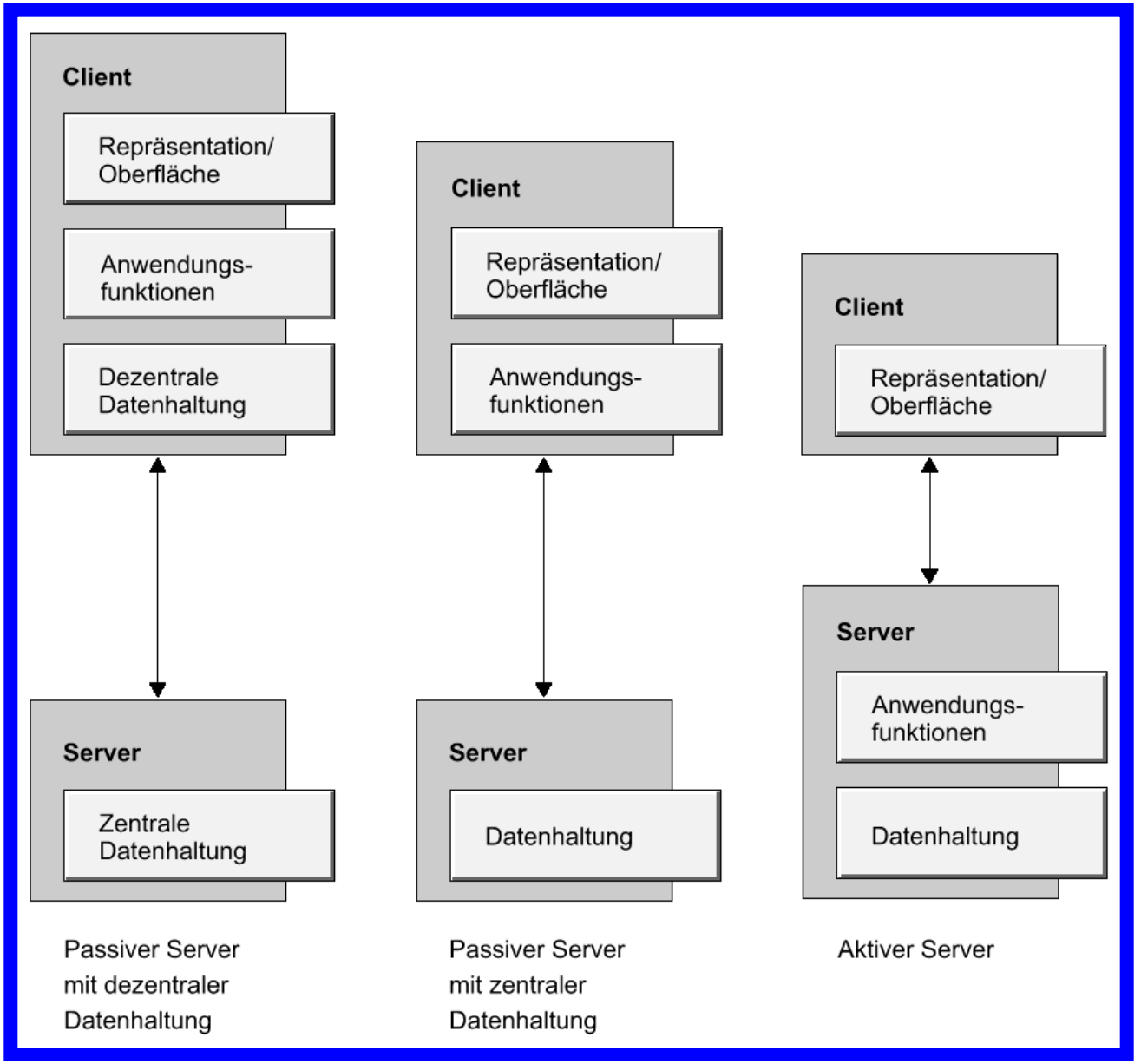


- **Beispiele für große Datenablagen**:
  - Datenbanken, Hypertextsysteme. Zusätzliche Mechanismen gegenüber einfachen Datenablagen: Persistenz, Zugriffskontrolle, Transaktionsverwaltung.

- **Zweck**
  - Verarbeitung im Parallelen
  - Aufgabenteilung
  - Kapselung von Programmeinheiten
  - Ein Server, mehrere Klienten



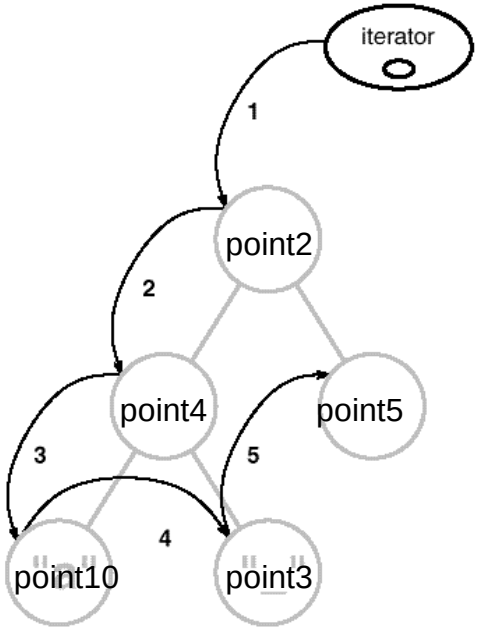
Client/Server

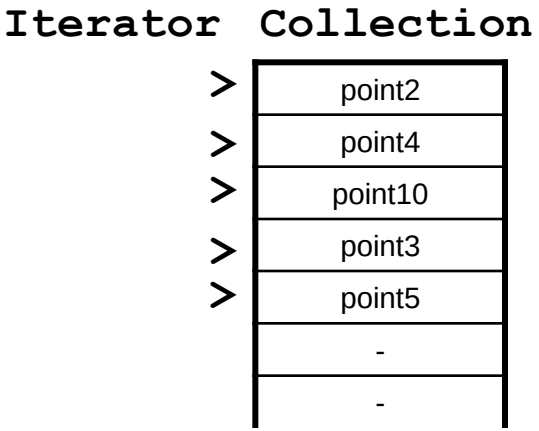


Fragen ?

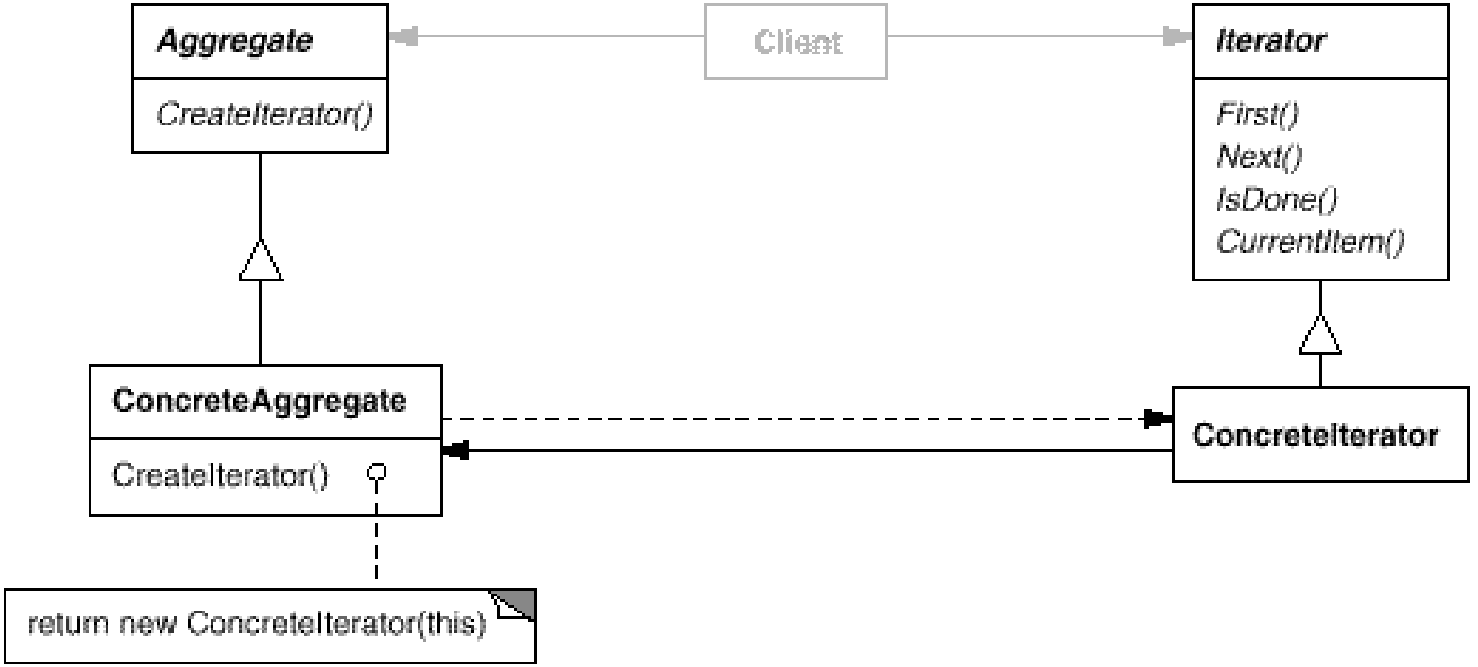
Iterator (Verhaltensmuster)

- Zugriff auf den Inhalt eines zusammengesetzten Objekts, ohne seine interne Struktur offenzulegen
- mehrfache, gleichzeitige Traversierungen auf zusammengesetzte Objekte
- Einheitliche Schnittstelle zur Traversierung unterschiedlich zusammengesetzter Strukturen (polymorphe Iteration)

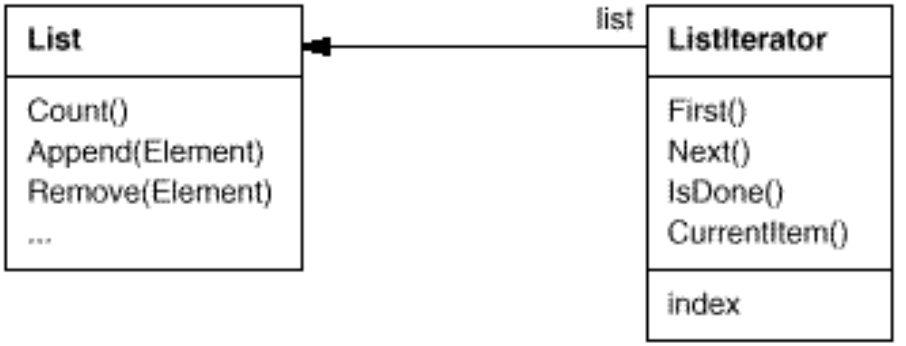




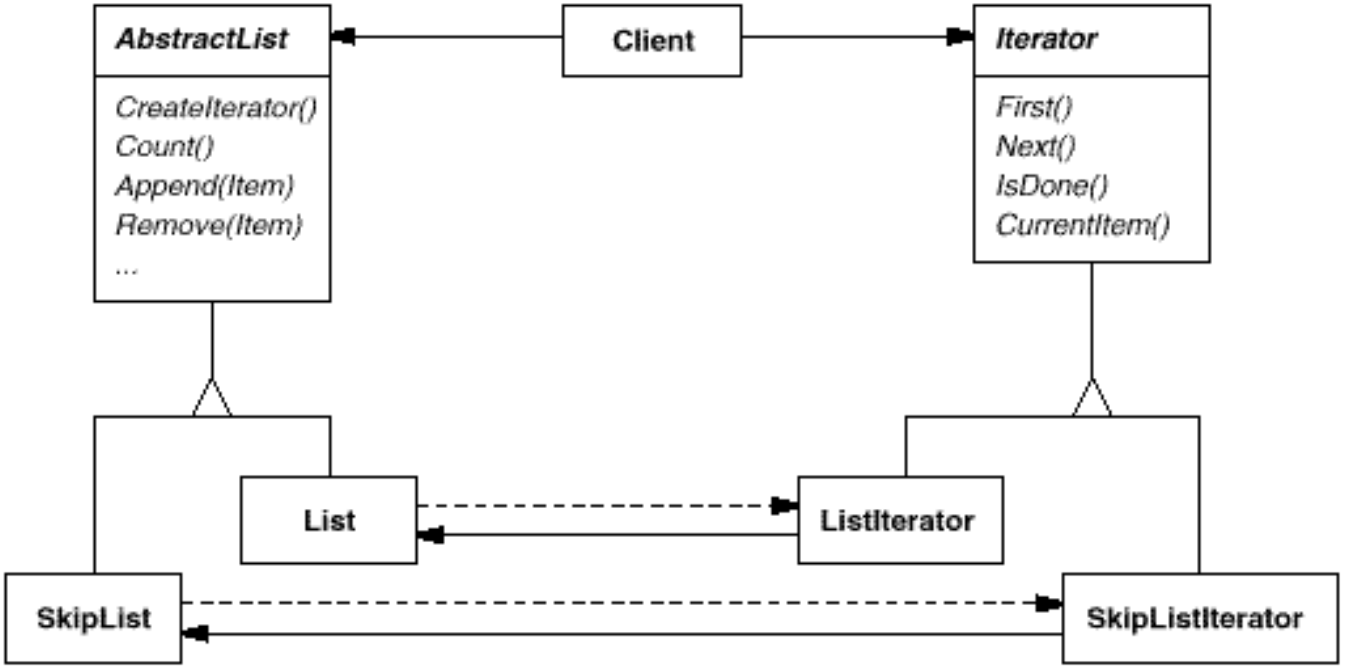
Iterator - Klassendiagramm



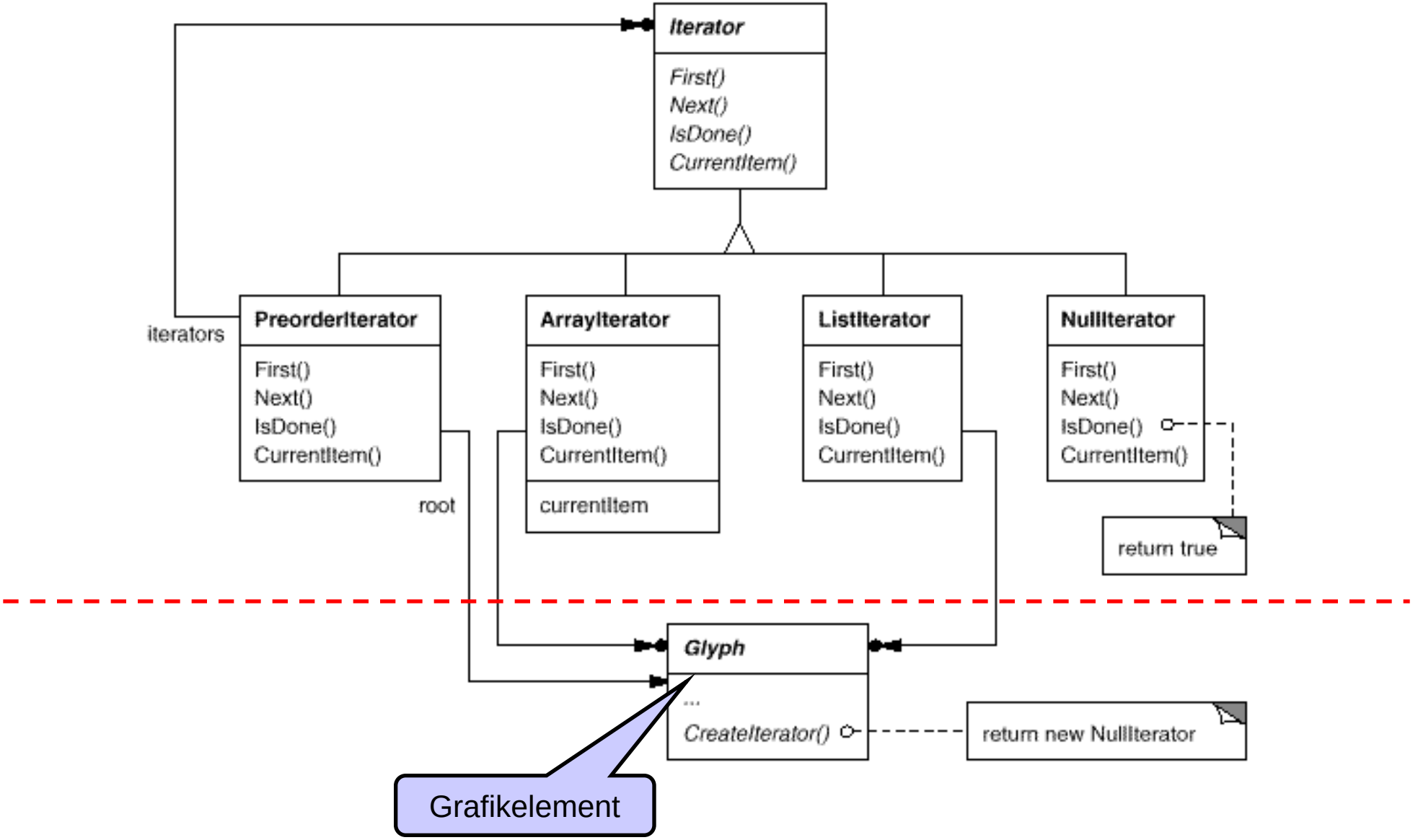
Beispiel eines Aggregats: die Datenstruktur ‚Liste‘



Iterator - Klassendiagramm



Iterator - Klassendiagramm



Iterator-Konzept

- ***Aufzählen der in einem "Behälter" befindlichen Elemente***
  - Keine Aussage über die Reihenfolge!
  - Interface java.util.Iterator

```
interface Iterator {
      public abstract boolean hasNext();
      public abstract Object next();
      public void remove();
}
```

Verwendungs-beispiel:

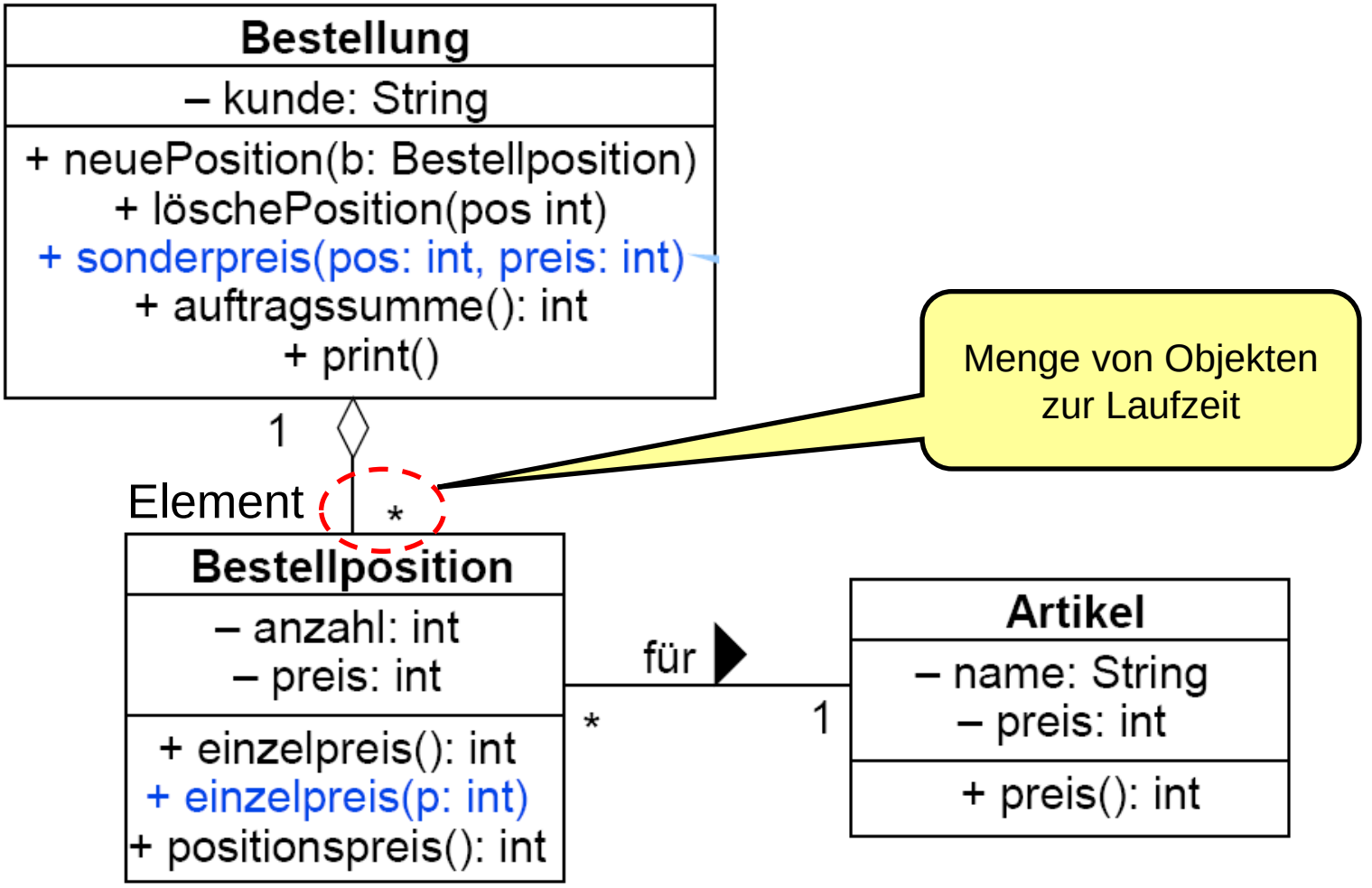
```
Iterator i = ...;
while (i.hasNext()) {
      doSomeThing(i.next());}
```

- ***Erzeugung eines Iterators für eine beliebige Kollektion*** (deklariert in java.util.Collection):

```
public Iterator iterator();
```

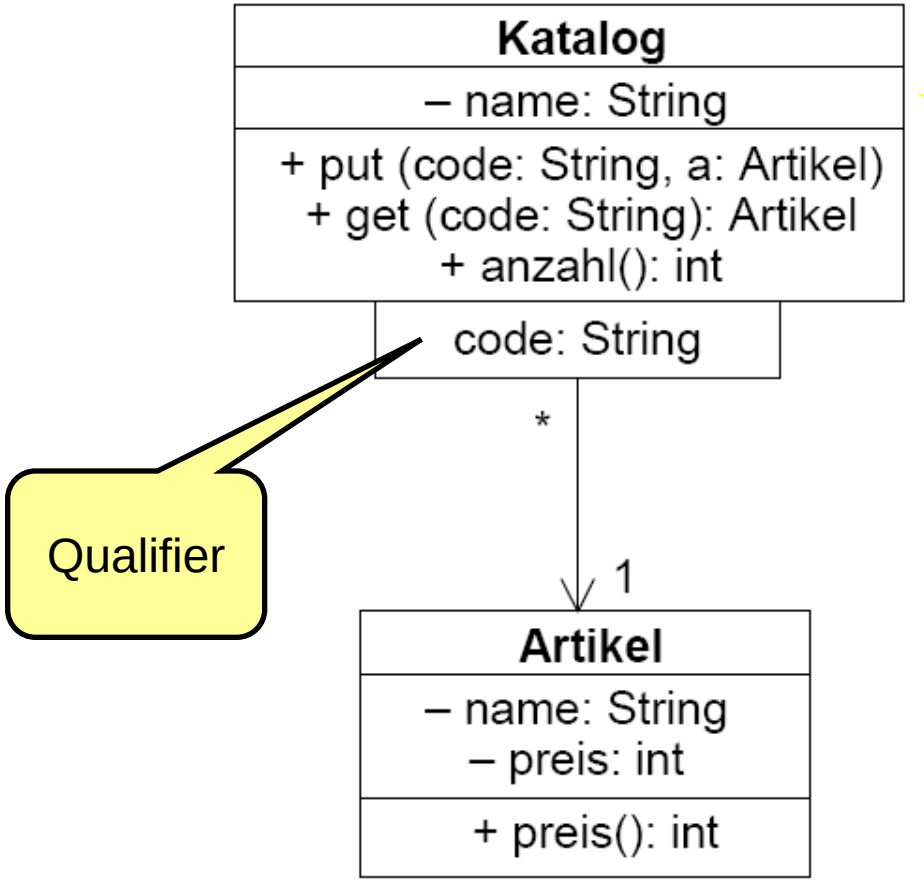
→ Datenablage: Collections

Modellierung: * ← Realisierung?



→ Datenablage: Collections

Qualified Assoziationen



Map:
code -> Artikel
ordnet jedem code seinen Artikel zu.

Qualifier

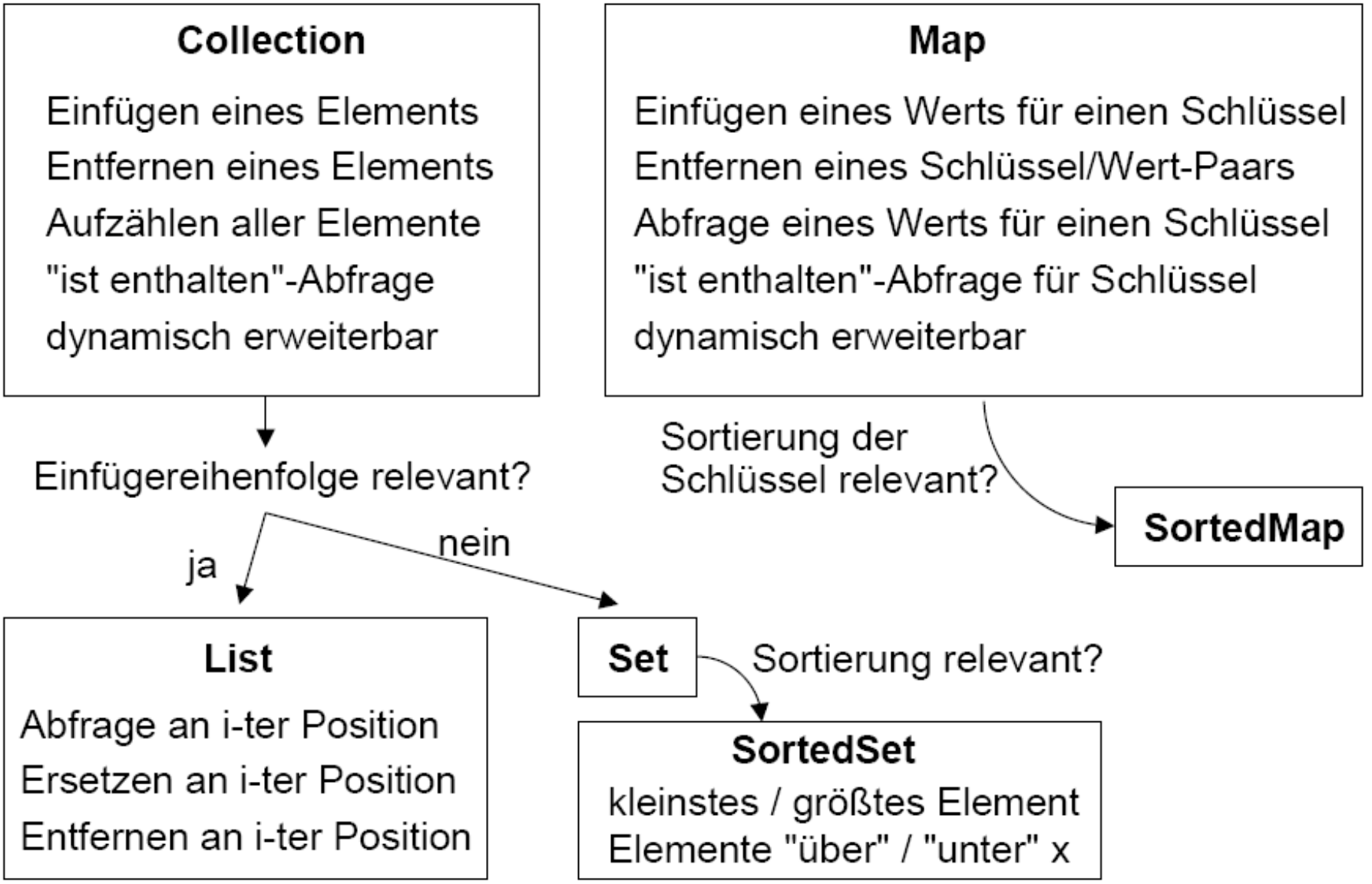
Schlüssel	Wert
„007“	James Bond
„16:50 ab Paddington“	Miss Marple
„10 Gebote“	Die Bibel
…	…

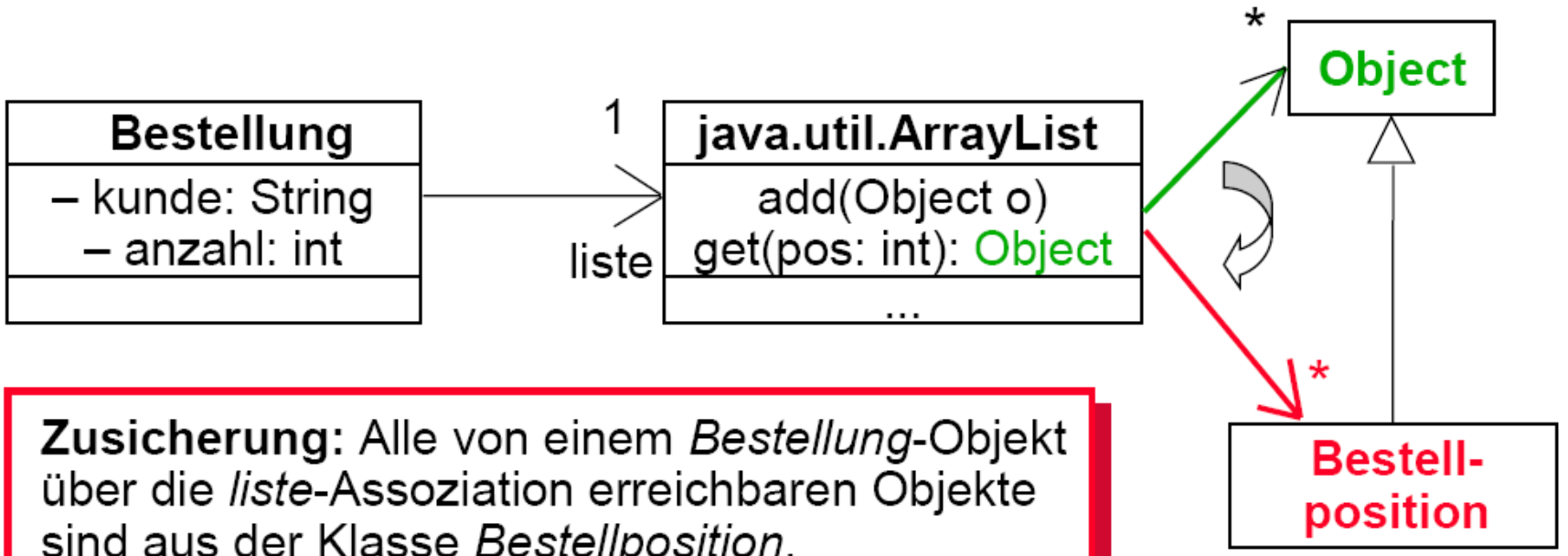
→ Datenablage: Map

Klassifikation von Java-Datenstrukturen

- ***Collection (Kollektion):***
  - Ansammlung von Datenelementen
  - Hinzufügen, Entfernen, Suchen, Durchlaufen
- ***Set (Menge):***
  - Mehrfachvorkommen spielen keine Rolle
  - Reihenfolge des Einfügens spielt keine Rolle
  - ***SortedSet (geordnete Menge)***: Ordnung auf den Elementen
- ***List (Liste):***
  - Mehrfachvorkommen werden separat abgelegt
  - Reihenfolge des Einfügens bleibt erhalten
- ***Map (Abbildung):***
  - Zuordnung von Schlüsselwerten auf Eintragswerte
  - Mehrfachvorkommen bei Schlüsseln verboten, bei Einträgen erlaubt
  - ***SortedMap (geordnete Abbildung)***: Ordnung auf den Schlüsseln

Suche nach vorgefertigten Lösungen





Zusicherung: Alle von einem *Bestellung*-Objekt über die *liste*-Assoziation erreichbaren Objekte sind aus der Klasse *Bestellposition*.

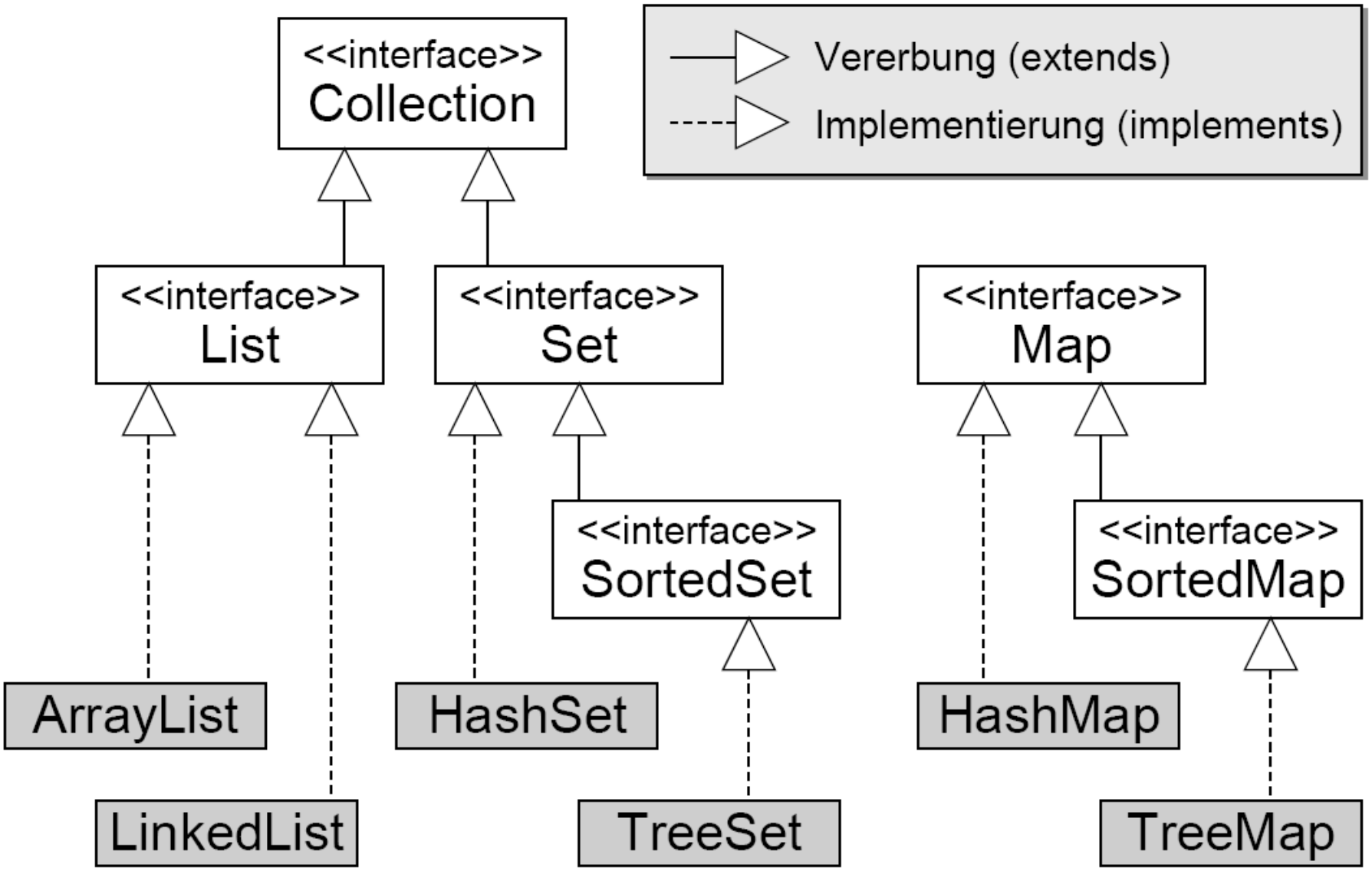
Typanpassung (cast):

Explizite Typanpassung (*dynamic cast*) erforderlich,wenn Operationen der Unterklasse auf Objekte anzuwenden sind, die sich in Variablen einer Oberklasse befinden:

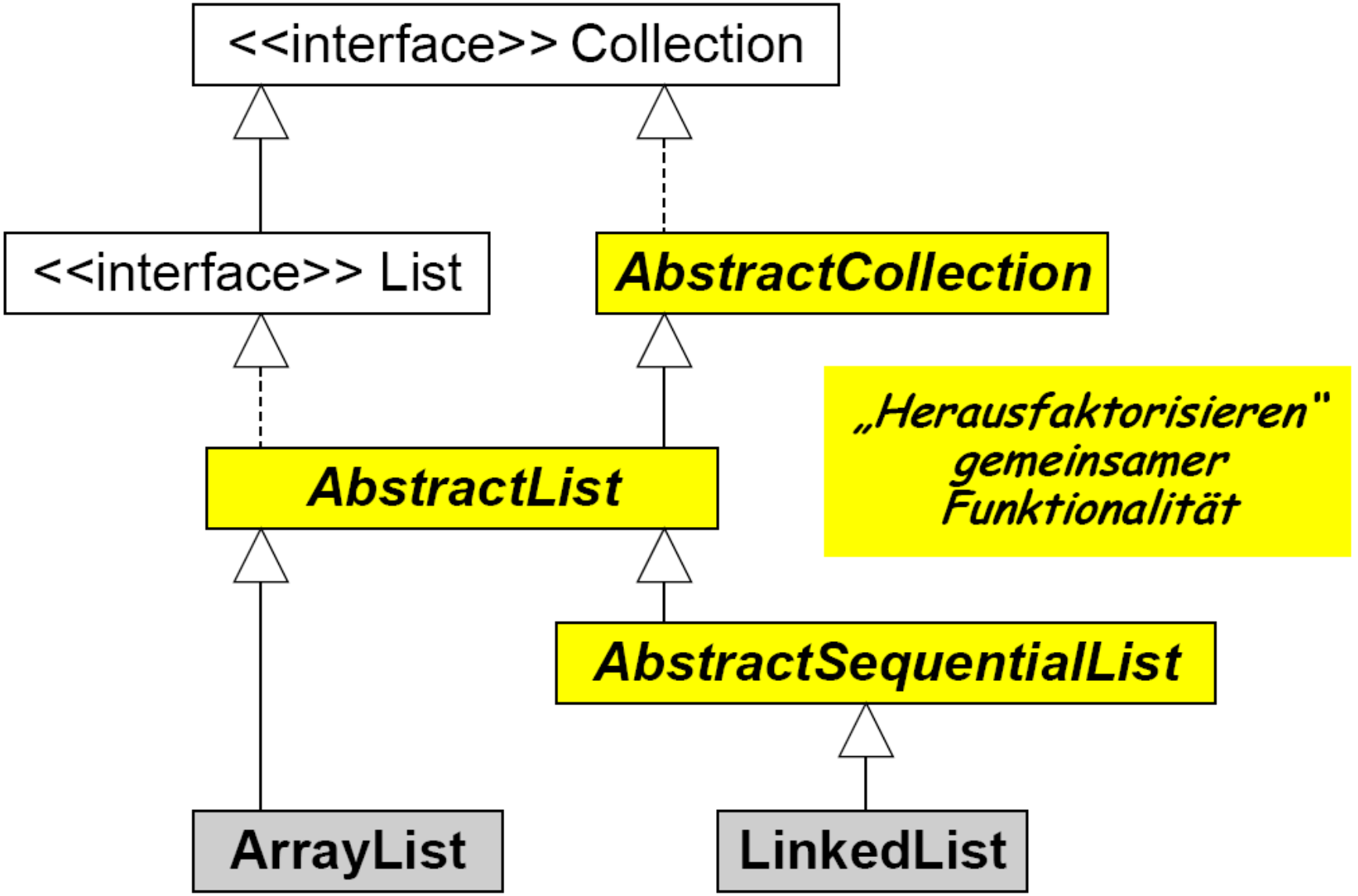
(Typ) Variable

hier: `(Bestellposition)liste.get(i)`

Implementierungen im Collection-Framework

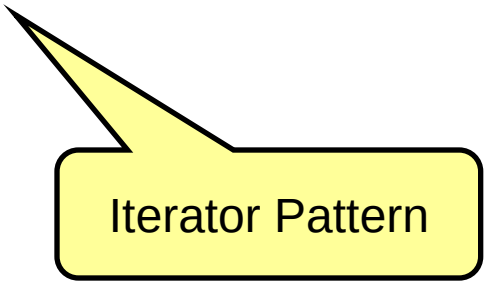


... tatsächlich noch etwas komplexer, z.B.:



java.util.Collection (Auszug aus Protokoll)


```
public interface Collection {
   public boolean add (Object o);
   public boolean remove (Object o);
   public void clear();
   public boolean isEmpty();
   public boolean contains (Object o);
   public int size();
   ...
   public Iterator iterator();
}
```



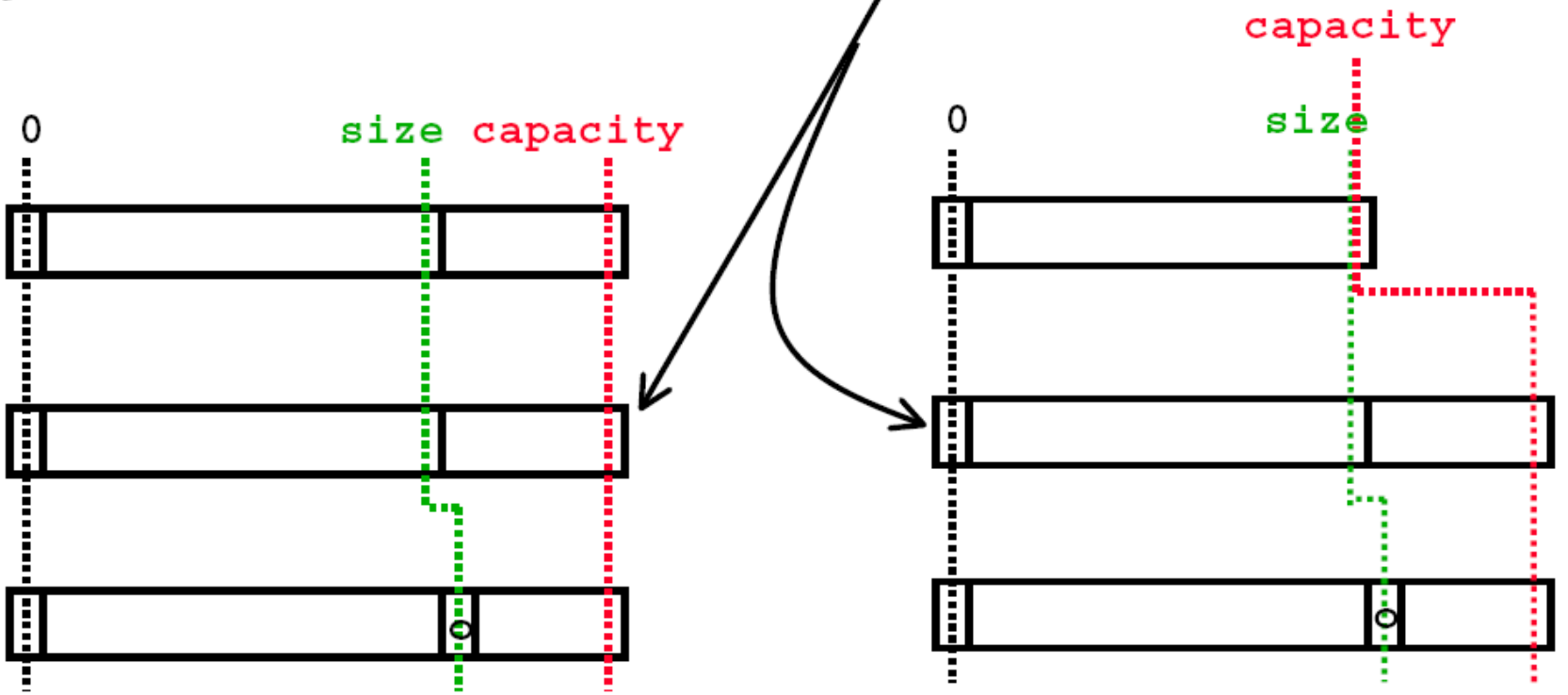
java.util.List (Auszug)

```
public interface List extends Collection {
   public boolean add (Object o);
   public boolean remove (Object o);
   public void clear();
   public boolean isEmpty();
   public boolean contains (Object o);
   public int size();
   ...
   public Object get (int index);
   public Object set (int index, Object element);
   public boolean remove (int index);
   public int indexOf (Object o);
}
```

Collection

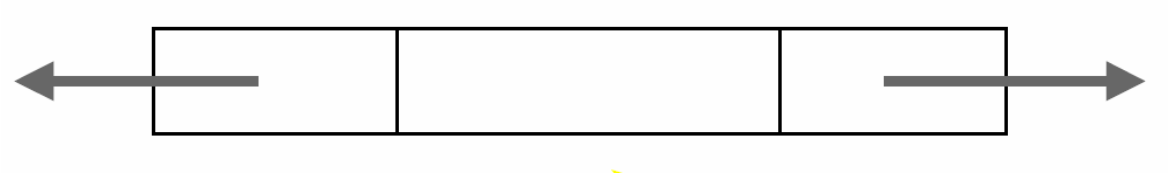
Anfügen an ArrayList

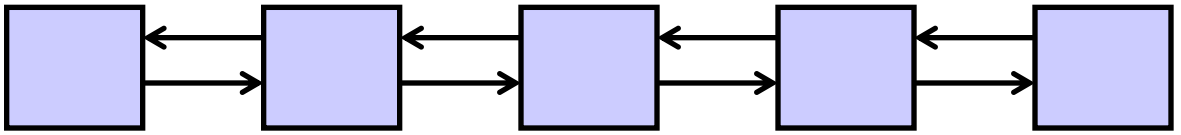
```
public boolean add(Object o) {
  ensureCapacity(size + 1);
  elementData[size++] = o;
  return true;
}
```



LinkedList

- implementiert als doppelt verkettete Liste



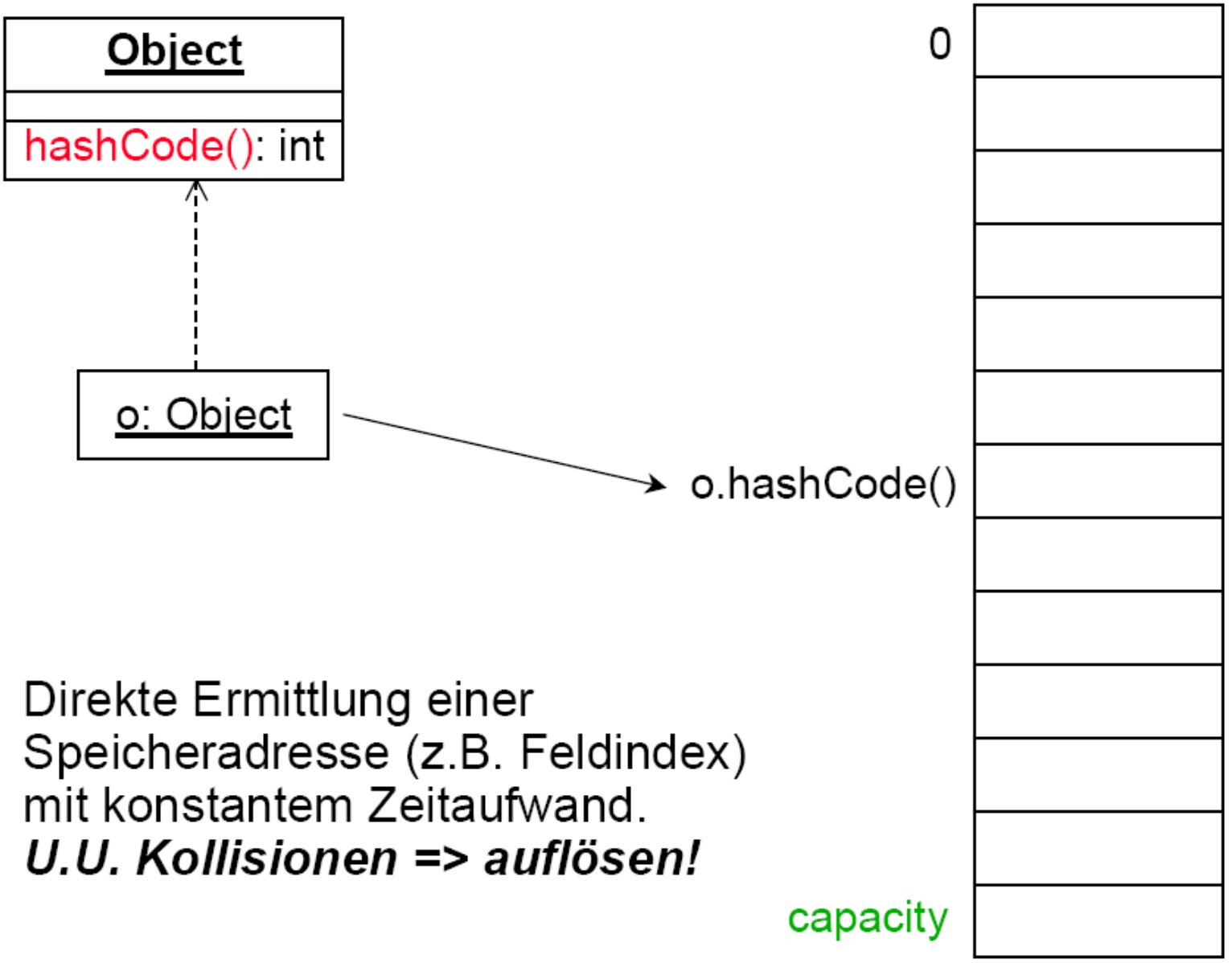


- Gemessener relativer Aufwand für Operationen auf Listen: (aus Eckel, Thinking in Java)

Typ	Lesen	Iteration	Einfügen	Entfernen
ArrayList	110	490	3790	8730
LinkedList	1980	220	110	110

- ***Stärken von ArrayList:***
  - wahlfreier Zugriff
  - Iteration
- ***Stärken von LinkedList:***
  - Iteration
  - Einfügen und Entfernen irgendwo in der Liste

Prinzip einer Hashfunktion



Direkte Ermittlung einer Speicheradresse (z.B. Feldindex) mit konstantem Zeitaufwand.
U.U. Kollisionen => auflösen!

HashSet oder TreeSet?

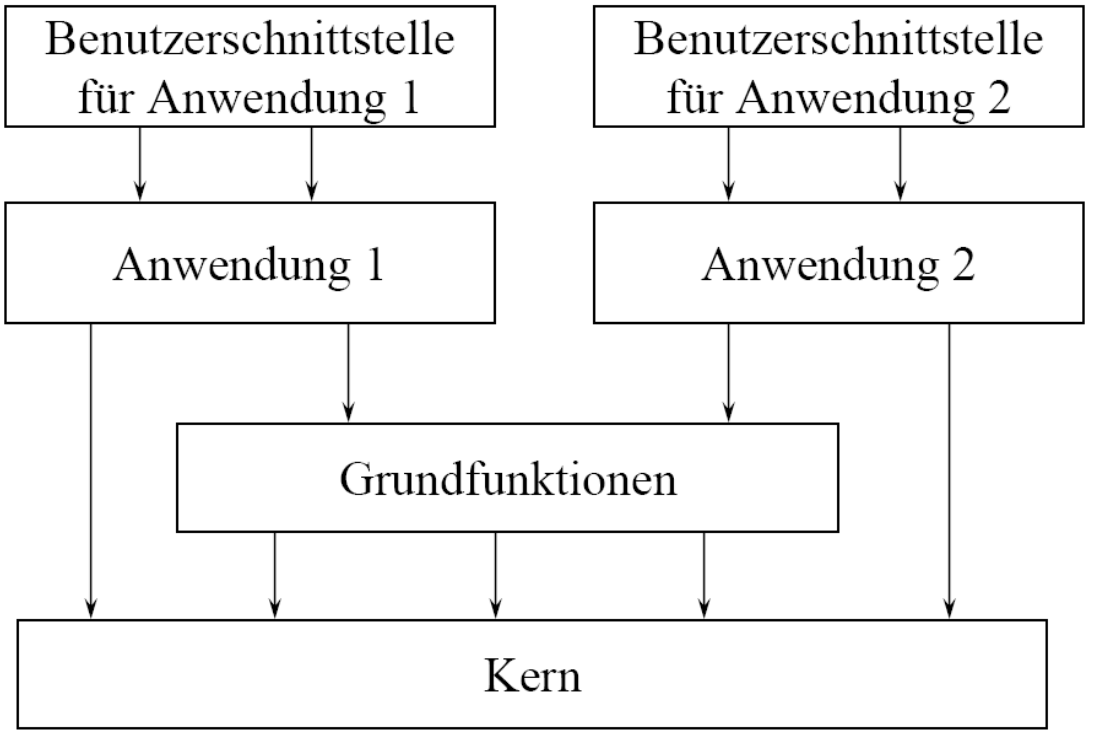
- Gemessener relativer Aufwand für Operationen auf Mengen: (aus Eckel, Thinking in Java)

Typ	Einfügen	Enthalten	Iteration
HashSet	7,4	6,6	9,5
TreeSet	31,1	18,7	11,8

- ***Stärken von HashSet:***
  - unsortierte Mengen
  - Verhalten von Iteration abhängig von reservierter Größe der Tabelle
- ***Stärken von TreeSet:***
  - sortierte Mengen
  - Verhalten von Iteration abhängig von Anzahl der Elemente

Fragen ?

- **Zweck**
  - Gliedere ein System in eine **hierarchisch geordnete Menge von Schichten**. Eine Schicht besteht aus einer Menge von Software-Komponenten mit einer **wohl definierten Schnittstelle**, nutzt die darunter liegenden Schichten als Klient und stellt seine Dienste an darüber liegende Schichten zur Verfügung.



- **Beispiele**
  - Mikrokerne (Betriebssysteme)
  - Protokolltürme bei der Datenfernübertragung
  - Informationssysteme (auf Datenbanken aufbauend)
- In manchen Systemen sind Benutzung nur zwischen aufeinander liegenden Schichten erlaubt.
- Eine weitere Variante ist, dass jede Schicht neben den eigenen Komponenten nur eine sorgfältig bestimmte Untermenge der Komponenten der darunter liegenden Schicht weiterexportiert.

Beispiel Schichtenarchitektur

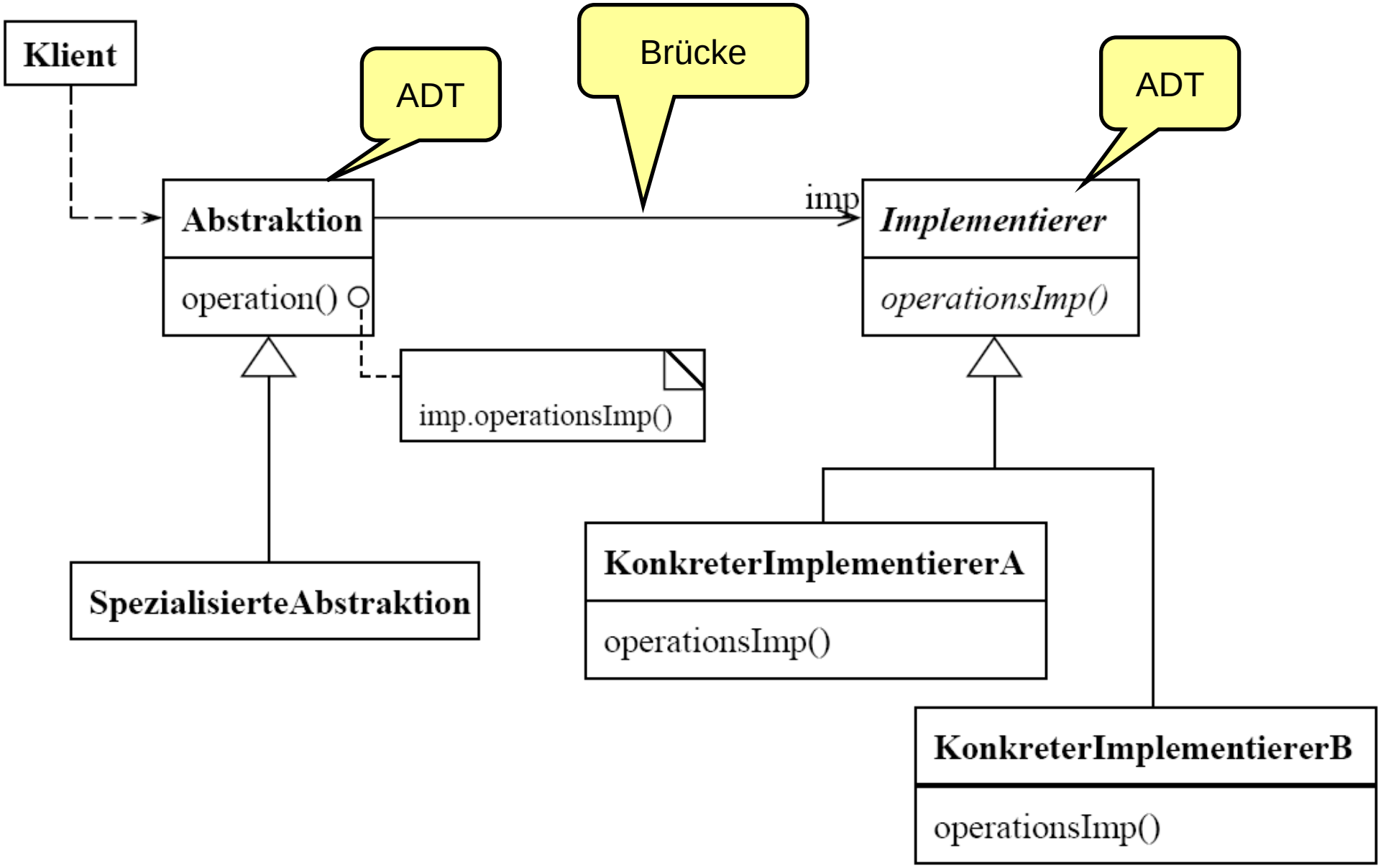
MVC

- **Anwendbarkeit**
  - Unabhängige Entwicklung und Korrektur, Austausch von Schichten
  - Schrittweiser Aufbau und schrittweise Testen
  - Wiederverwendung von tieferen Schichten in anderen Konfigurationen.

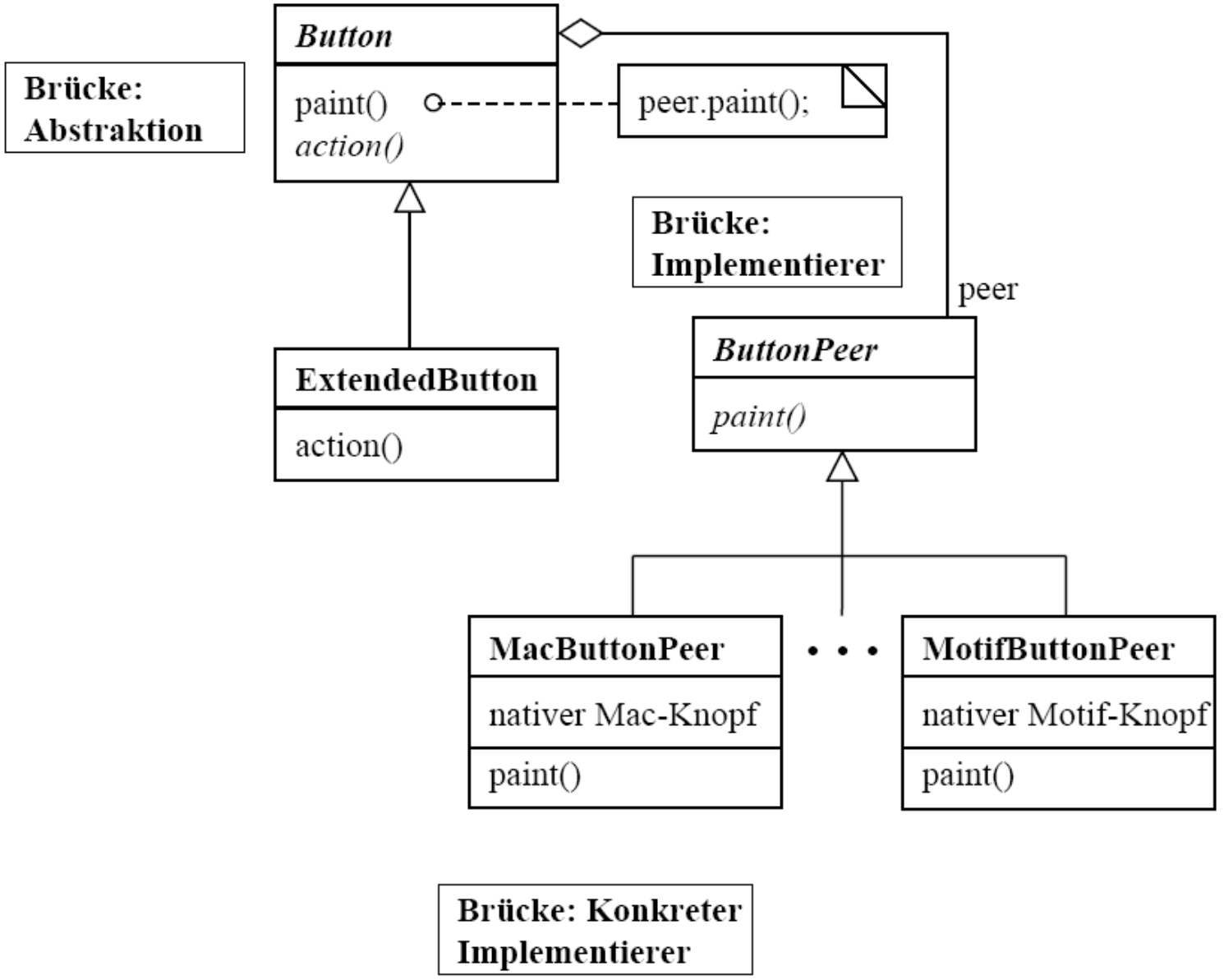
Brücke (Bridge)

- **Zweck**
  - Entkopple eine Abstraktion von ihrer Implementierung, so dass beide unabhängig voneinander variiert werden können.
- **Auch bekannt als**
  - Handle/Body

Brücke


Klient
ADT
Brücke
ADT
Abstraktion
operation()
imp
Implementierer
operationsImp()
imp.operationsImp()
SpezialisierteAbstraktion
KonkreterImplementiererA
operationsImp()
KonkreterImplementiererB
operationsImp()

Beispiel Brücke

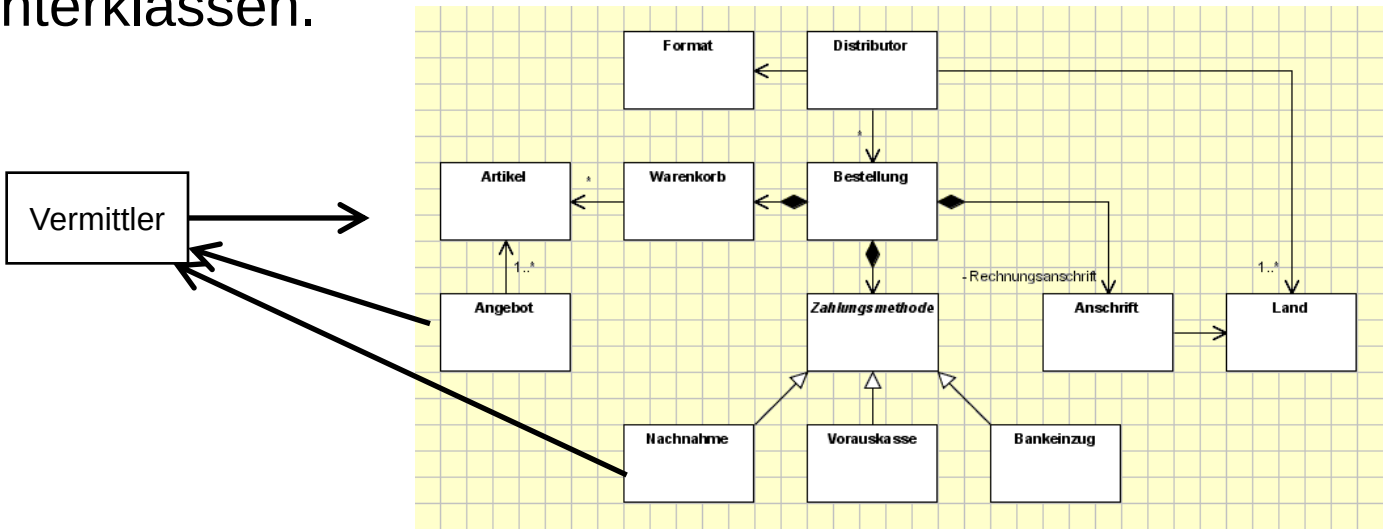


- **Anwendbarkeit**
  - Wenn eine **dauerhafte Verbindung** zwischen Abstraktion und Implementierung **vermieden** werden soll.
  - Wenn sowohl Abstraktion als auch Implementierungen durch **Unterklassenbildung erweiterbar** sein soll.
  - Wenn Änderungen in der Implementierung einer Abstraktion **keine Auswirkung auf Klienten** haben sollen.
  - Wenn die Implementierung einer Abstraktion vollständig vom Klienten **versteckt** werden soll.
  - Wenn eine starke Vergrößerung der Anzahl der Klassen vermieden werden soll (siehe Beispiel).
  - Wenn eine **Implementierung** von mehreren Objekten aus **gemeinsam benutzt** werden soll.

Fragen ?

Mediator-Pattern

- Zweck:
  - Erzeuge ein Objekt, welches das **Zusammenspiel einer Menge von Objekten in sich kapselt**. Vermittler erreichen, das Zusammenspiel der Objekte von ihnen unabhängig zu variieren.
- Problem:
  - **Viele Verbindungen** zwischen Objekten
  - Schwierigkeit das Verhalten des Systems auf bedeutsame Weise zu ändern, da Verhalten über so viele Objekte verstreut ist → viele Unterklassen.



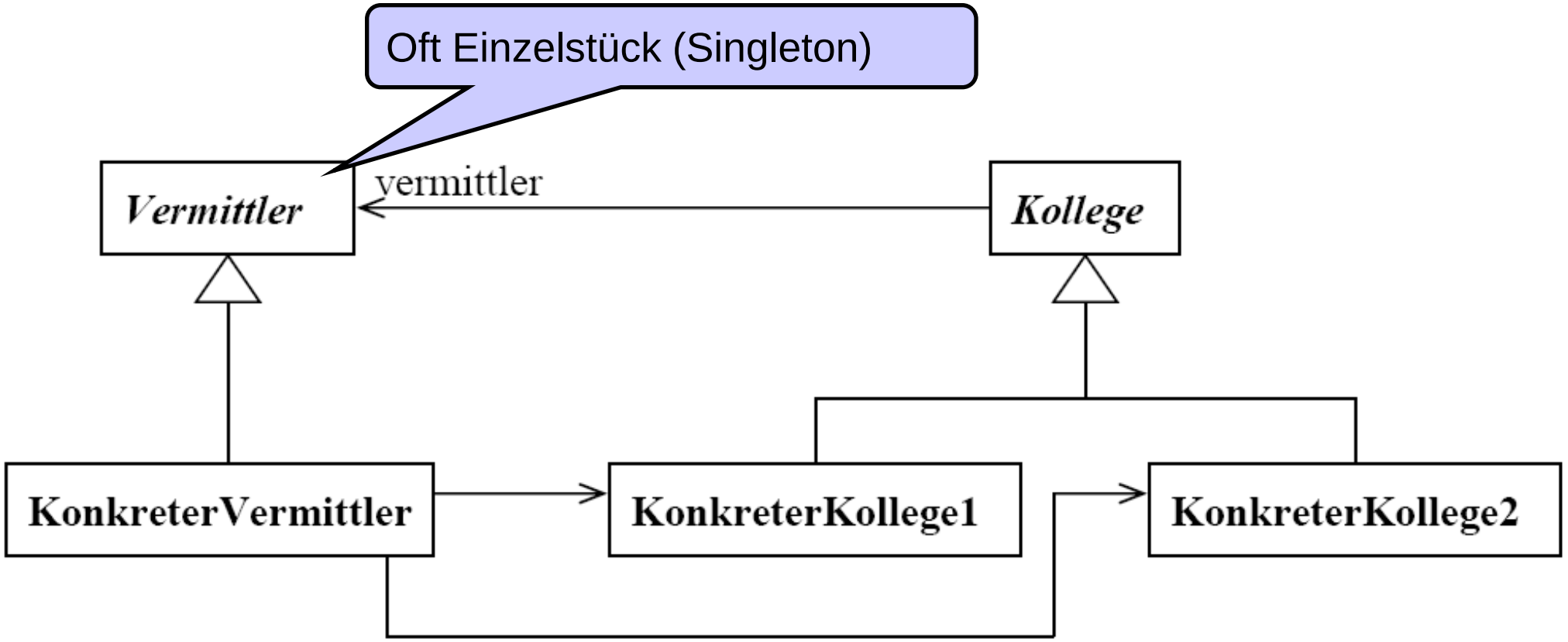
Mediator-Pattern

- Lösung:
  - Separates Vermittlerobjekt kapseln.
  - Vermittler ist für **Kontrolle und Koordination** der Interaktion innerhalb einer Gruppe von Objekten zuständig.
  - Objekte kennen Vermittler und reduzieren dadurch Anzahl ihrer Verbindungen.
  - Vermittler verhindert, dass Objekte Bezug zueinander nehmen.

Mediator-Pattern Anwendung

- Anwendung, falls:
  - Eine Menge von Objekten vorliegt, die in komplexer Weise miteinander zusammenarbeiten.
  - Die Wiederverwendung eines Objektes schwierig ist, da es mit vielen anderen Objekten zusammenarbeitet.
  - Ein auf mehrere Klassen verteiltes Verhalten angepasst werden soll, ohne viele Unterklassen bilden zu müssen.

Struktur des Vermittlers

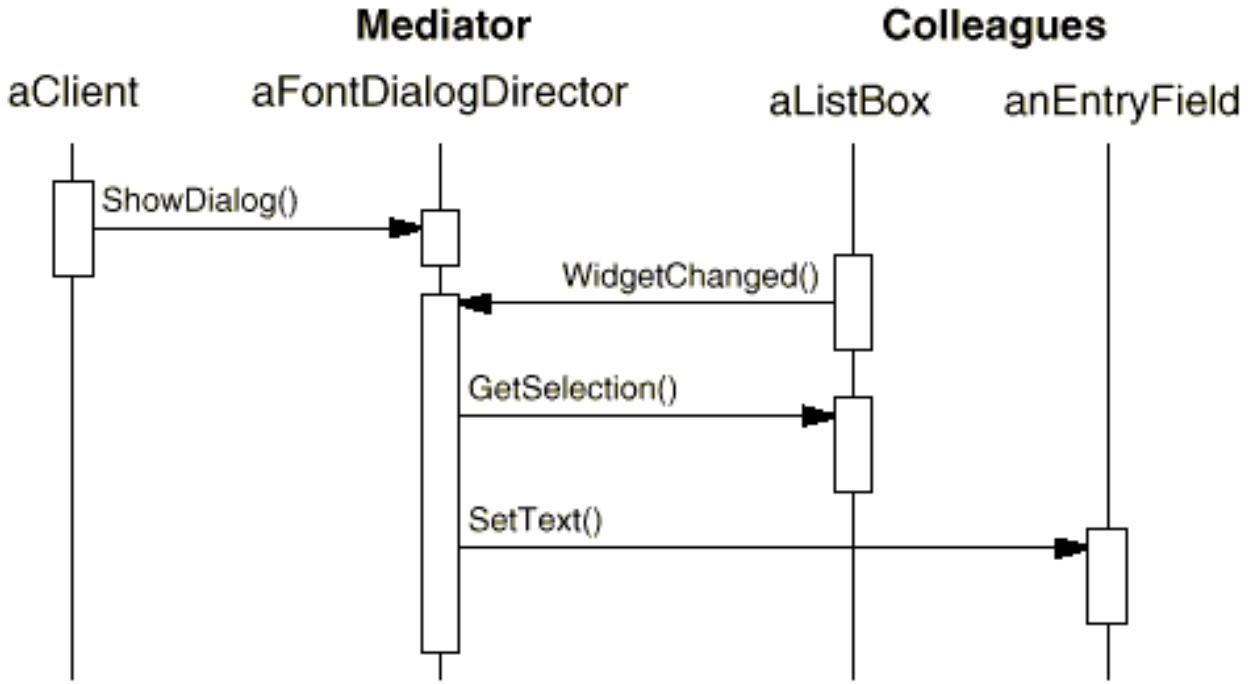


Mediator-Pattern Struktur

- Mediator (Vermittler):
  - Schnittstelle für die Interaktion mit Kollegen-Objekten.
- ConcreteMediator:
  - implementiert Gesamtverhalten durch Koordination der Kollegen-Objekte.
- Kollege :
  - jede Kollegen-Klasse kennt ihre Mediator-Klasse.
  - jedes Kollegen-Objekt arbeitet mit Vermittler zusammen, statt mit Kollegen-Objekten.

Mediator-Pattern Interaktion

- Interaktion
  - Kollegenobjekte senden und empfangen Anfragen von einem Vermittlerobjekt.
  - Der Vermittler implementiert das Gesamtverhalten durch das **Weiterleiten** der Anfragen zwischen den richtigen Kollegenobjekten.

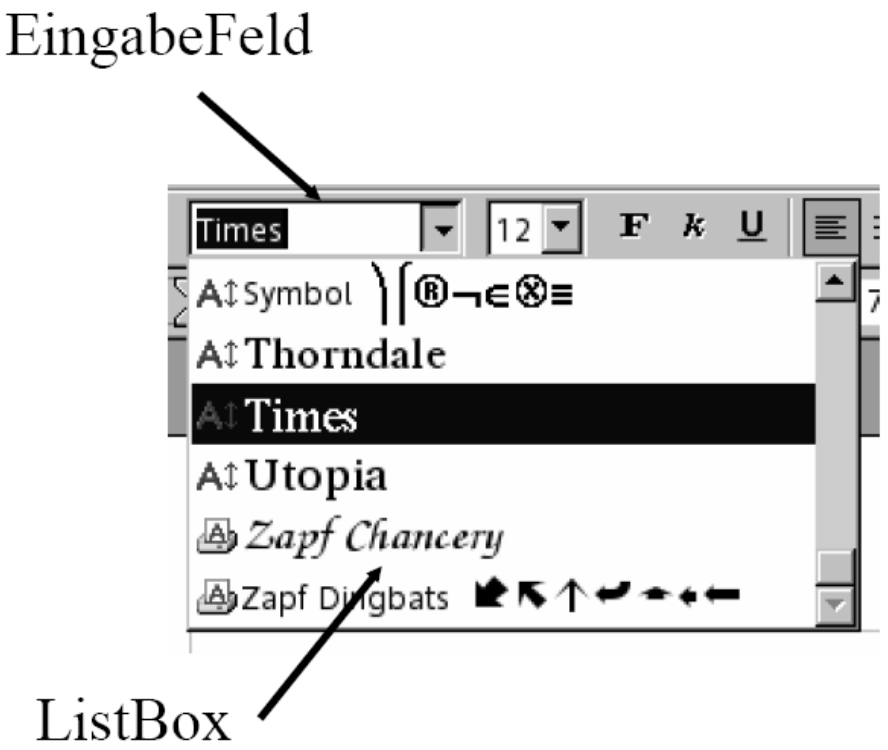


Beispiel für Vermittler

- Es gibt oft Abhängigkeiten zwischen den Elementen (Knöpfe, Menüs, Eingabefelder, etc.) einer Dialogbox. So muss z.B. ein Knopf deaktiviert sein, wenn ein bestimmtes Texteingabefeld leer ist.
- Unterschiedliche Dialogboxen besitzen unterschiedliche Abhängigkeiten zwischen Elementen.
- Individuelle Anpassung in Unterklassen ist mühsam und schlecht wieder verwendbar (zu viele Klassen).

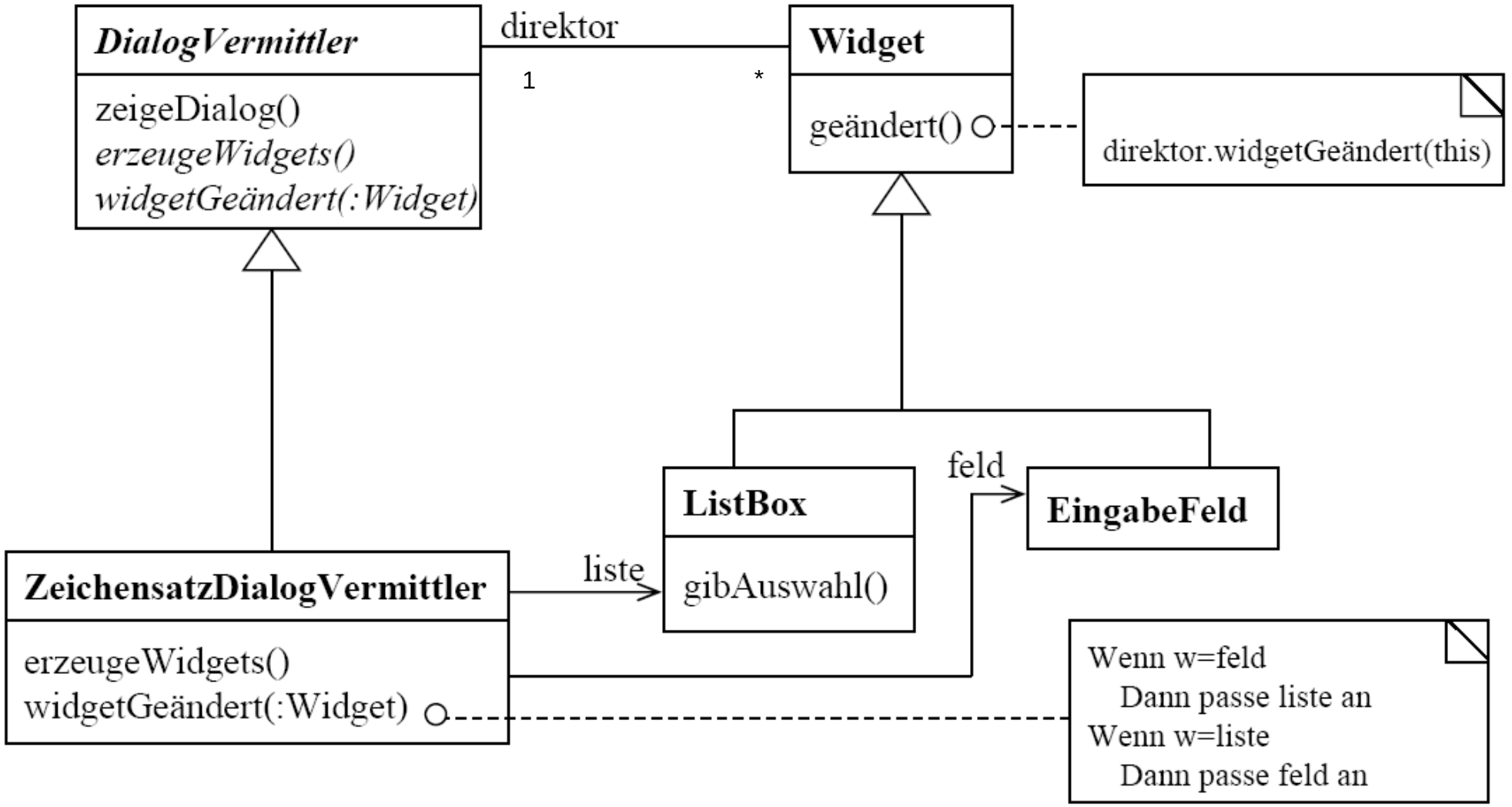
→ Kapseln des Gesamtverhaltens in einem Vermittlerobjekt.

Beispiel für Vermittler (II)



- Beim Tippen rollt Auswahlliste auf.
- Tippen eines Buchstabens im Eingabefeld zeigt ersten Eintrag mit gleichem Anfang.
- Ausgewähltes Element erscheint im Eingabefeld.

Beispiel für Vermittler: Fenster mit Zeichensatz-Dialog



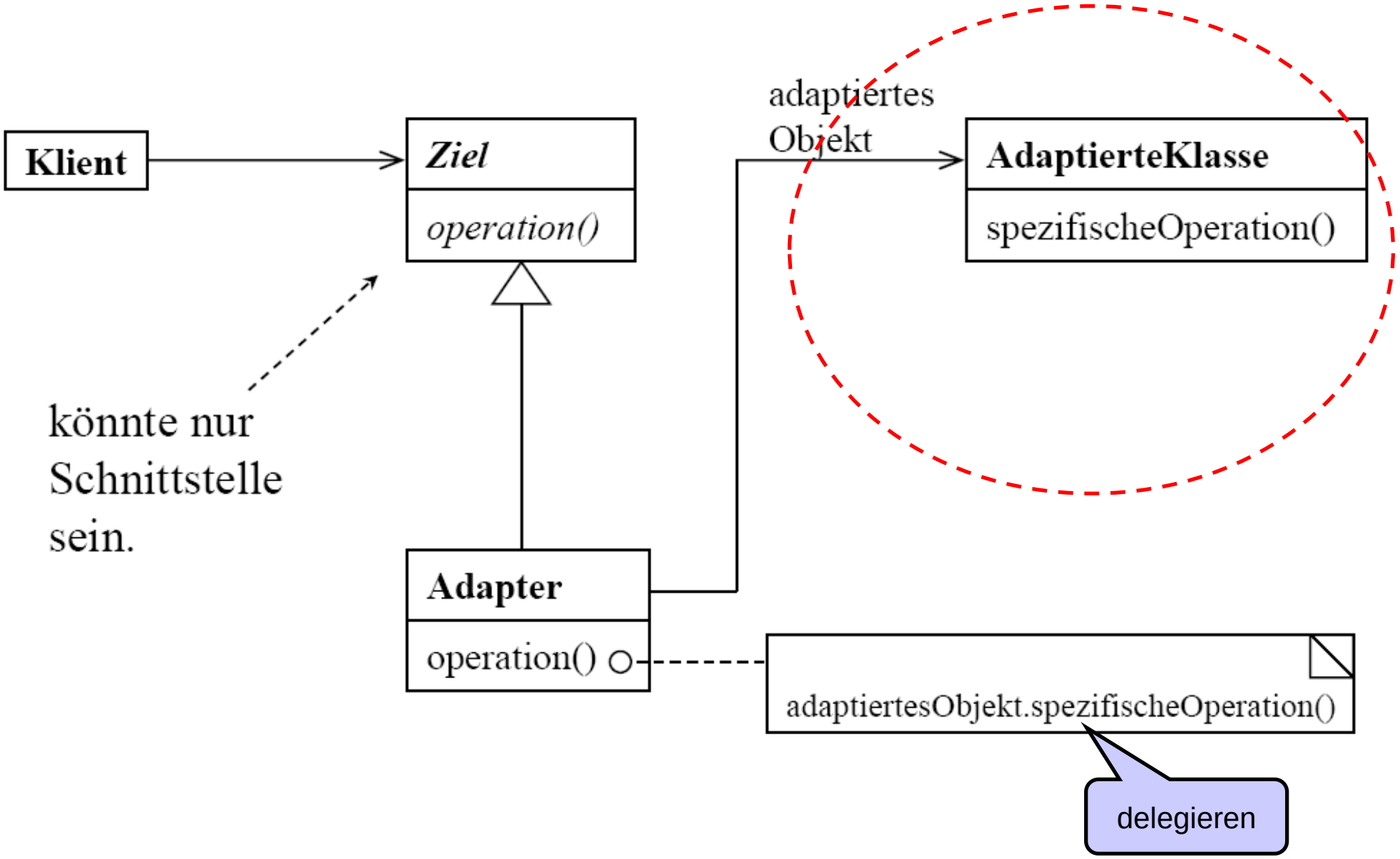
- **Anwendbarkeit**
  - Wenn eine Menge von Objekten vorliegt, die in **wohl definierter**, aber **komplexer Weise** miteinander zusammenarbeiten. Die sich ergebenden Abhängigkeiten sind unstrukturiert und schwer zu verstehen.
  - Wenn die Wiederverwertung eines Objektes schwierig ist, weil es sich auf viele andere Objekte bezieht und mit ihnen zusammenarbeitet.
  - Wenn ein auf **mehrere Klassen verteiltes Verhalten** maßgeschneidert werden soll, ohne viele Unterklassen bilden zu müssen.

Fragen ?

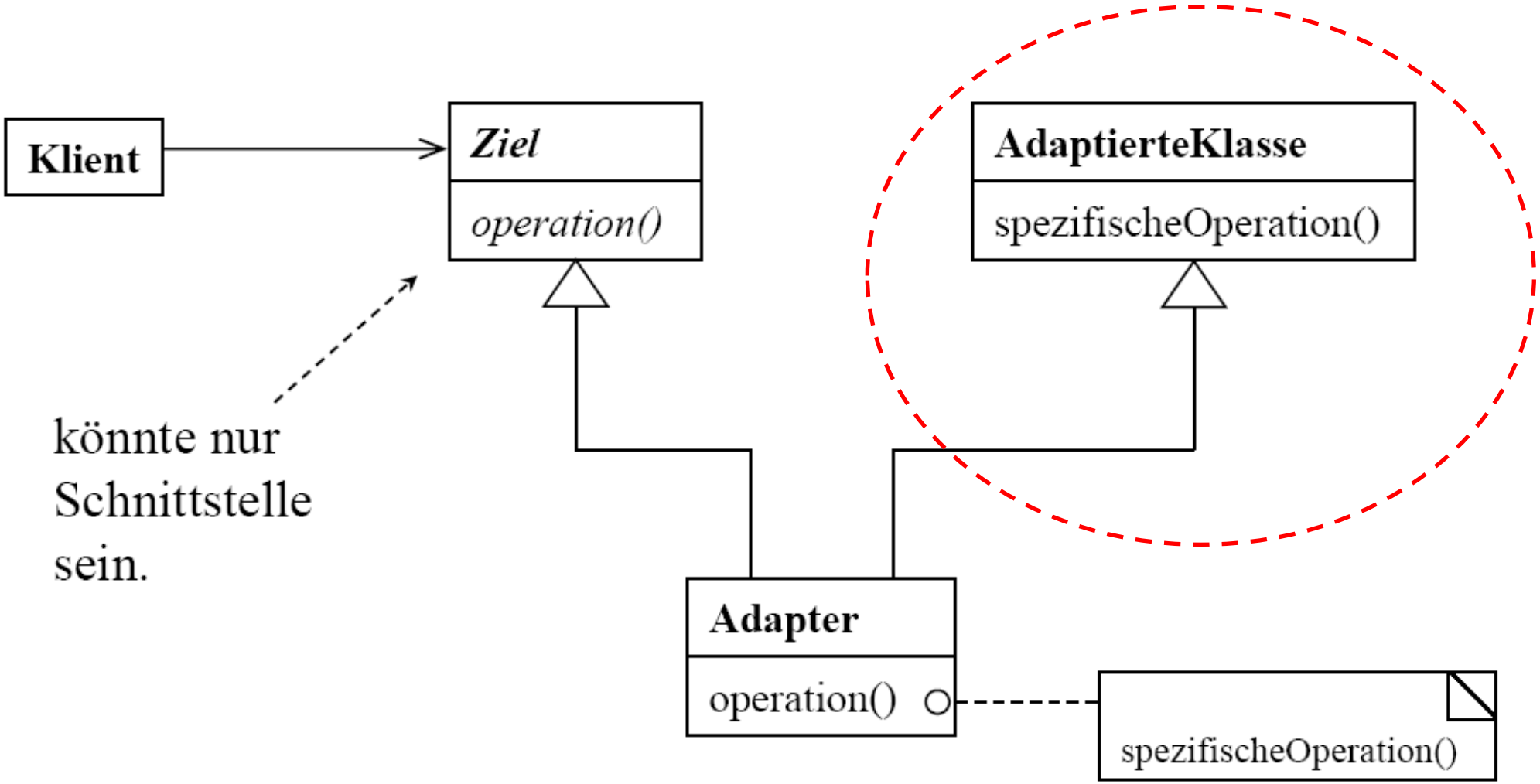
Adapter-Pattern

- Zweck:
  - Anpassung von Schnittstellen einer Klasse, so dass Zusammenarbeit möglich wird (für zwei oder mehr Klassen mit inkompatiblen Schnittstellen)
- auch:
  - Umwickler / Wrapper
- Beispiel: Grafikeditor, Klassen für
  - einfache grafische Formen (Kreis)
  - anzupassende ("externe") Klasse für Textausgabe
- Anwendung
  - unterschiedliche Schnittstellen von Klassen
  - Wiederverwendbarkeit

Struktur des Adapters (I): **ohne** Mehrfachvererbung (Objektadapter)

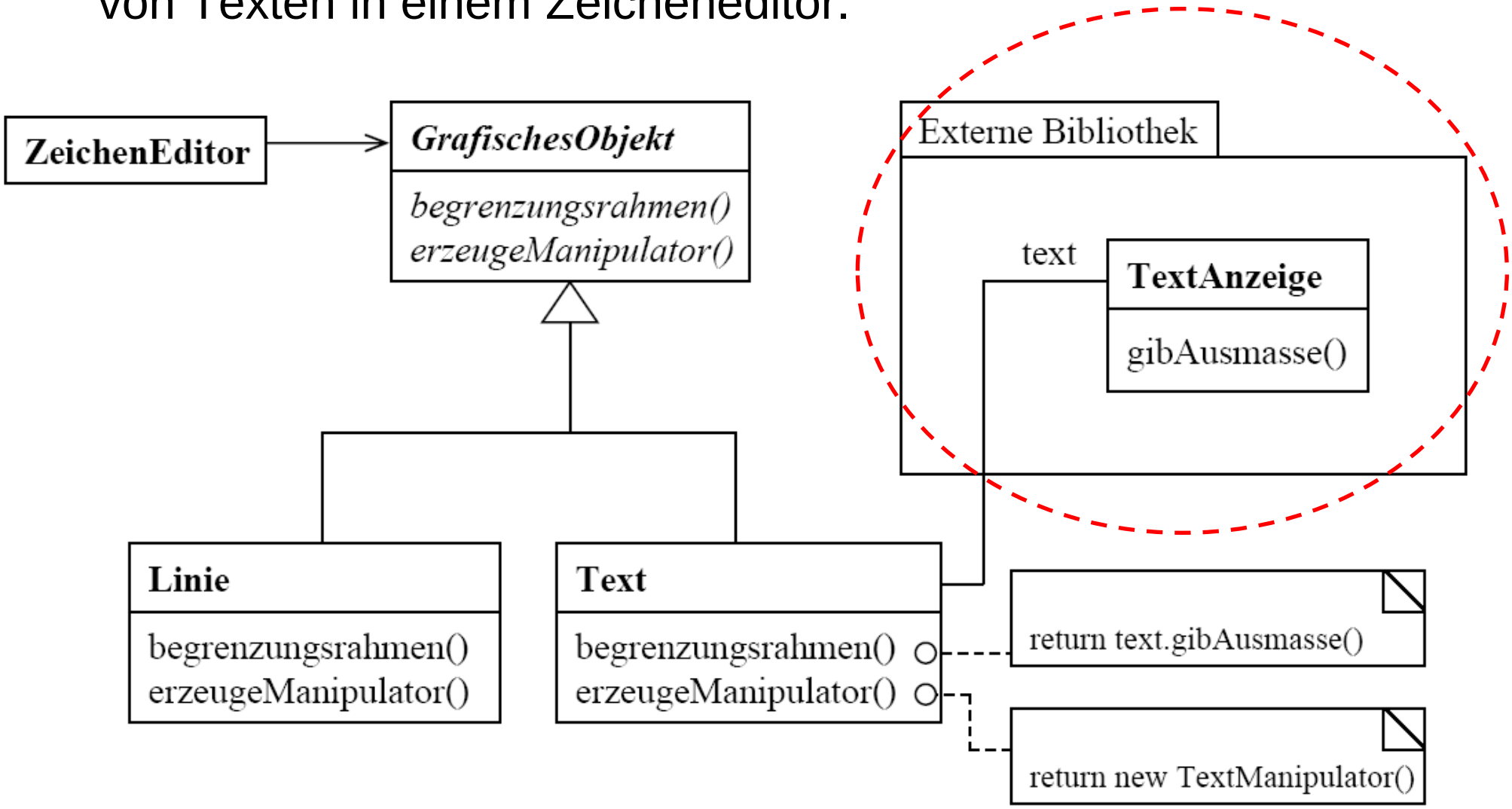


Struktur des Adapters (II): **mit** Mehrfachvererbung (Klassenadapter)



Beispiel für Adapter

- Verwendung einer externen Klassenbibliothek zur Anzeige von Texten in einem Zeicheneditor.



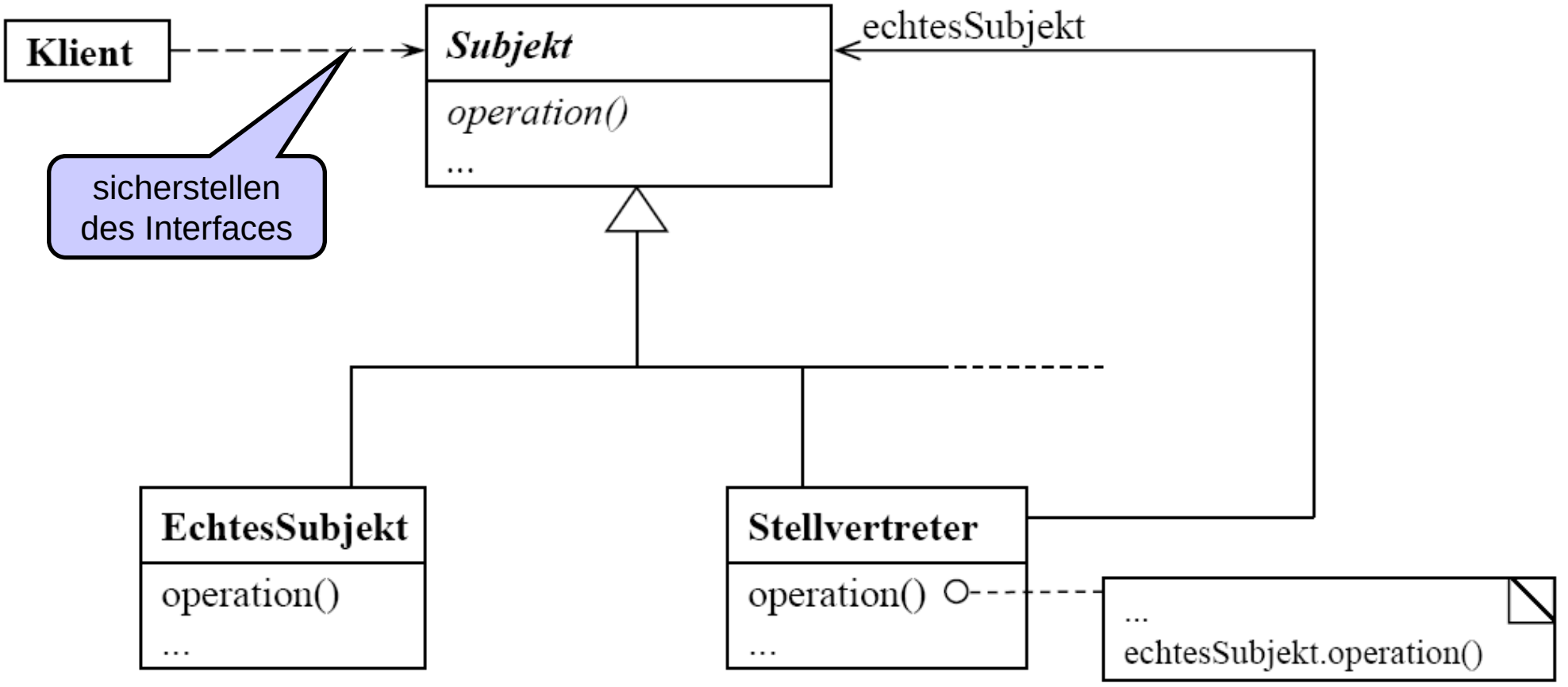
- **Anwendbarkeit**
  - Wenn eine **existierende Klasse verwendet** werden soll, deren Schnittstelle aber **nicht der benötigten Schnittstelle entspricht**.
  - Wenn eine wieder verwendbare Klasse erstellt werden soll, die mit unabhängigen oder **nicht vorhersehbaren Klassen zusammenarbeitet**, d.h. Klassen die nicht notwendigerweise kompatible Schnittstellen besitzen.
  - Wenn verschiedene existierende Unterklassen benutzt werden sollen, es aber **unpraktisch ist, die Schnittstellen jeder einzelnen Unterklasse durch Ableiten anzupassen**. Ein Objektadapter ist in der Lage, die Schnittstelle seiner Oberklasse anzupassen.

Fragen ?

Stellvertreter (Proxy-Pattern)

- **Zweck**
  - Kontrolliere den Zugriff auf ein Objekt mit Hilfe eines vorgelagerten Stellvertreterobjekts.
- **Auch bekannt als**
  - Surrogat

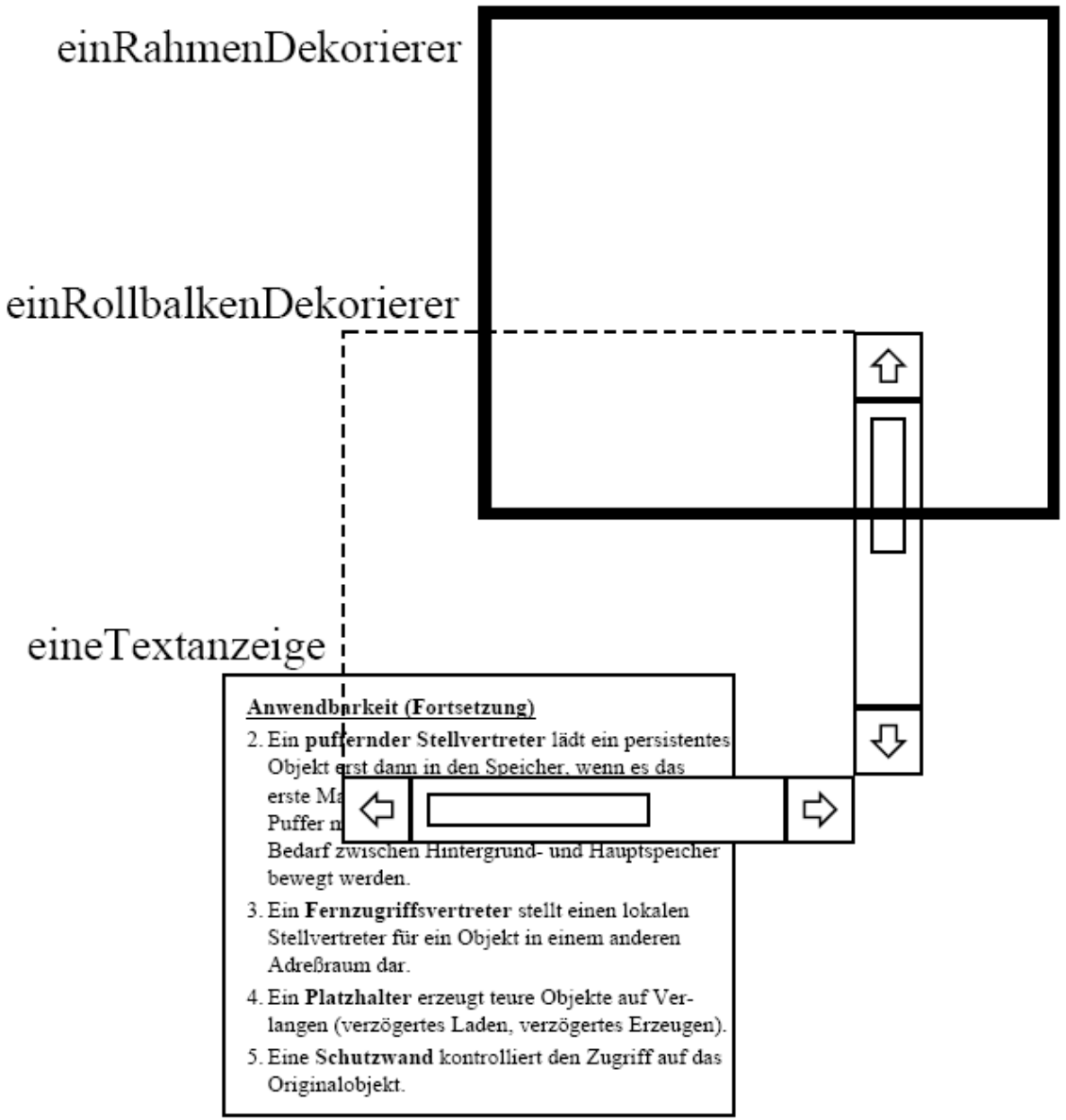
Struktur des Stellvertreters

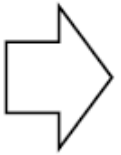


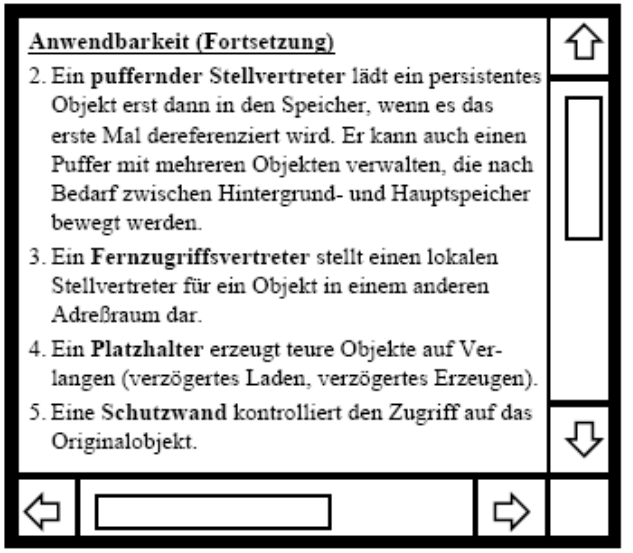
- **Anwendbarkeit**
  - Das Stellvertretermuster ist anwendbar, sobald es den Bedarf nach einer **anpassungsfähigeren und intelligenteren Referenz** auf ein Objekt als einen einfachen Zeiger gibt. Es folgen einige verbreitete Situationen, in denen das Stellvertretermuster anwendbar ist:
    1. Ein **protokollierender Stellvertreter** zählt Referenzen auf das eigentliche Objekt, so dass es automatisch freigegeben werden kann, wenn keine Referenzen mehr auf das Objekt existieren. Er kann auch andere Zugriffsinformationen protokollieren und leitet Zugriffe weiter.
    2. Ein **puffernder Stellvertreter** lädt ein persistentes Objekt erst dann in den Speicher, wenn es das erste Mal referenziert wird. Er kann auch einen Puffer mit mehreren Objekten verwalten, die nach Bedarf zwischen Hintergrund- und Hauptspeicher bewegt werden.

3. Ein **Fernzugriffsvertreter** stellt einen lokalen Stellvertreter für ein Objekt in einem anderen Adressraum dar.
4. Ein **Platzhalter** erzeugt teure Objekte auf Verlangen (verzögertes Laden, verzögertes Erzeugen).
5. Eine **Schutzwand** kontrolliert den Zugriff auf das Originalobjekt. Schutzwände sind nützlich, wenn Objekte über verschiedene Zugriffsrechte verfügen sollen.
6. Ein **Dekorierer** fügt zusätzliche Zuständigkeiten zu einem bestehenden Objekt hinzu (möglicherweise kaskadiert).

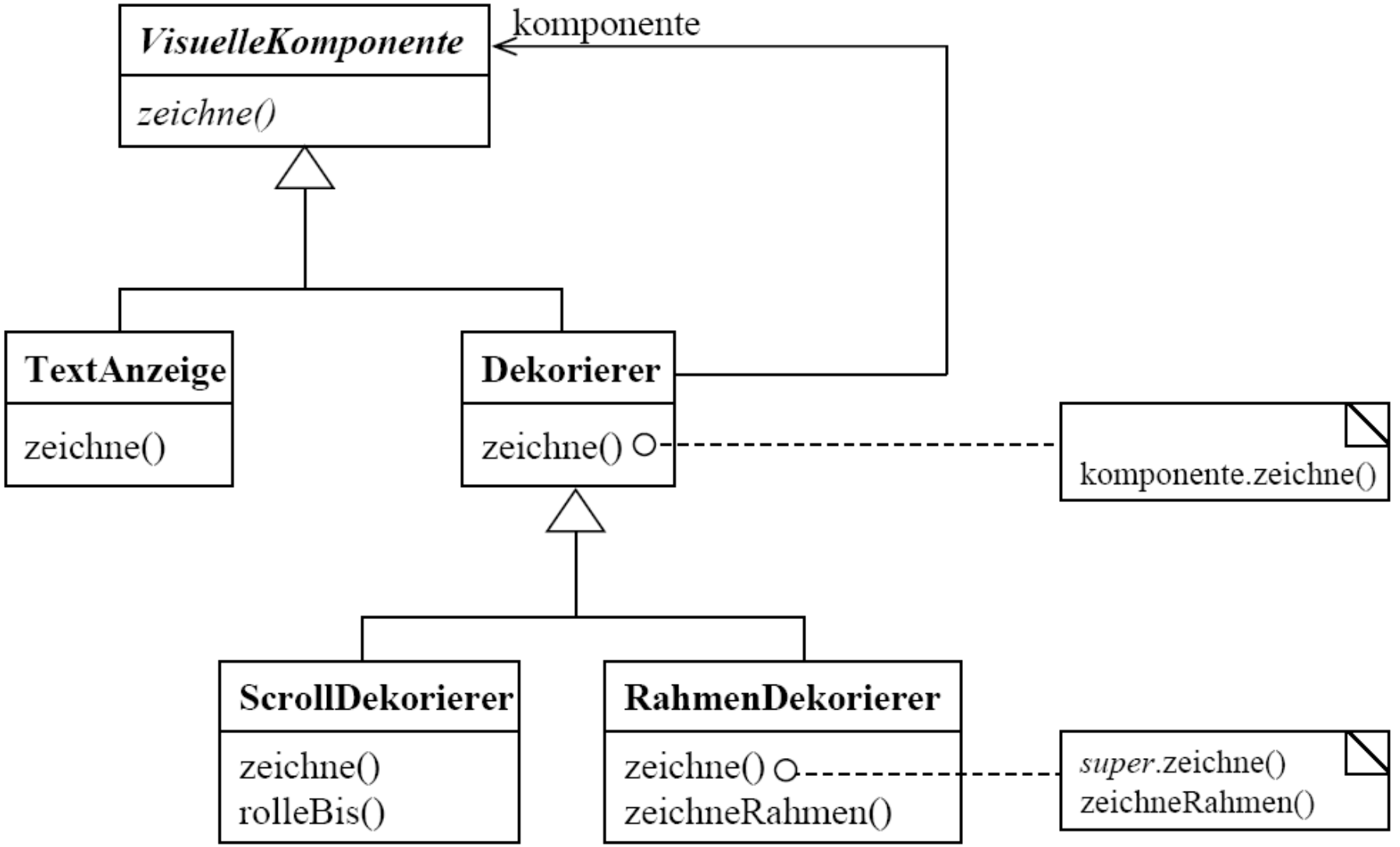
Beispiel eines Stellvertreters (Dekorierer)







Beispiel eines Stellvertreters (Dekorierer)



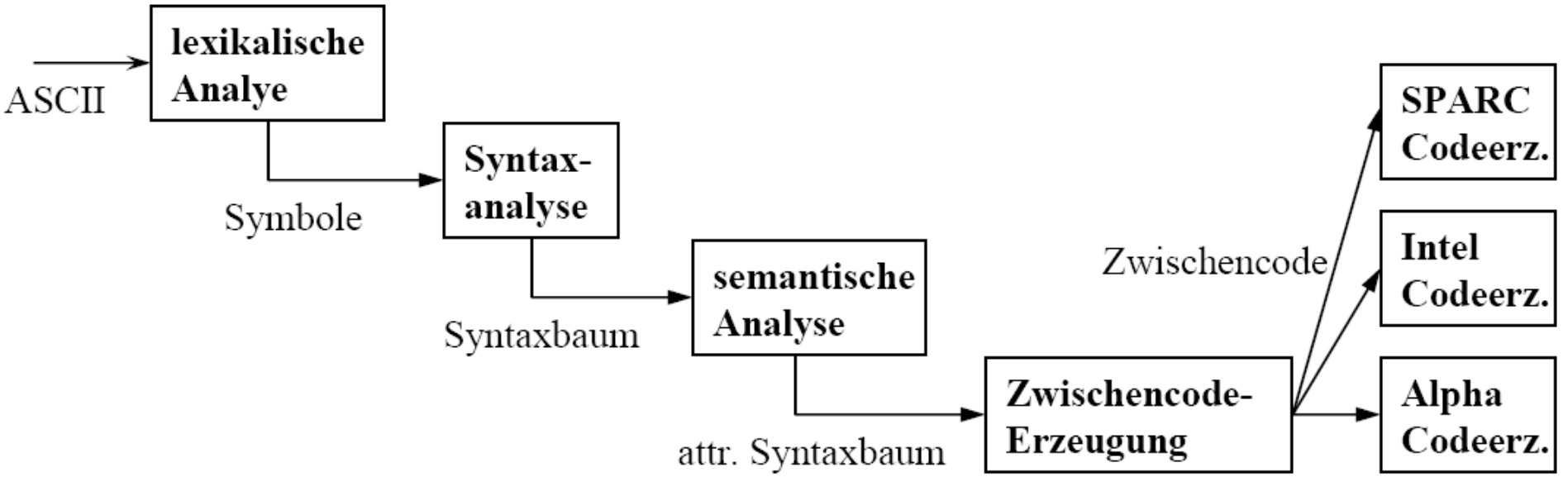
Fragen ?

Fließband (Pipes and Filters)

- **Zweck**
  - Bietet eine Struktur für Systeme, die **Datenströme** bearbeiten. Jeder Bearbeitungsschritt ist in einer *Filter* Komponente gekapselt. Daten werden über *Kanäle* von einem *Filter* zu einem anderen weitergegeben. Eine Neukombination von Filtern ermöglicht es, Familien von Systemen zu erstellen.
- **Auch bekannt als**
  - Data Flow, Kanäle und Filter

Struktur für Fließband

Beispiel: Übersetzer



Fließband

- **Anwendbarkeit**
  - Wenn ein System **Datenströme** bearbeiten oder transformieren muss und ein System bestehend aus nur einer Komponente unhandhabbar ist.
  - Wenn in zukünftigen Entwicklungen einzelne **Komponenten ersetzt** oder Arbeitsschritte umgeordnet werden sollen.
  - Wenn kleinere **Komponenten** einfacher in anderen Zusammenhängen **wieder verwendet** werden können.
  - Wenn einzelne Komponenten **parallel** oder quasi-parallel ablaufen sollen.
  - Nachteil: nicht geeignet für interaktive Systeme

Beispiel: Fließband

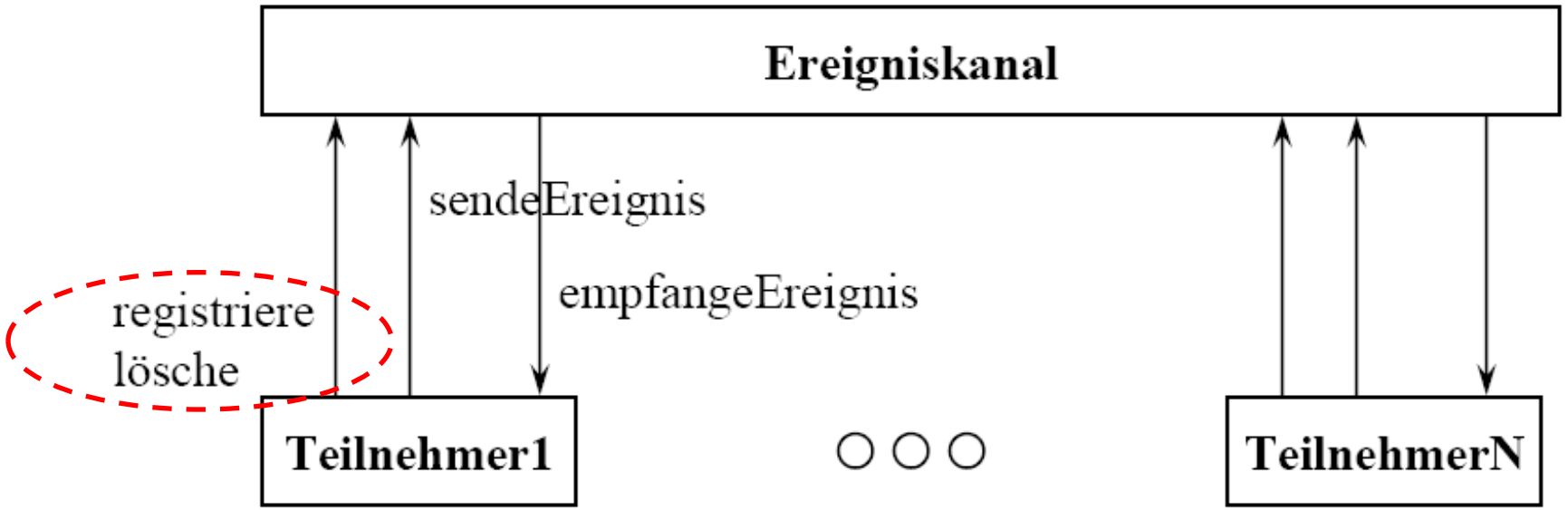
- Beispiel: Erzeugen eines Reimwörterbuches (Wörter sind von hinten her sortiert, d.h., Wörter, die gleich enden, stehen hintereinander.)
- reversiere **<** wörterbuch **|** sort **|** reversiere **>** reimwörterbuch
  - wörterbuch: ein vorhandenes Wörterbuch; ein Wort pro Zeile
  - sort: Systemsortierprogramm von Unix
  - reversiere: einfaches Programm zum Umkehren von Einzelzeilen
  - „ **|** “: Kanal
  - „ **<** „: Eingabe von Datei;
  - „ **>** „: Ausgabe in Datei

Fragen ?

Ereigniskanal (Event Channel)

- **Zweck**
  - Entkopple Teilnehmer an einem Gesamtsystem vollständig voneinander, so dass sie völlig eigenständig arbeiten können und über die Existenz oder Anzahl anderer Teilnehmer nichts wissen. Interaktionen erfolgen über Ereignisse.
- **Auch bekannt als**
  - Ereignissteuerung

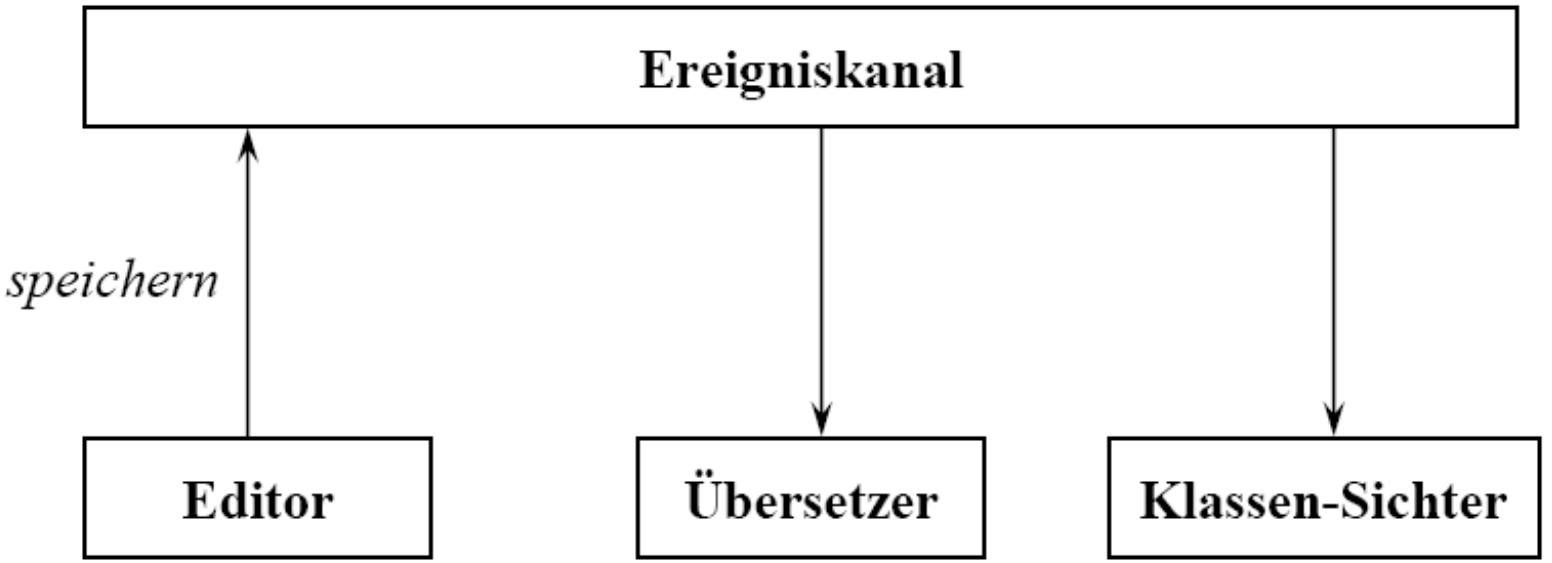
Struktur des Ereigniskanals



- Teilnehmer **registrieren** sich am Ereigniskanal, indem sie angeben, bei welchen Ereignissen sie benachrichtigt werden sollen. Wenn ein Teilnehmer ein Ereignis (evtl. mit Daten) an den Ereigniskanal sendet, leitet dieser das Ereignis an die dafür registrierten Teilnehmer weiter.

Beispiel eines Ereigniskanals

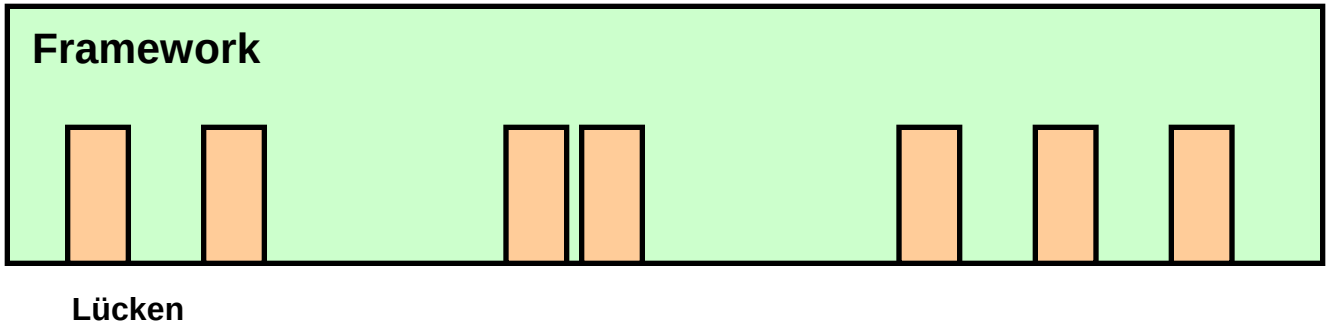
- Eine Programmierumgebung



- Wenn der Editor eine Datei speichert, wird ein Ereignis (*speichern*) generiert, welches den Übersetzer startet und den Klassen-Sichter dazu bringt, seine Anzeige zu aktualisieren.

Fragen ?

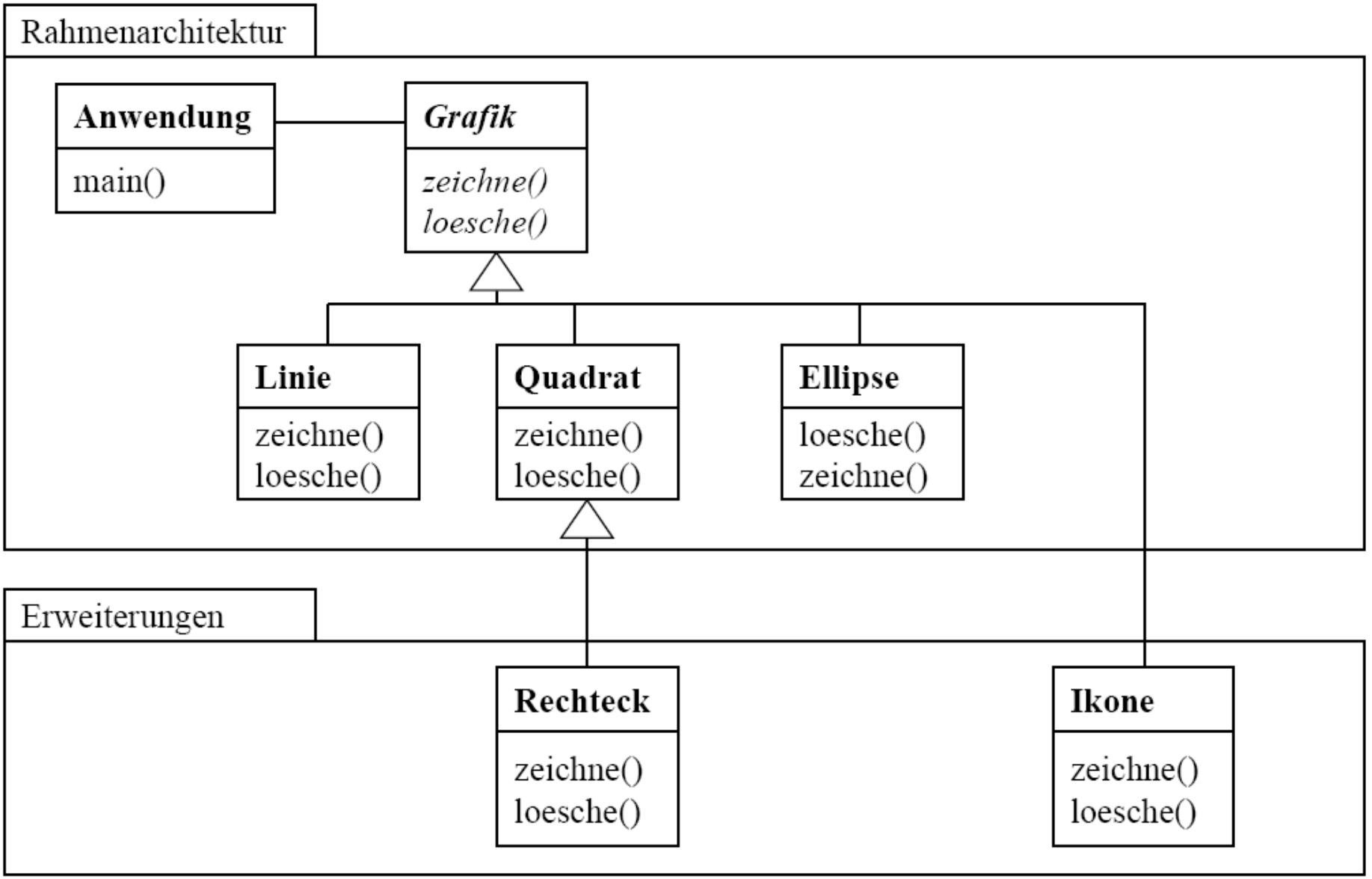
- **Zweck**
  - Biete ein (nahezu) **vollständiges Programm**, das durch **Einfüllen geplanter „Lücken”** erweitert werden kann. Es enthält die vollständige Anwendungslogik, meistens sogar ein komplettes Hauptprogramm. Von einigen der Klassen in dem Programm können Benutzer **Unterklassen bilden und dabei Methoden überschreiben oder vordefinierte abstrakte Methoden implementieren**. Das Rahmenprogramm sieht vor, dass die vom Benutzer gelieferten Erweiterungen richtig aufgerufen werden.



Beispiel für ein Rahmenprogramm

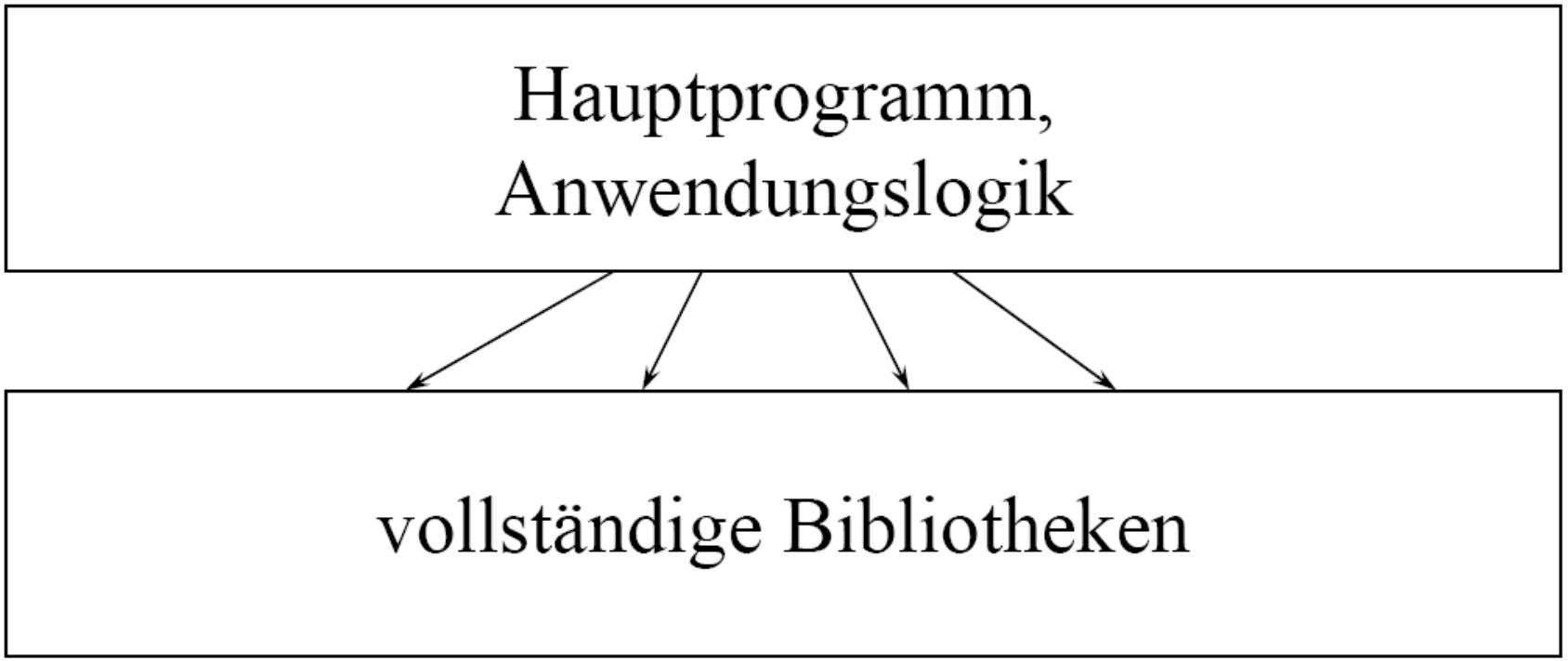
- Ein Zeichen-Rahmenprogramm sieht eine Klasse *Grafik* mit einigen Unterklassen (z.B. *Linie*, *Quadrat*, *Ellipse*, usw.) vor. Der Benutzer darf neue Unterklassen von *Grafik* und seinen Unterklassen bilden, z.B. *Rechteck* oder *Ikone*, muss dazu aber eine Methode ***zeichne*** bereitstellen. Das Rahmenprogramm sorgt dann dafür, dass Objekte der neuen Klassen richtig erzeugt, auf dem Zeichenbrett positioniert, verschoben, gesichert, usw. werden können.

Zeichen-Rahmenarchitektur



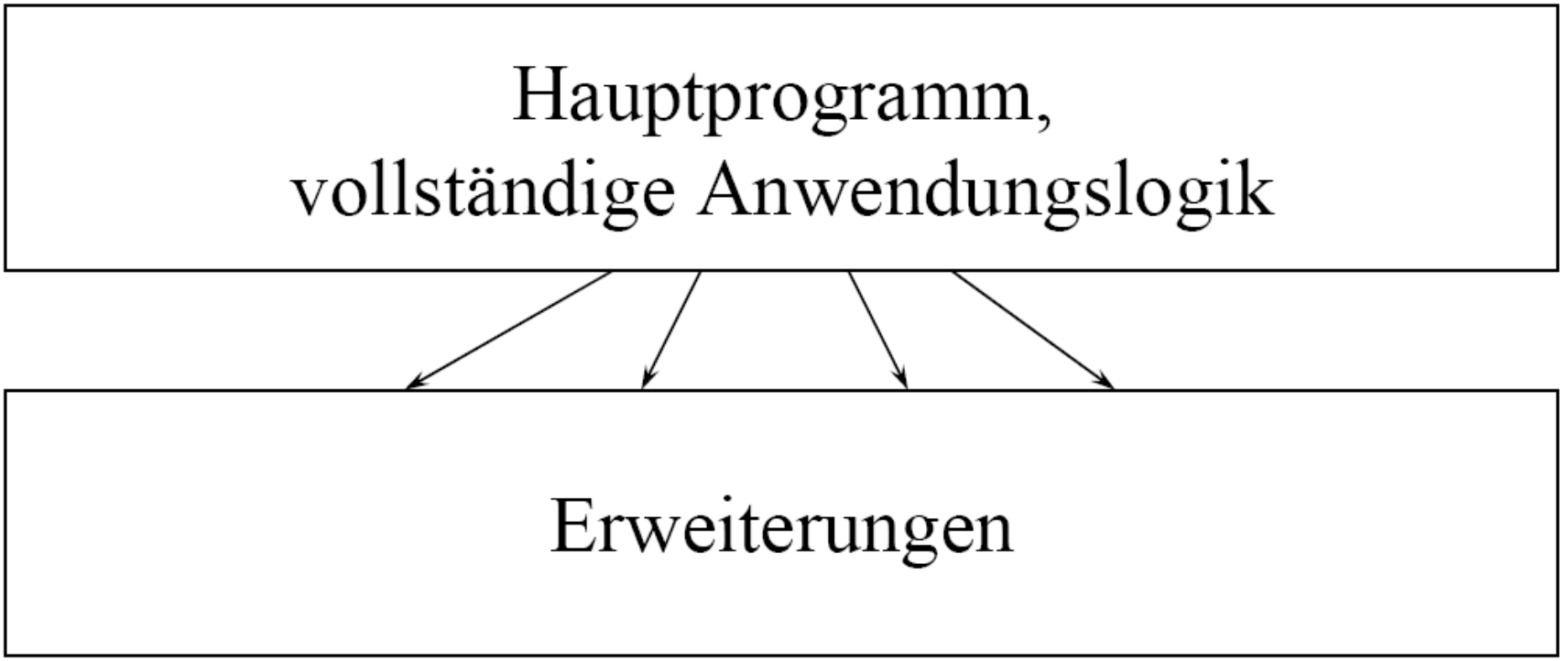
Herkömmliche Systemstruktur

- Hersteller liefert Bibliotheken,
- Benutzer schreibt Hauptprogramm und Anwendungslogik



Rahmenarchitektur

- Ein Rahmenprogramm befolgt das „Hollywood-Prinzip”:
  - “**Don’t call us - we’ll call you**”. Das Hauptprogramm besteht bereits und ruft die Erweiterungen der Benutzer auf.



- **Anwendbarkeit**
  - Wenn eine Grundversion der Anwendung schon funktionsfähig sein soll.
  - Wenn Erweiterungen möglich sein sollen, die sich konsistent verhalten (Anwendungslogik im Rahmenprogramm).
  - Wenn komplexe Anwendungslogik nicht neu programmiert werden soll.

- Hinweis: Die Muster Fabrikmethode, abstrakte Fabrik und Schablonenmethode werden häufig in Rahmenprogrammen benötigt.

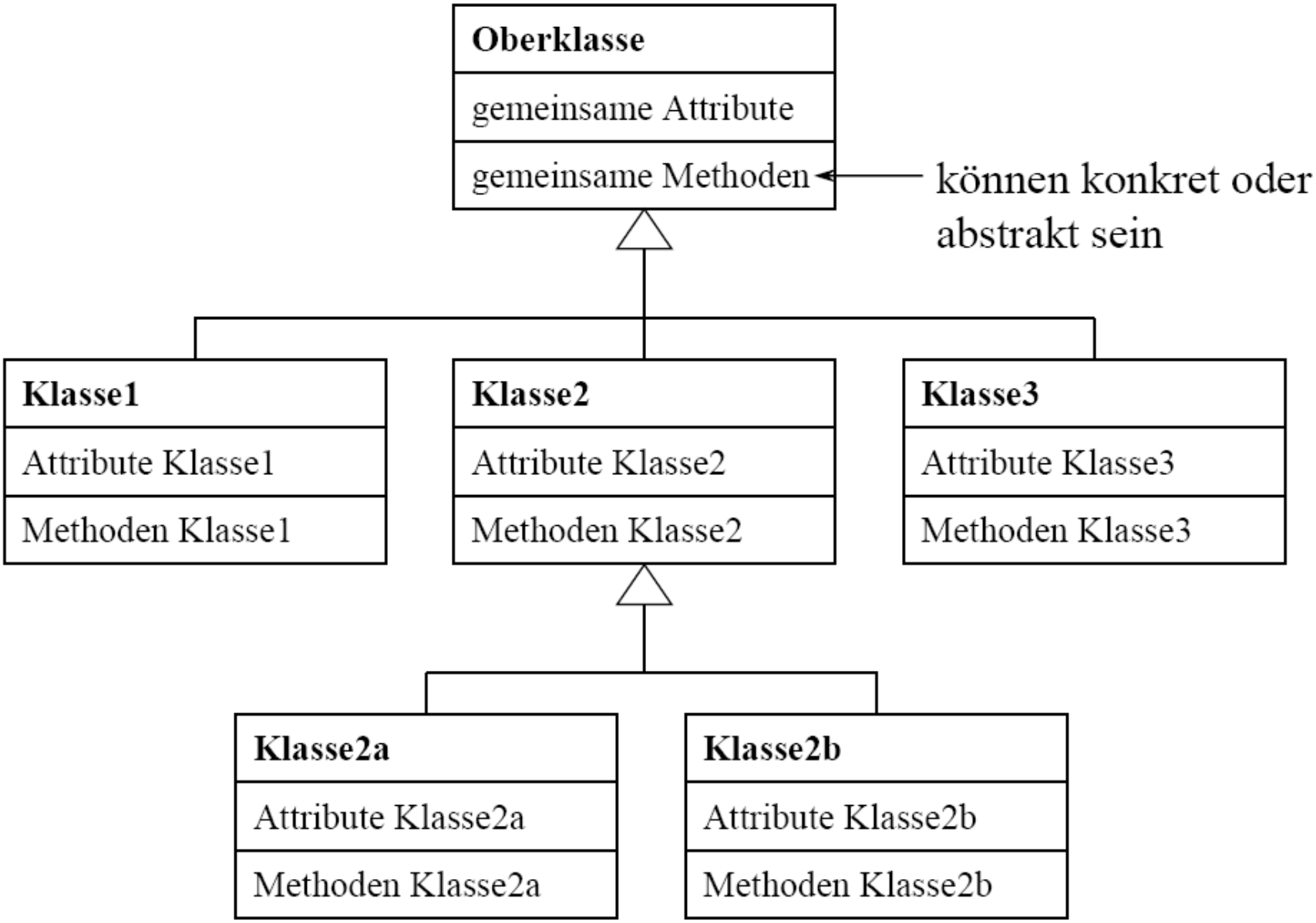
6.3.2. Varianten-Muster (B)

- **Gemeinsamkeiten** von verwandten Einheiten werden aus ihnen **herausgezogen** und an einer einzigen Stelle beschrieben. Aufgrund ihrer Gemeinsamkeiten können unterschiedliche Komponenten im gleichen Programm einheitlich verwendet werden, und Code-Wiederholungen werden vermieden.
  - Oberklasse
  - Kompositum (Composite)
  - Strategie
  - Besucher
  - Schablonenmethode
  - Fabrikmethode
  - Erbauer
  - Abstrakte Fabrik

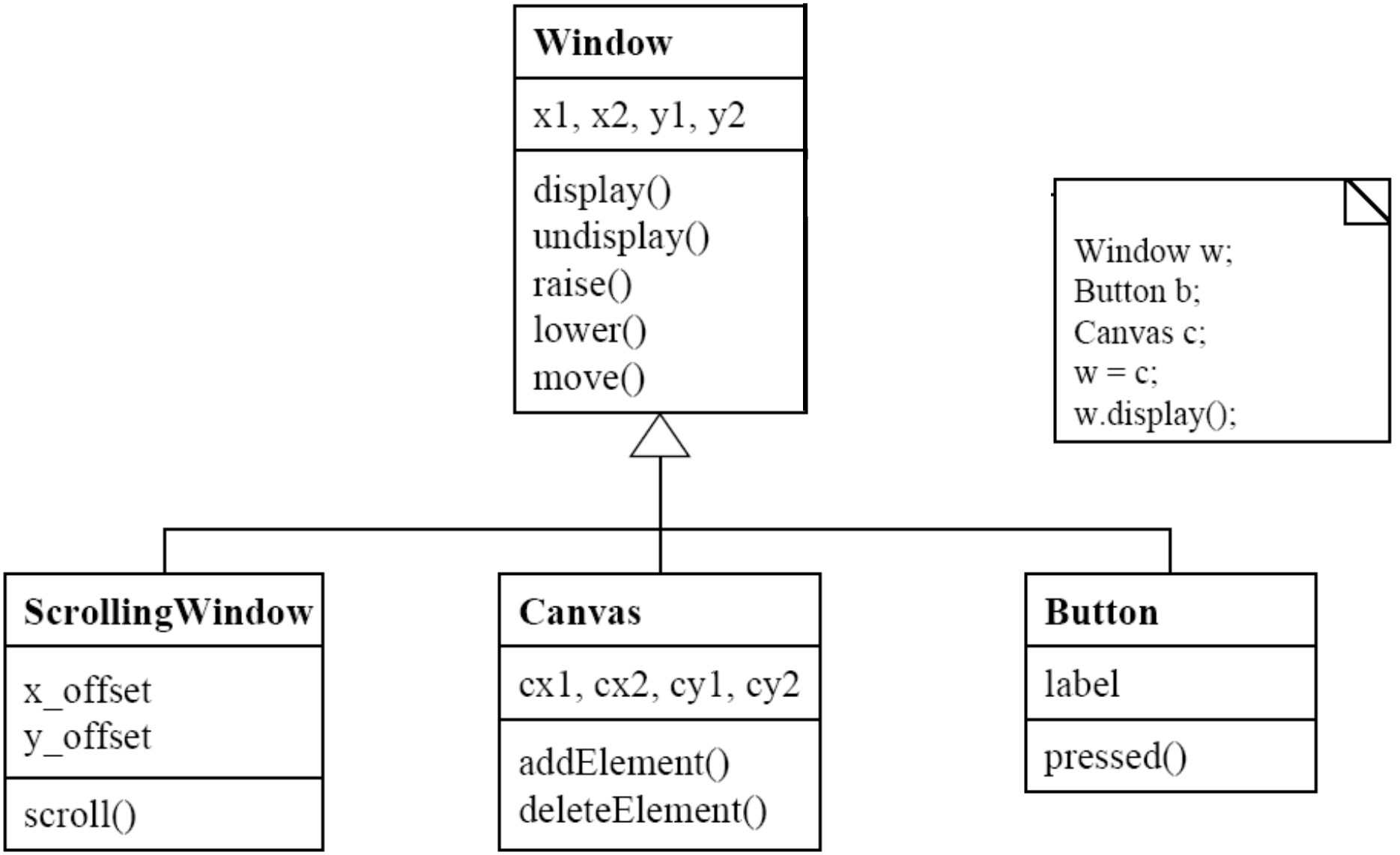
Oberklasse

- **Zweck**
  - Einheitliche Behandlung von Objekten, die unterschiedlichen Klassen angehören, aber gemeinsame Attribute oder Methoden besitzen.

Struktur der Oberklasse



Beispiel einer Oberklasse



Anwendbarkeit

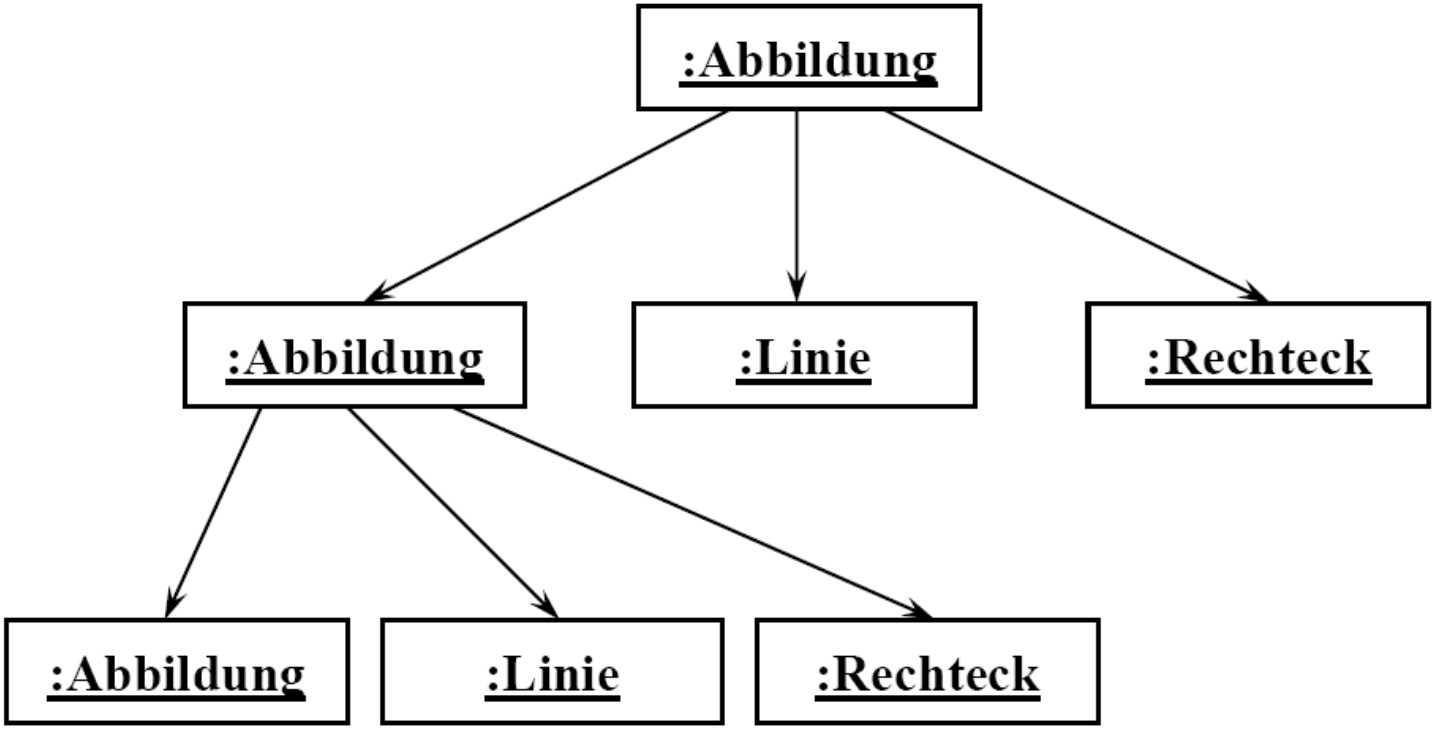
- Wenn Objekte verschiedener Klassen **gemeinsame Attribute, Methoden oder Schnittstellen** haben.
- Wenn Objekte verschiedener Klassen **einheitlich** in einem Programm behandelt werden sollen.
- Wenn es möglich sein soll, weitere Klassen hinzuzufügen, ohne den bestehenden Quelltext zu verändern.

Kompositum (Composite)

- Zweck
  - Füge Objekte zu **Baumstrukturen** zusammen, um Bestands-Hierarchien zu repräsentieren. Das Muster ermöglicht es Klienten, sowohl einzelne Objekte als auch Aggregate einheitlich zu behandeln.
- Motivation
  - Bestands-Hierarchien treten überall dort auf, wo **komplexe Objekte** modelliert werden, wie beispielsweise Datei-Systeme, graphische Anwendungen, Textverarbeitung, CAD, CIM, ... Bei diesen Anwendungen werden einfache Objekte zu Gruppen zusammengefasst, welche wiederum zu größeren Gruppen zusammengefügt werden können. Häufig soll dabei die Behandlung von Objekten und Aggregaten durch das Programm einheitlich sein. Das **Kompositum isoliert die gemeinsamen Eigenschaften von Objekt und Aggregat und bildet daraus eine Oberklasse**.

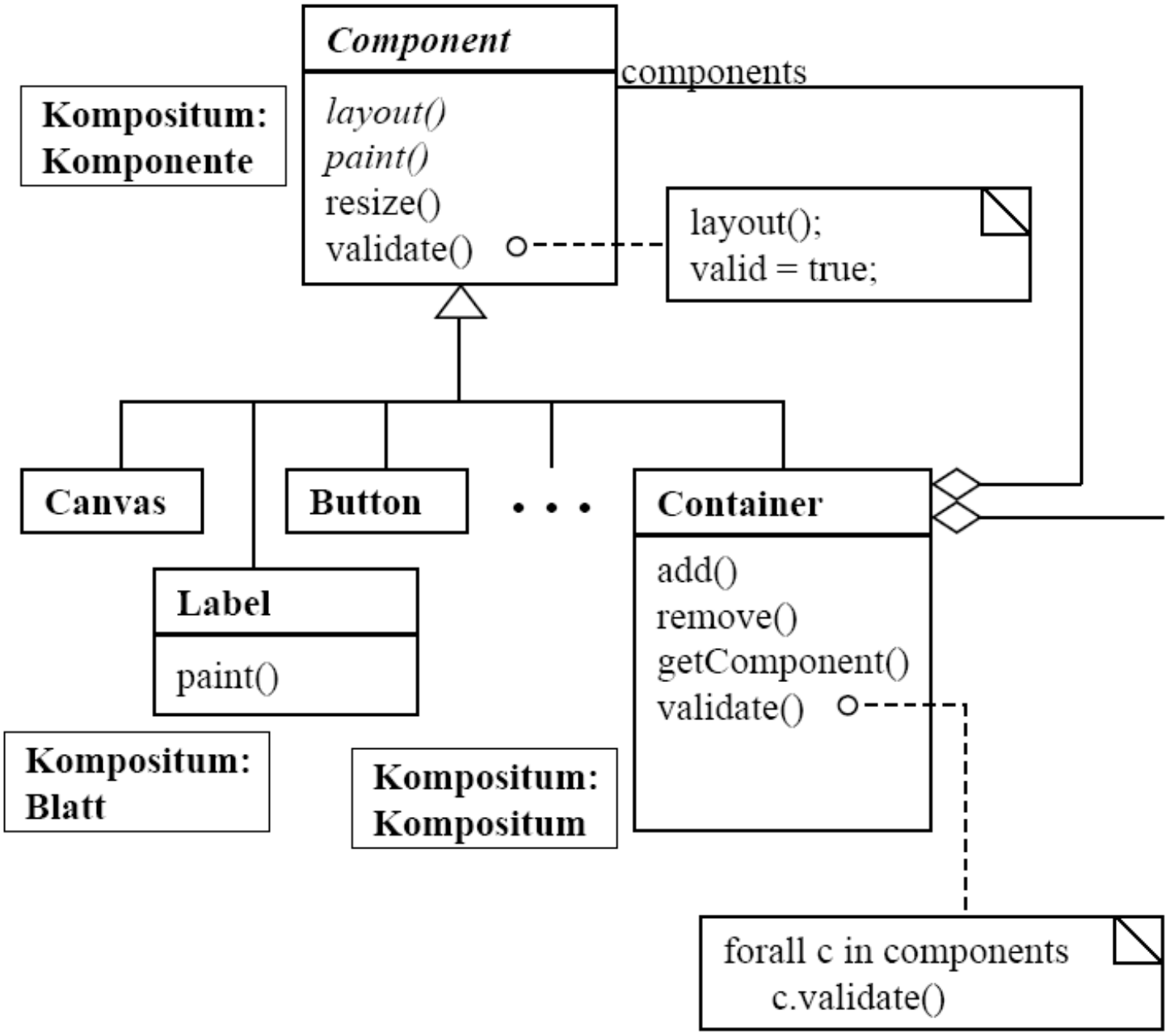
Beispiel für Kompositum

- Zusammengefügte Graphik-Objekte

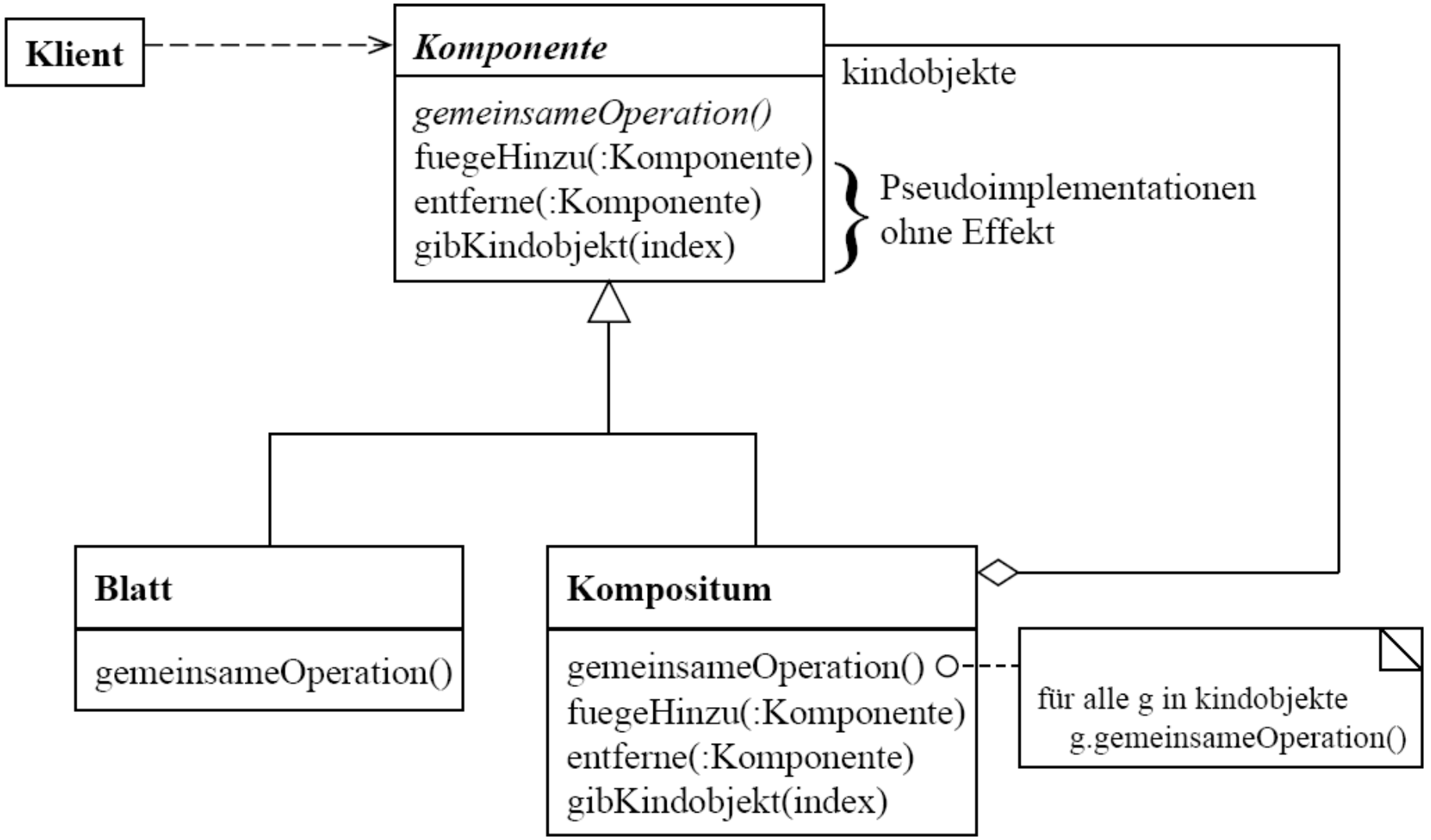


  - gemeinsame Operationen: zeichne(), verschiebe(), lösche(), skaliere()

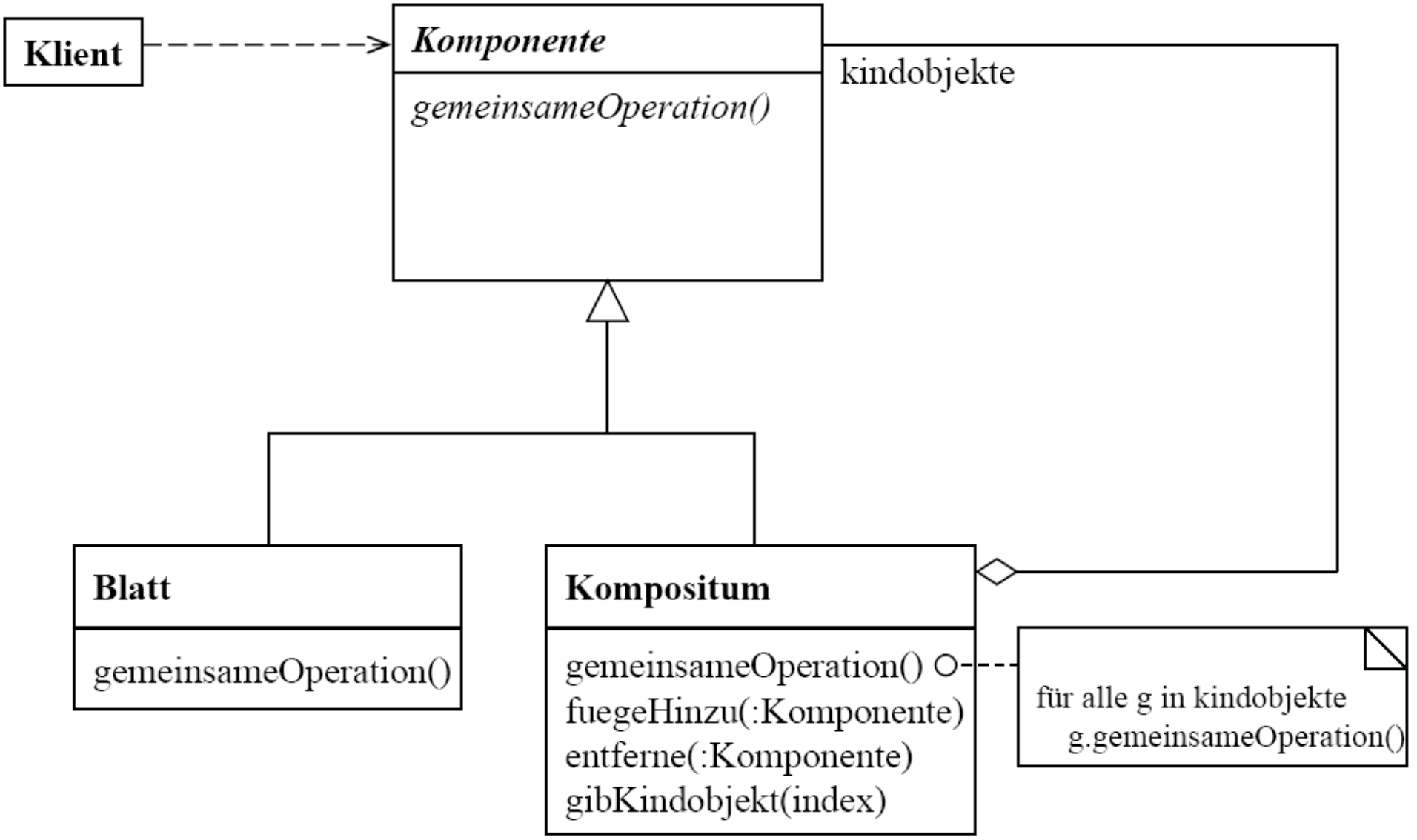
Beispiel aus JAVA Abstract Window Toolkit (AWT)



Struktur für Kompositum 1 Kompositum-Operationen in der Komponente

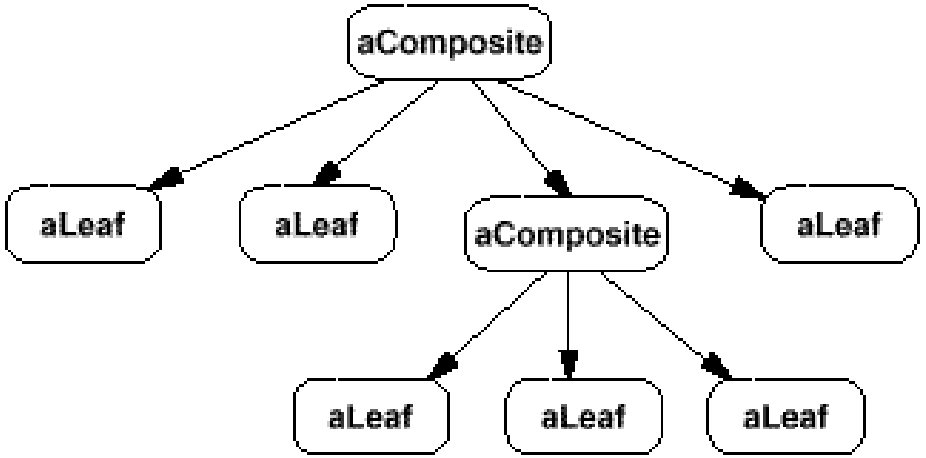


Struktur für Kompositum 2 Kompositum-Operationen im Kompositum



Kompositum

- Die Klasse Kompositum enthält und manipuliert die Behälter-Datenstruktur, die die Komponenten speichert.
- Anwendbarkeit
  - Wenn Bestands-Hierarchien von Objekten repräsentiert werden sollen.
  - Wenn die Klienten in der Lage sein sollen, die Unterschiede zwischen zusammengesetzten und einzelnen Objekten zu ignorieren.

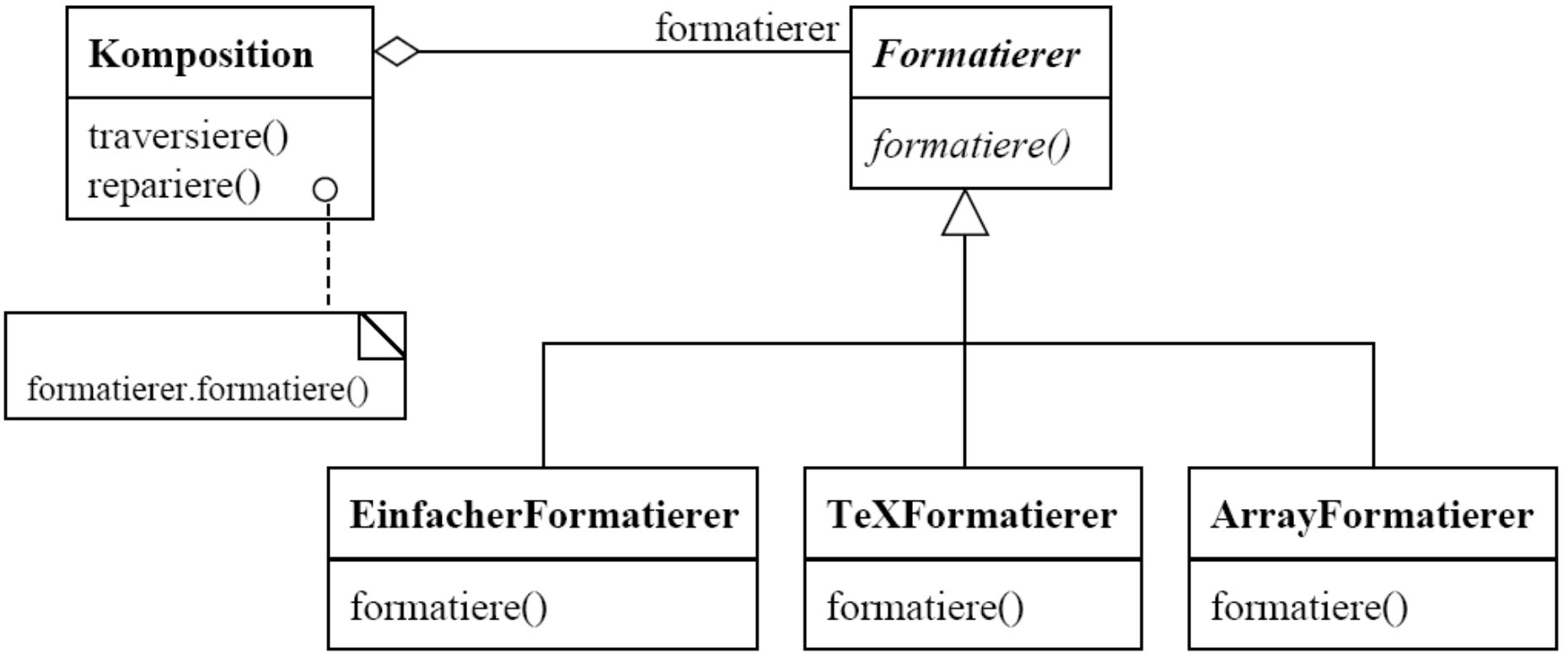


Strategie (Strategy-Pattern)

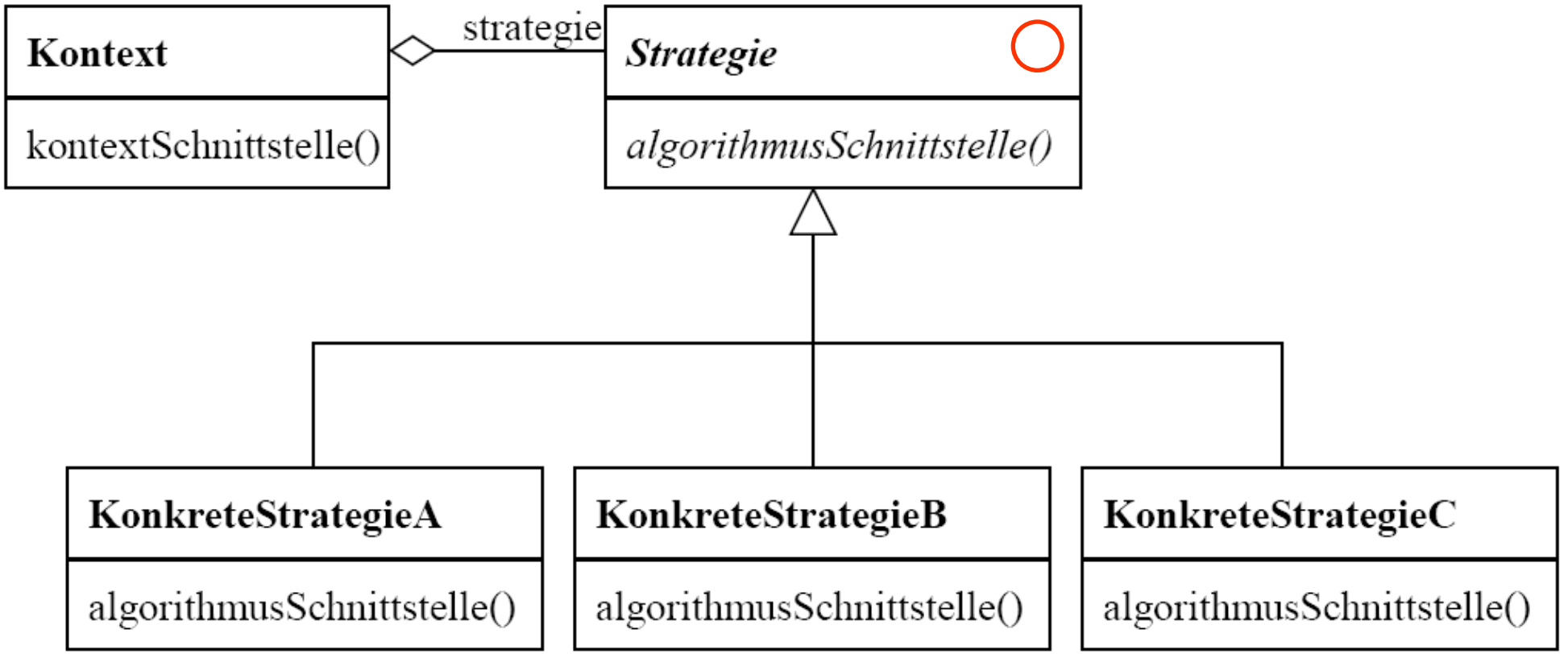
- Zweck
  - Definiere eine Familie von **Algorithmen**, kapsele sie und mache sie austauschbar. Das Strategiemuster ermöglicht es, den Algorithmus unabhängig von nutzenden Klienten zu variieren.
- Auch bekannt als
  - Policy
- Motivation
  - Manchmal müssen Algorithmen abhängig von der notwendigen Performanz, der Anzahl oder des Typs der Daten variiert werden.

Beispiel für Strategie

- Kapselung von Zeilenumbrechalgorithmen in Klassen



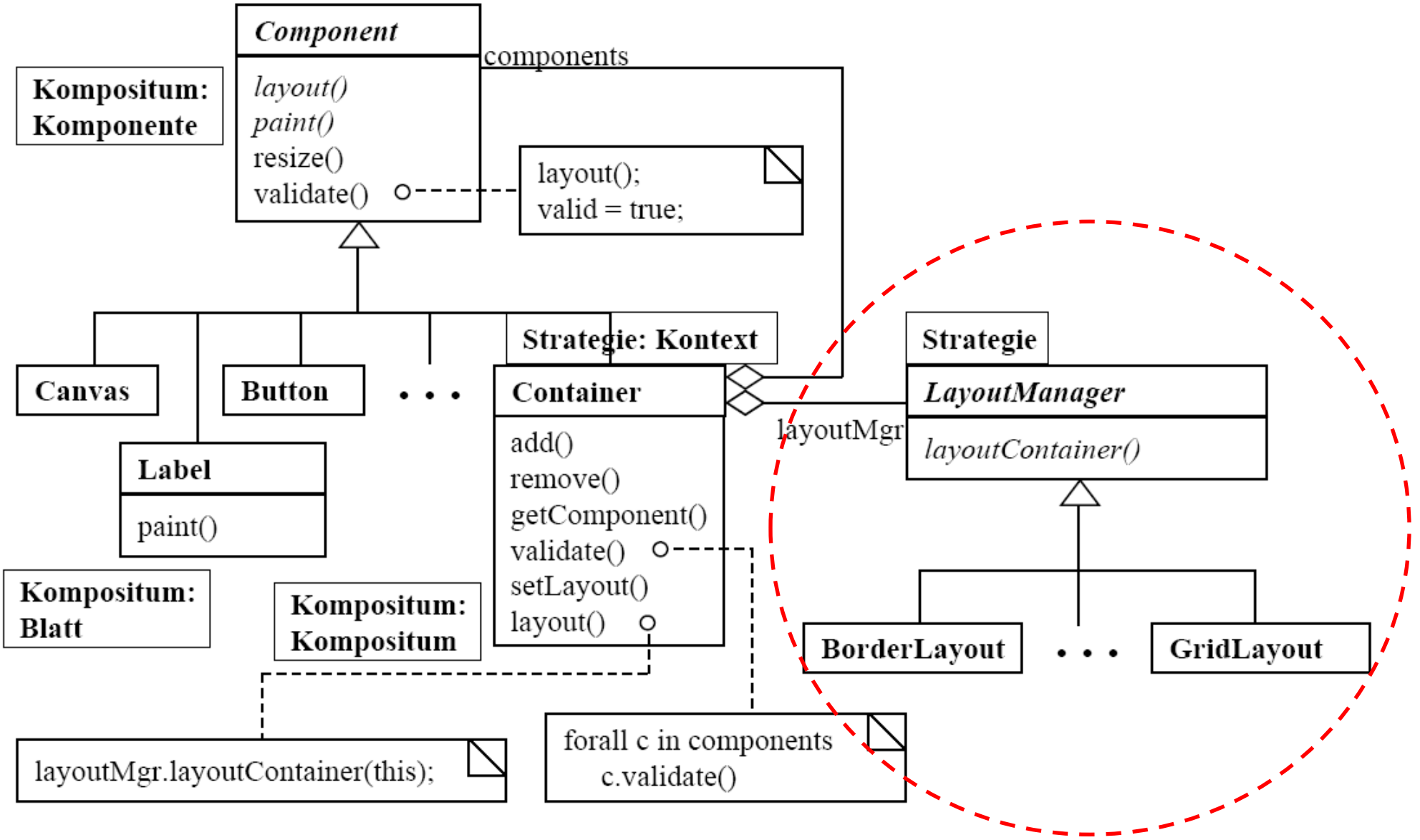
Struktur für Strategie



Strategie

- Anwendbarkeit
  - Wenn sich viele verwandte Klassen nur in ihrem Verhalten unterscheiden. Strategieobjekte bieten die Möglichkeit, eine Klasse mit einer von mehreren möglichen Verhaltensweisen zu konfigurieren.
  - Wenn unterschiedliche Varianten eines Algorithmus benötigt werden.
  - Wenn ein Algorithmus Datenstrukturen verwendet, die Klienten nicht bekannt sein sollen.
  - Wenn eine Klasse unterschiedliche Verhaltensweisen definiert und diese als mehrfache Bedingungsanweisungen in ihren Operationen erscheinen.
  - Alternativ zur Ableitung der Klasse *Strategie* kann man auch die Klasse *Kontext* ableiten, um verschiedene Verhaltensmuster zu implementieren. Das Ergebnis sind viele Klassen, die sich nur im Verhalten unterscheiden, welches für jede Klasse fest ist. Das Strategie-Muster erlaubt demgegenüber auch eine dynamische Veränderung des Verhaltens.

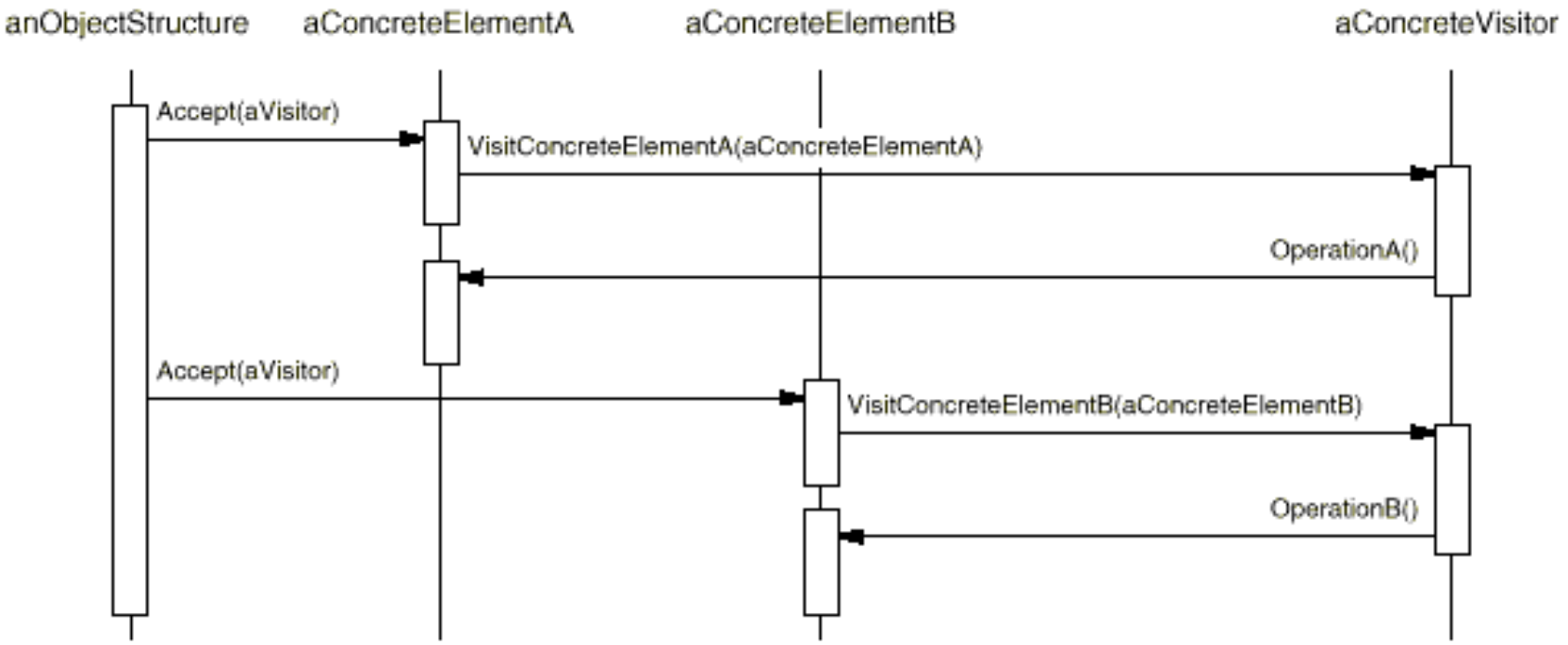
Beispiel aus JAVA AWT (Strategie)



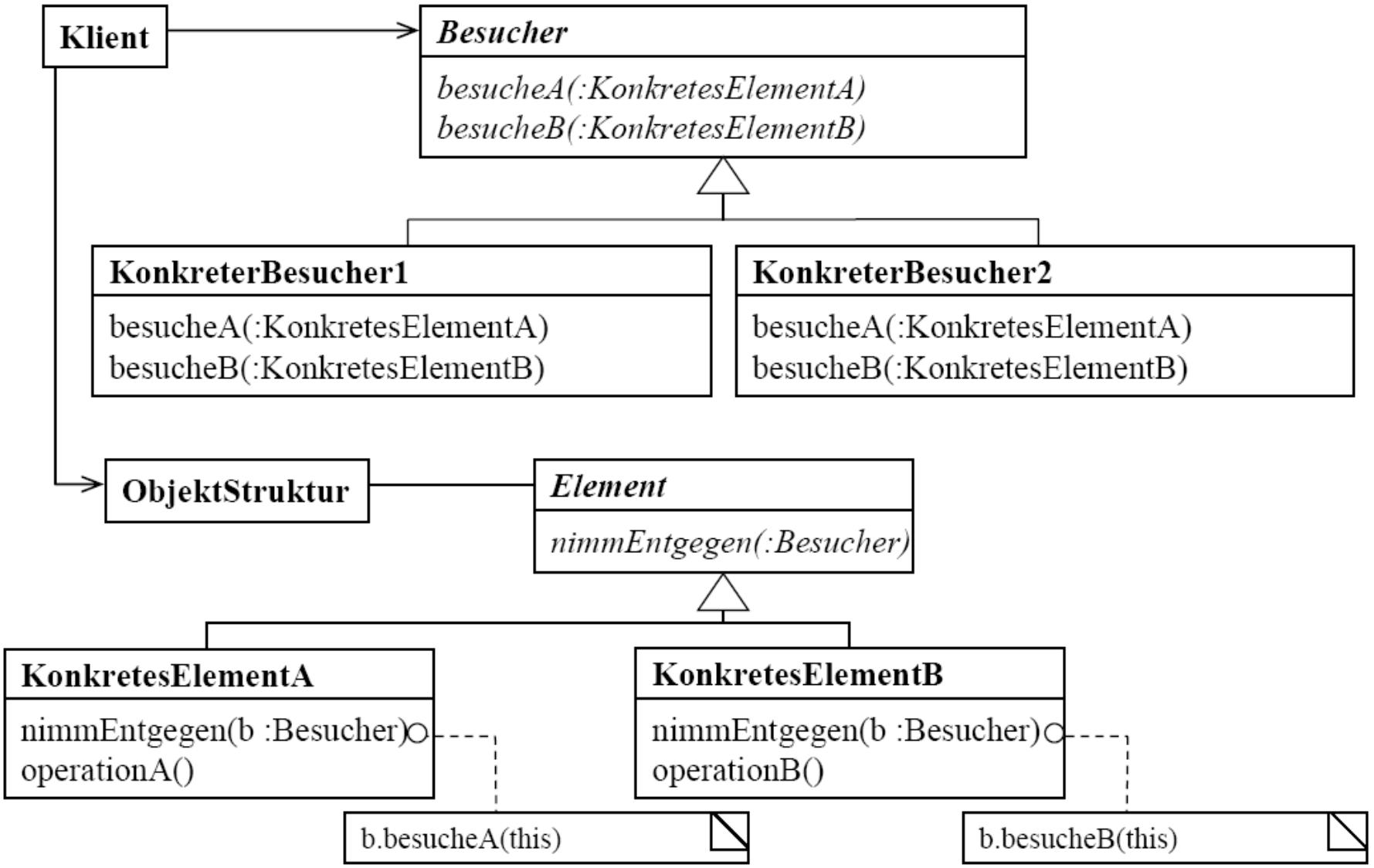
Besucher (Visitor)

Zweck

– Kapsle eine auf den Elementen einer Objektstruktur auszuführende Operation als ein Objekt. Das Besuchermuster ermöglicht es, eine neue Operation zu definieren, ohne die Klassen der von ihr bearbeiteten Elemente zu verändern.

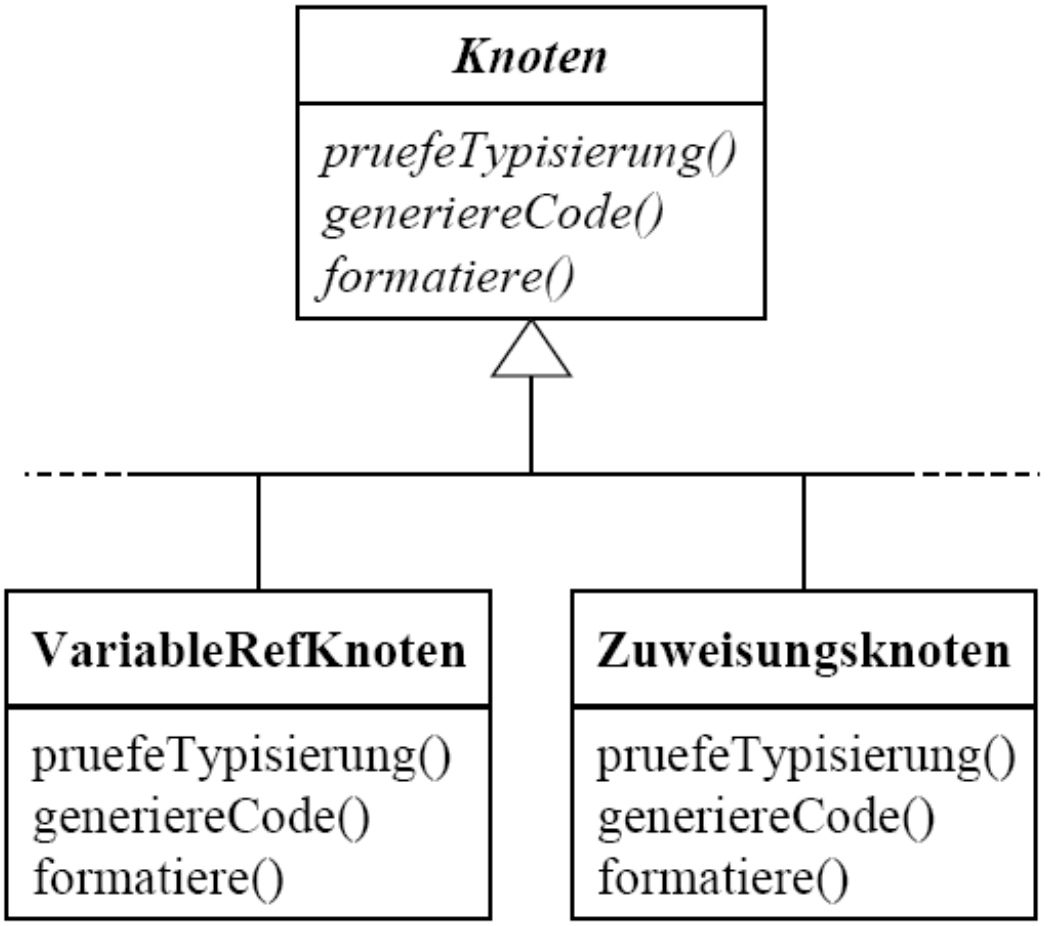


Struktur des Besucher



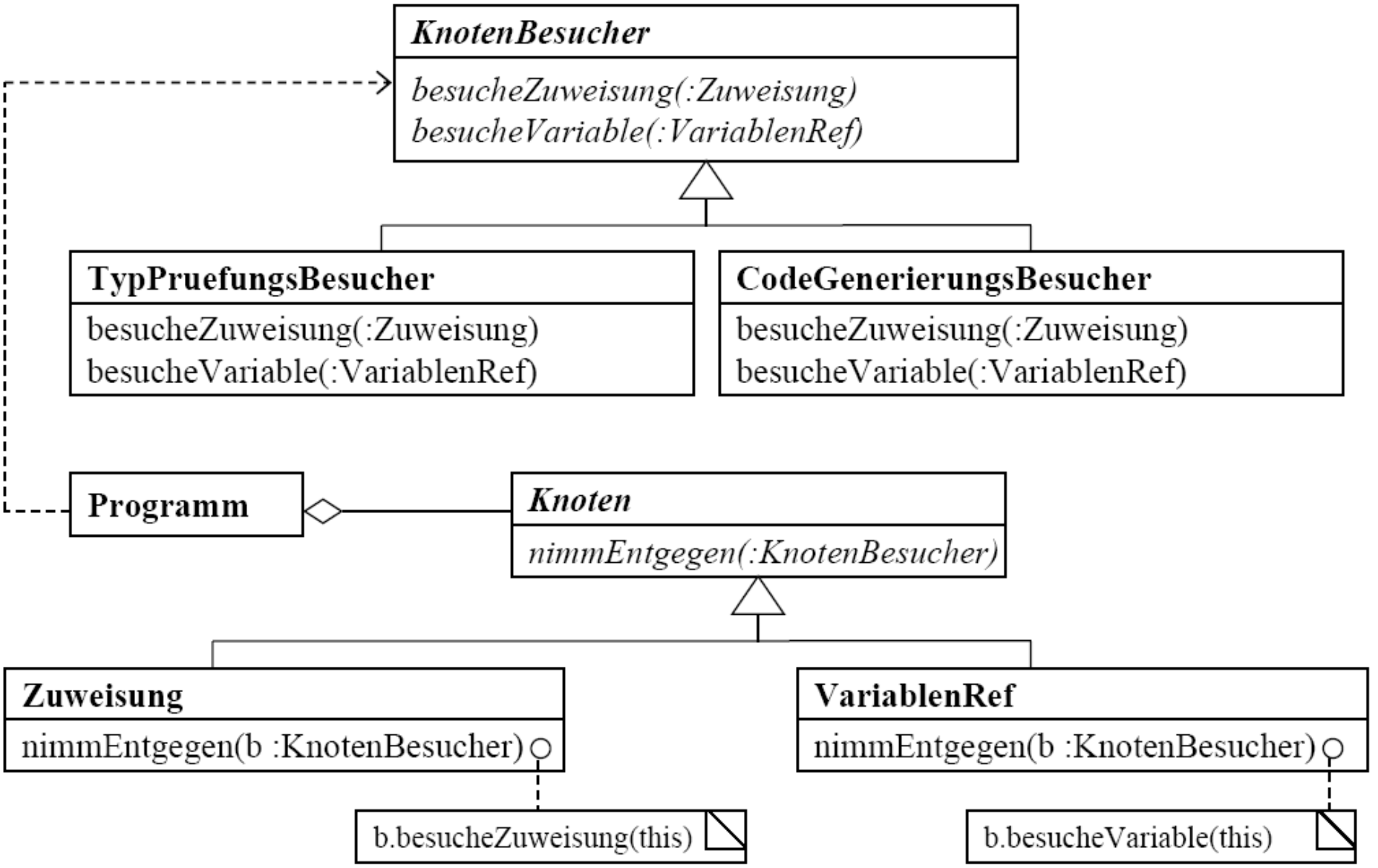
Beispiel: **ohne** Besucher

- Abstrakte Syntaxbäume in einem Übersetzer



Die einzelnen Operationen sind über viele Klassen verstreut. Bei Einführung neuer Operationen müssen alle diese Klassen erweitert werden.

Beispiel: **mit** Besucher



Anwendbarkeit

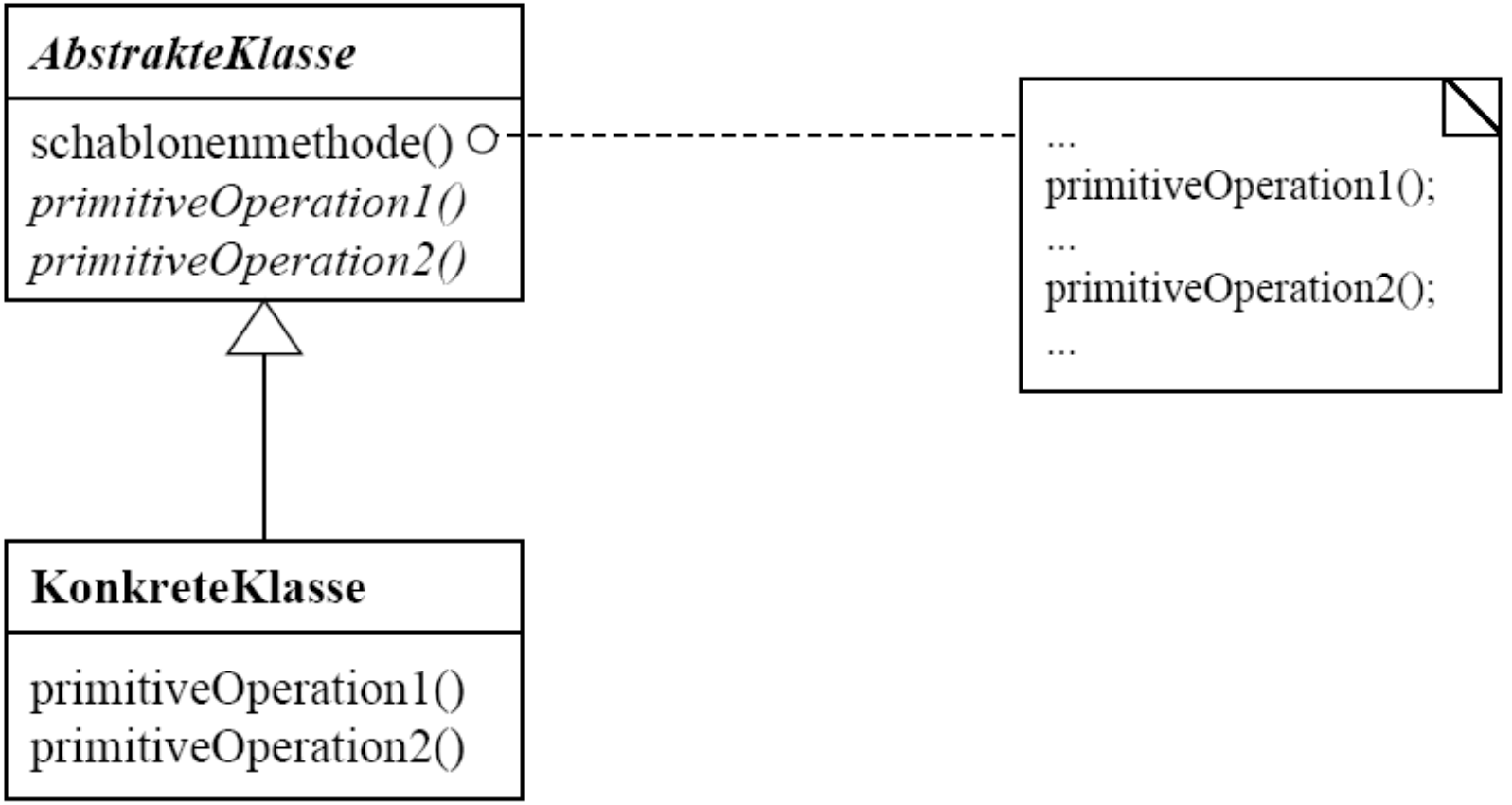
- Wenn eine Objektstruktur viele Klassen von Objekten mit **unterschiedlichen Schnittstellen** enthält und Operationen auf diesen Objekten ausgeführt werden sollen, die von ihren konkreten Klassen abhängen.
- Wenn viele unterschiedliche und **nicht miteinander verwandte Operationen** auf den Objekten einer Objektstruktur ausgeführt werden müssen und diese Klassen nicht mit diesen Operation „verschmutzt" werden sollen.
- Wenn sich die Klassen, die eine Objektstruktur definieren, praktisch nie ändern, aber **häufig neue Operationen** für die Struktur definiert werden.

Schablonenmethode (Template Method)

Zweck

- Definiere das Skelett eines Algorithmus in einer Operation und delegiere einzelne Schritte an Unterklassen. Die Verwendung einer Schablonenmethode ermöglicht es Unterklassen, bestimmte Schritte eines Algorithmus zu überschreiben, ohne seine Struktur zu verändern.

Struktur für Schablonenmethode



Anwendbarkeit

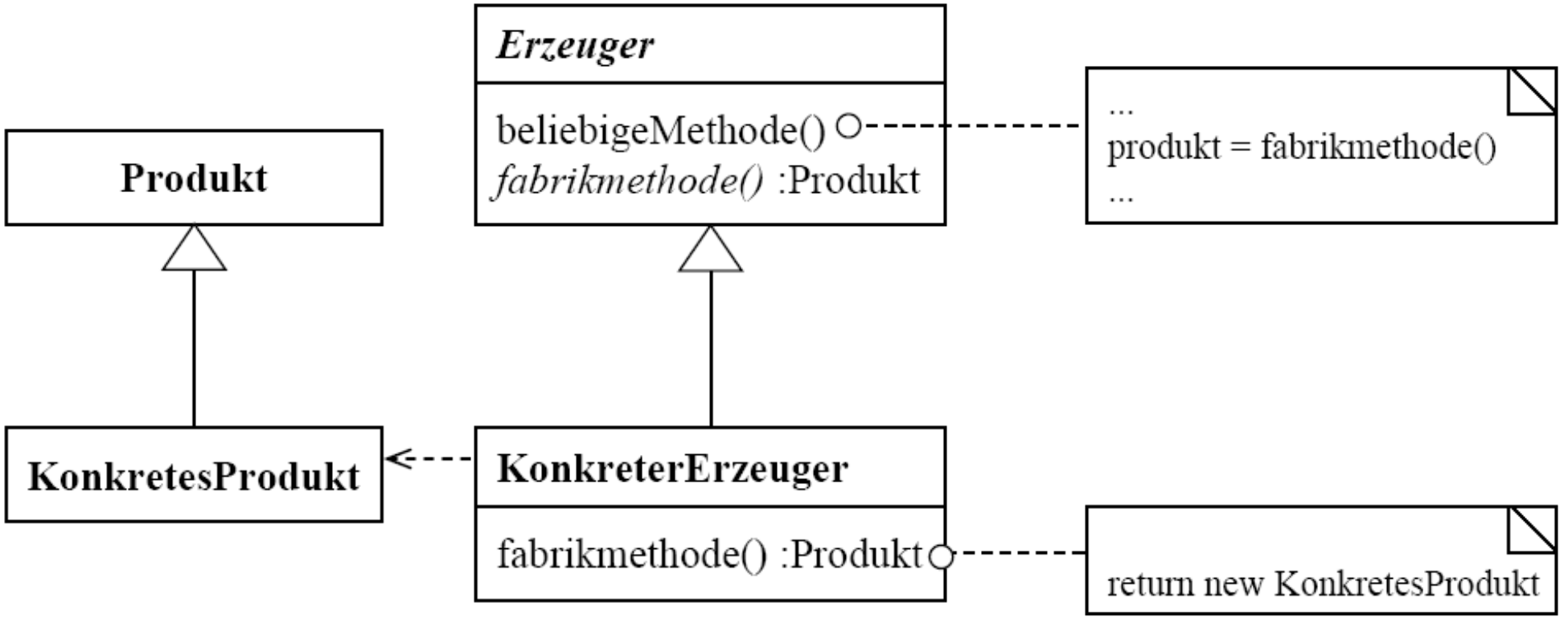
- Um die **invarianten Teile** eines Algorithmus genau einmal festzulegen und es dann Unterklassen zu überlassen, das variierende Verhalten zu implementieren.
- Wenn gemeinsames Verhalten aus Unterklassen heraus faktorisiert und in einer allgemeinen Klasse platziert werden soll, um die **Verdopplung von Code zu vermeiden**.
- Um die **Erweiterungen durch Unterklassen zu kontrollieren**. Eine Schablonenmethode lässt sich so definieren, dass sie „Einschubmethoden” (hooks) an bestimmten Stellen aufruft und damit Erweiterungen nur an diesen Stellen zulässt.

Fabrikmethode (Factory Method)

Zweck

- Definiere eine Klassenschnittstelle mit Operationen zum Erzeugen eines Objekts, aber lasse Unterklassen entscheiden, von welcher Klasse das zu erzeugende Objekt ist. Fabrikmethoden ermöglichen es einer Klasse, die Erzeugung von Objekten an Unterklassen zu delegieren.

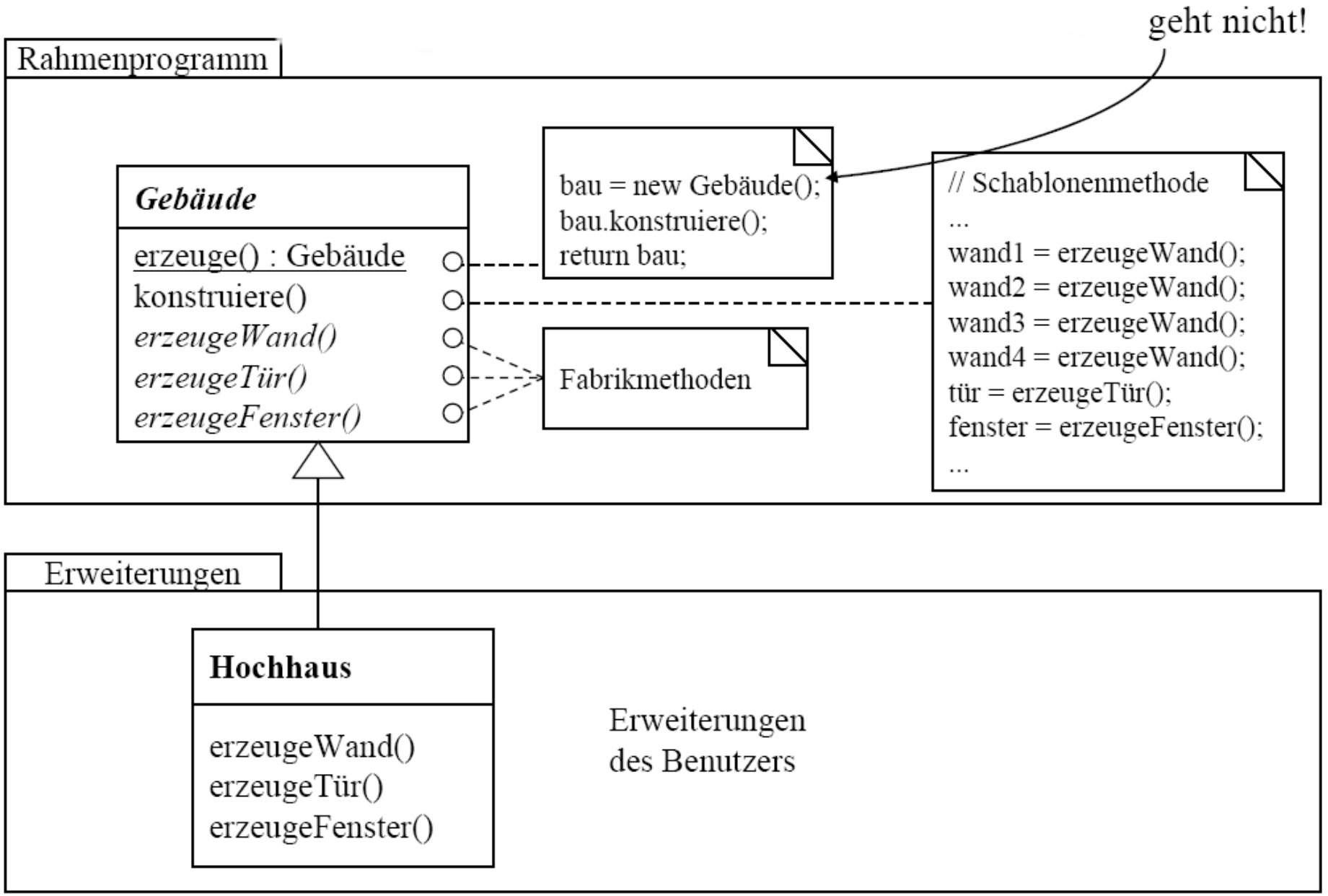
Struktur der Fabrikmethode



Beispiel einer Fabrikmethode

- Angenommen, „Archi“ sei ein Rahmenprogramm zum Planen von Gebäuden. Es enthält die Klasse *Gebäude*, die eine Methode ***konstruiere*** enthält. Diese Schablonenmethode zum Konfigurieren eines Gebäudeobjektes delegiert das Erzeugen der benötigten Komponenten an die Fabrikmethoden.
- Dem Benutzer des *Gebäude*s ist es gestattet, Unterklassen von Gebäude anzulegen. Diese Unterklassen müssen Implementierungen für die abstrakten Methoden ***erzeugeWand***, ***erzeugeTür*** und ***erzeugeFenster*** enthalten.
- Problem: Wie kann der Benutzer dem Rahmenprogramm mitteilen, wie seine Unterklasse heißt?

Beispiel einer Fabrikmethode



Beispiel einer Fabrikmethode

- Lösung 1: Übergib den Klassennamen *Hochhaus* als Zeichenkette und wandle ihn in die entsprechende Klasse um.
  - in Java: ***Class.forName(String name)***

```
public static Gebäude erzeuge() {
   Gebäude bau;
   String KlassenName = holeKlassenname()
   // holeKlassenName liest z.B. eine Konfigurationsdatei
   // oder nutzt einen Aufrufparameter
   bau = (Gebäude) Class.forName(KlassenName).newInstance();
   bau.konstruiere();
   return bau;
}
```

Definition zur Laufzeit

Beispiel einer Fabrikmethode

- Lösung 2: Gib Unterklasse von Gebäude im Rahmenprogramm vor, und parametrisiere ***konstruiere()*** entsprechend.

```
public static Gebäude erzeuge (Gebäudetyp t) {
   Gebäude bau;
   switch (t) {
       case HOCHHAUS: bau = new Hochhaus(); break;
       case BANK: bau = new Bank(); break;
       case WOHNHAUS: bau = new Wohnhaus(); break;
   }
   bau.konstruiere();
   return bau;
}
```

- Nachteil: Unterklassen fixiert.

Anwendbarkeit

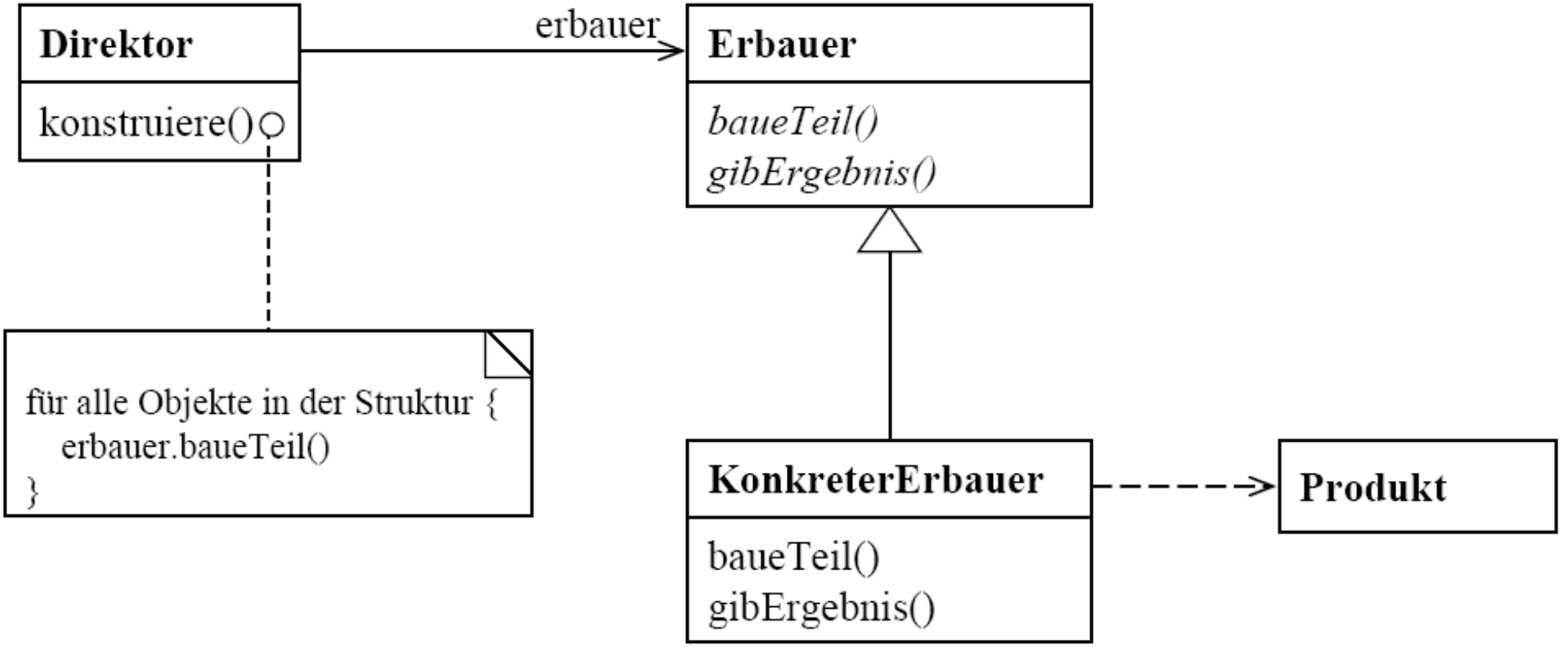
- Wenn eine Klasse die Klasse von Objekten, die sie erzeugen muss, **nicht im voraus kennen kann**.
- Wenn eine Klasse möchte, dass ihre **Unterklassen** die von ihr zu **erzeugenden Objekte festlegen**.
- Wenn Klassen Zuständigkeiten an eine von mehreren Hilfsunterklassen delegieren sollen und das Wissen, an welche Hilfsunterklasse die Zuständigkeit delegiert wird, lokalisiert werden soll. Eine Fabrikmethode ist die Einschubmethode bei einer Schablonenmethode für Objekterzeugung.

Erbauer (Builder)

Zweck

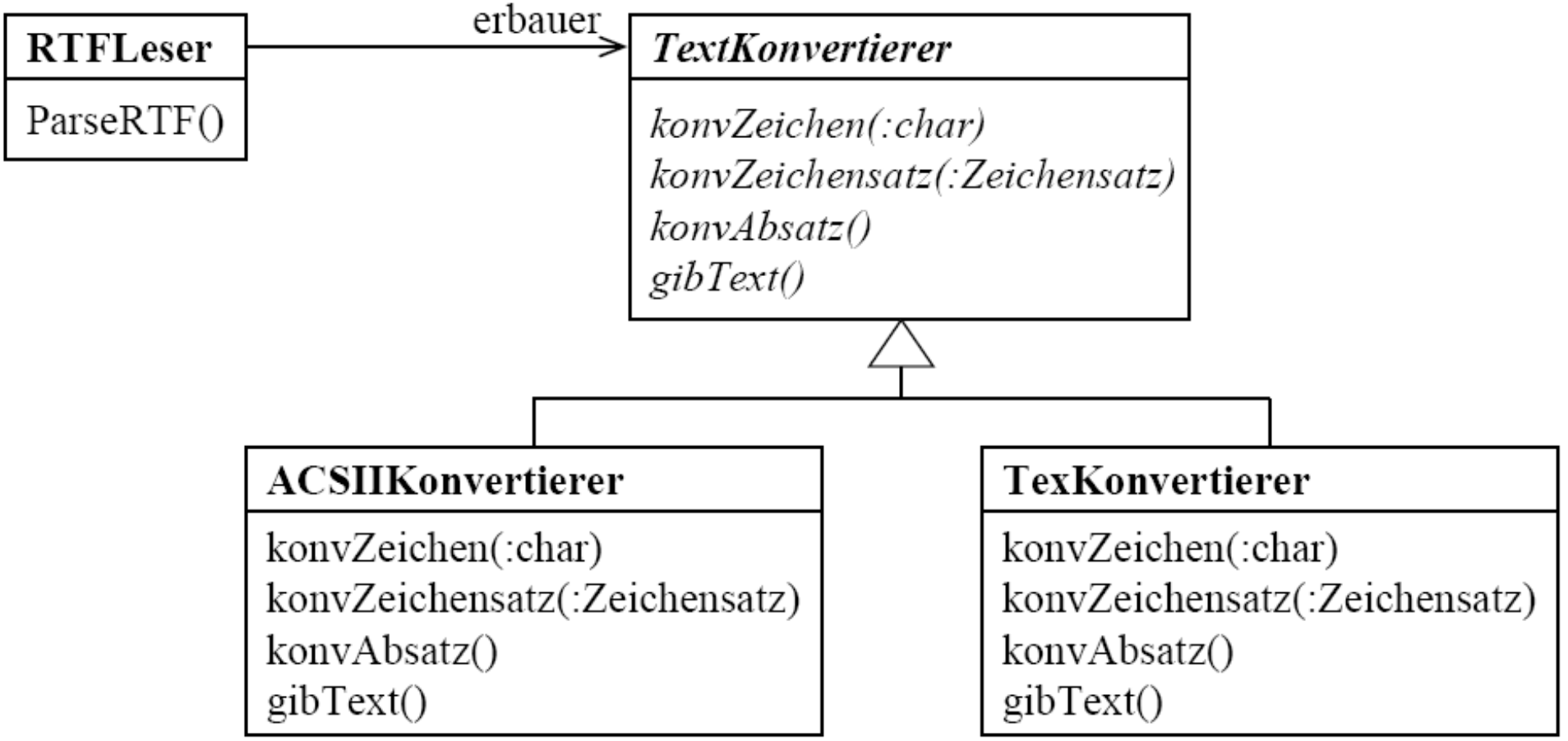
- Trenne die Konstruktion eines komplexen Objekts (bestehend aus mehreren Teilen) von seiner Repräsentation, so dass derselbe Konstruktionsprozess unterschiedliche Repräsentationen erzeugen kann.

Struktur des Erbauers



Beispiel eines Erbauers

- Transformation zwischen Textformaten

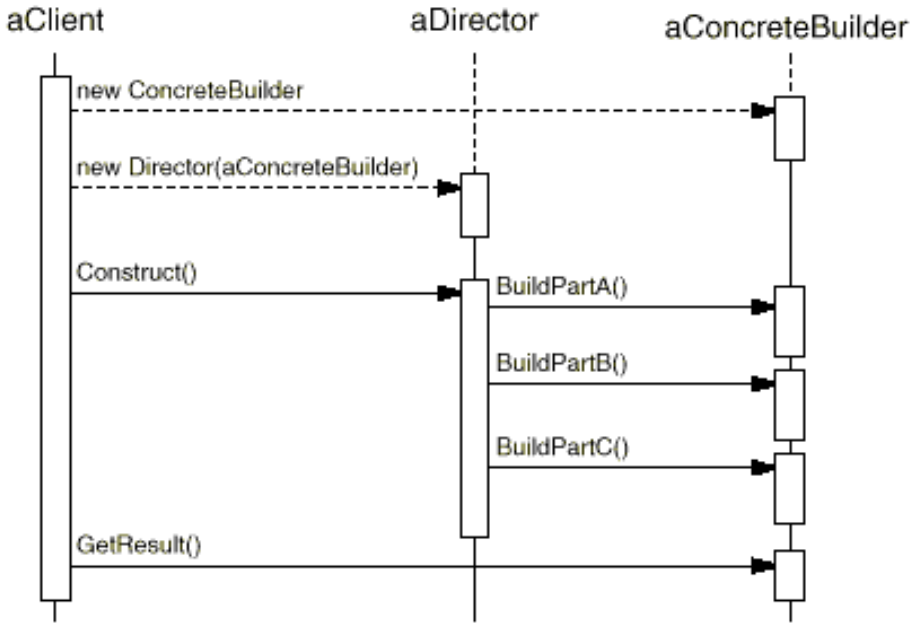


Anwendbarkeit

- Der Algorithmus zum Erzeugen eines komplexen Objekts soll **unabhängig von den Teilen** sein, aus denen das Objekt besteht und wie sie zusammengesetzt werden.
- Der Konstruktionsprozess muss verschiedene Repräsentationen des zu konstruierenden Objekts erlauben.

Interaktionen

- Der Klient erzeugt das Direktorobjekt und konfiguriert es mit dem gewünschten Erbauerobjekt.
- Der Direktor informiert den Erbauer, wenn ein Teil des Produkts gebaut werden soll.
- Der Erbauer bearbeitet die Anfragen des Direktors und fügt Teile zum Produkt hinzu.
- Der Klient erhält das Produkt vom Erbauer.



Erbauer vs. Fabrikmethode

- Der Erbauer trennt den Konstruktionsalgorithmus und die Schnittstelle zum Bauen der einzelnen Teile (Direktor und Erbauerklassen). Daher ist es möglich, die Erbauerklasse und damit die Repräsentation der Einzelteile und des gesamten Produkts zu variieren (auch dynamisch).

Abstrakte Fabrik (Abstract Factory)

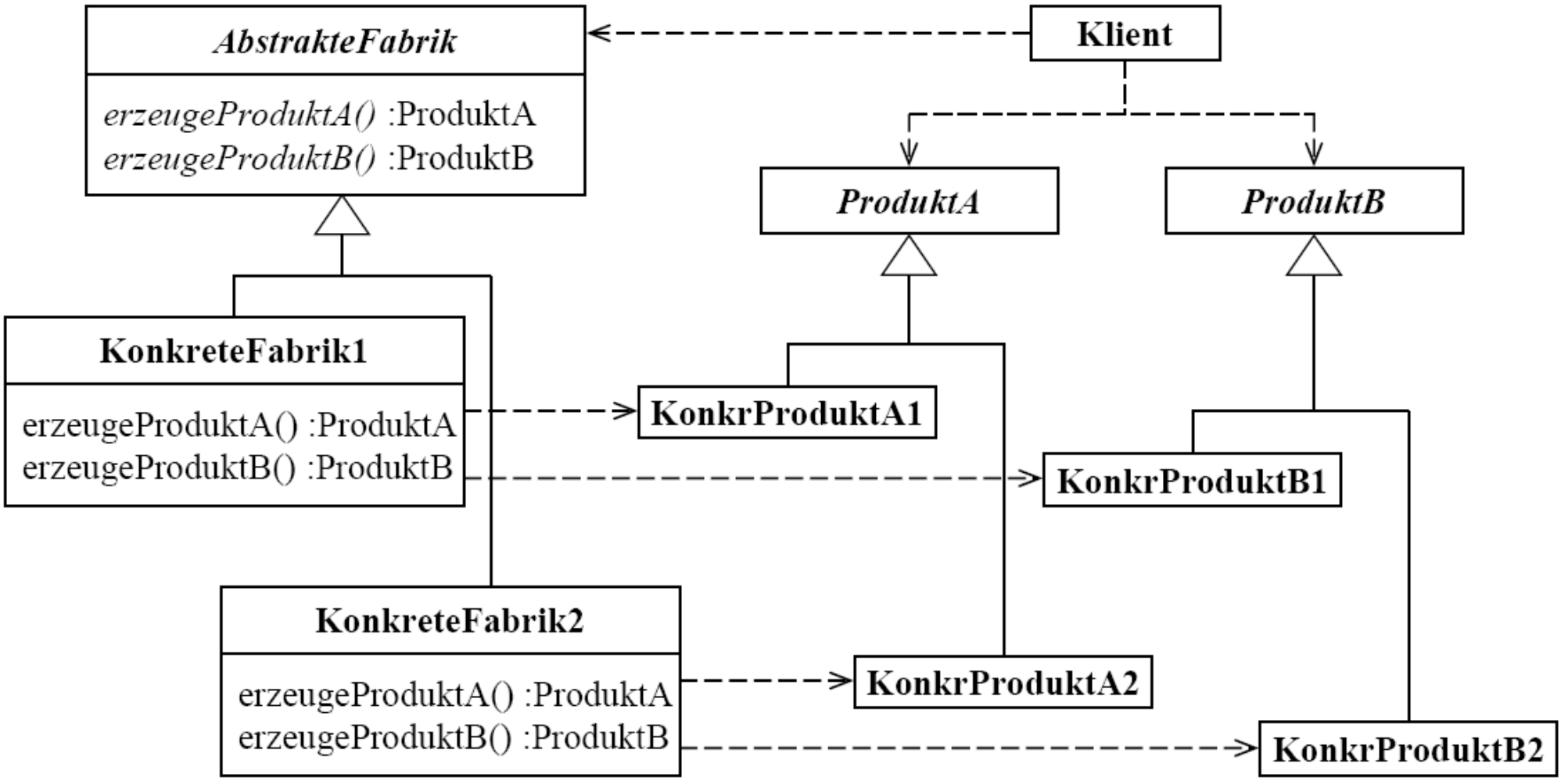
Zweck

- Bietet eine Schnittstelle zum Erzeugen von Familien verwandter oder voneinander abhängiger Objekte, ohne ihre konkreten Klassen zu benennen.

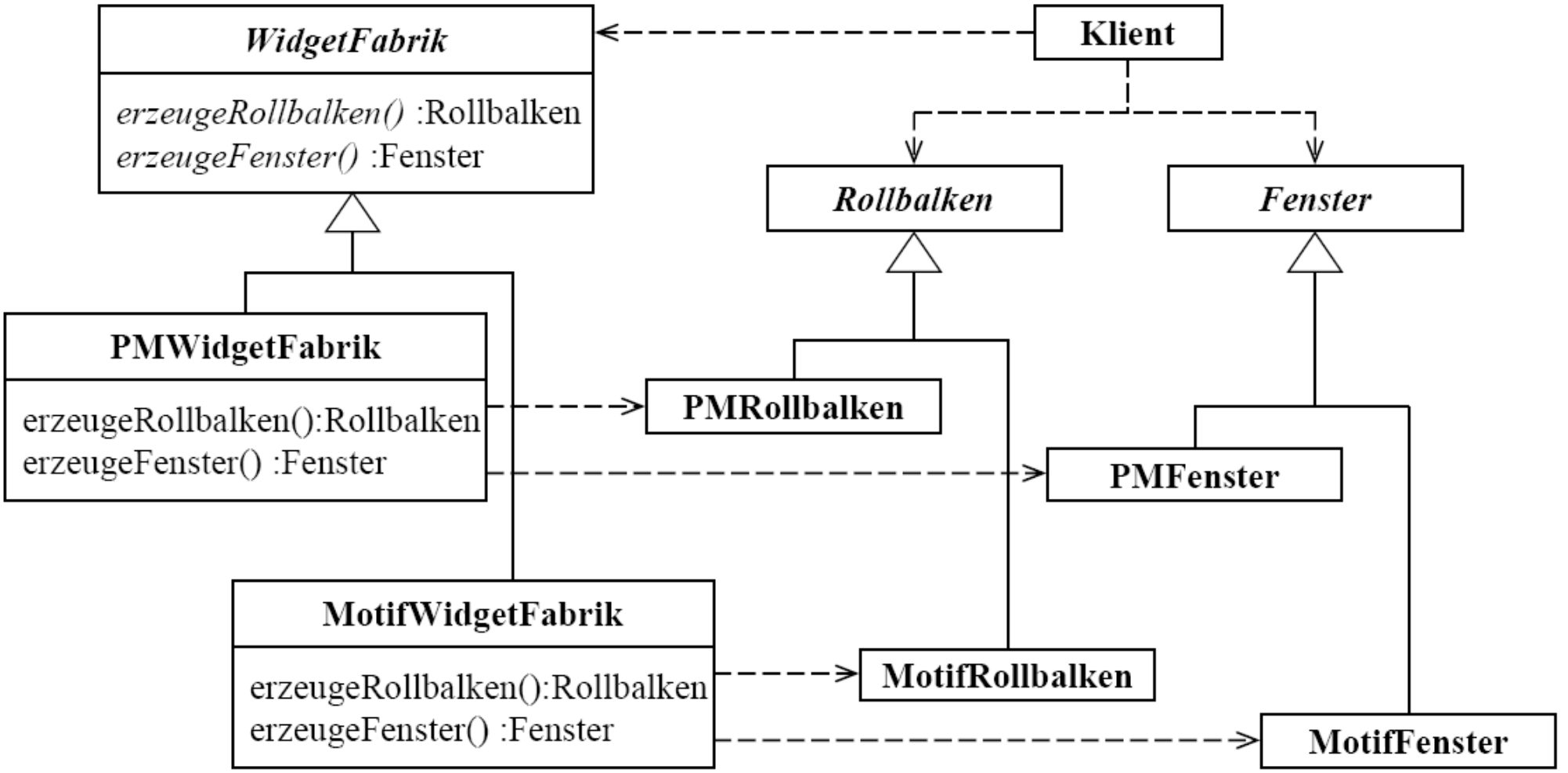
Auch bekannt als

- Kit

Struktur der Abstrakten Fabrik



Beispiel einer Abstrakten Fabrik



Anwendbarkeit

- Wenn ein System unabhängig davon sein soll, wie seine Produkte erzeugt, zusammengesetzt und repräsentiert werden.
- Wenn ein System mit einer von mehreren Produktfamilien konfiguriert werden soll.
- Wenn eine Familie von verwandten Produktobjekten zusammen verwendet werden solle, und dies erzwungen werden muss.
- Bei einer Klassenbibliothek, die nur die Schnittstellen, nicht aber die Implementierungen offen legt.

Erbauer vs. Abstrakte Fabrik

- Das Abstrakte-Fabrik-Muster ist dem Erbauermuster in der Hinsicht ähnlich, dass es ebenfalls komplexe Objekte konstruieren kann.
- Der Hauptunterschied ist, dass das Erbauermuster sich auf den schrittweisen Konstruktionsprozess eines komplexen Objekts konzentriert.
- Die Betonung der abstrakten Fabrik liegt auf **Familien von Produktobjekten** (ob nun einfach oder komplex). Der Erbauer gibt das Produkt als letzten Schritt zurück, während die Abstrakte Fabrik das Produkt unmittelbar zurückgibt.

6.3.3. Zustandshandhabungs-Muster (C)

- Memento
- Prototyp
- Fliegengewicht
- Einzelstück

Memento (Memento)

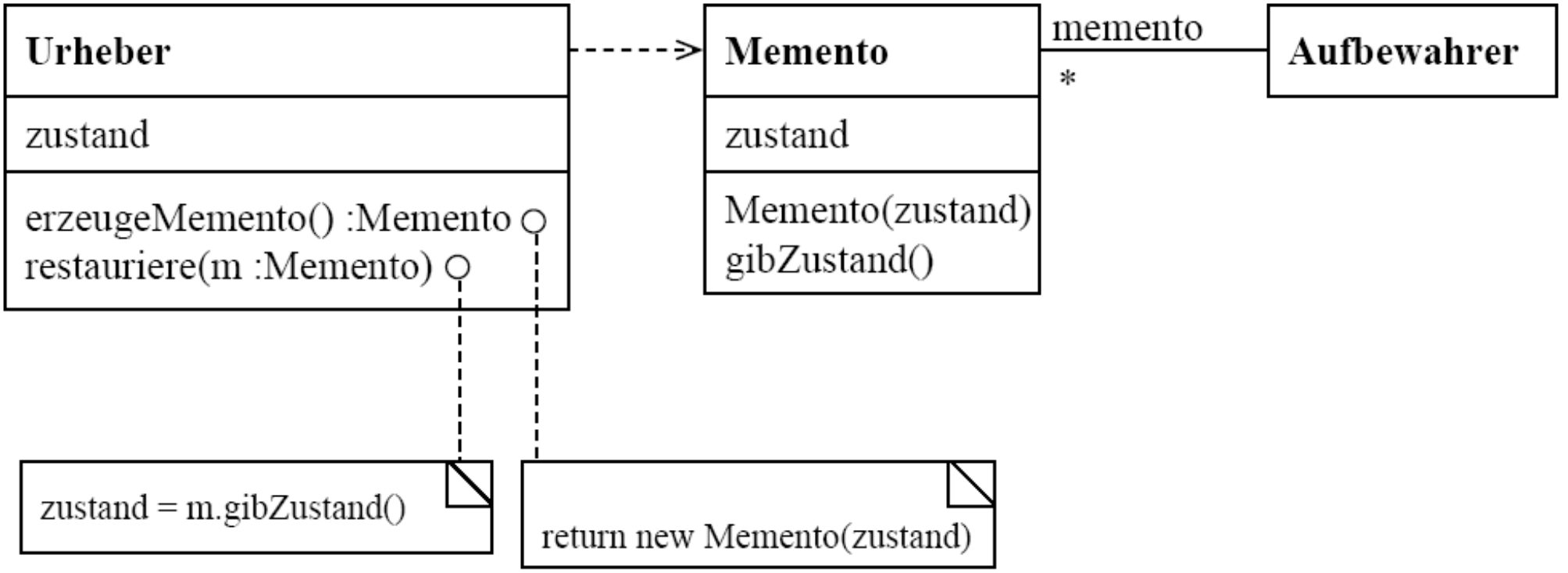
Zweck

- Erfasse und externalisiere den internen Zustand eines Objekts, ohne seine Kapselung zu verletzen, so dass das Objekt später in diesen Zustand zurückversetzt werden kann.

Auch bekannt als

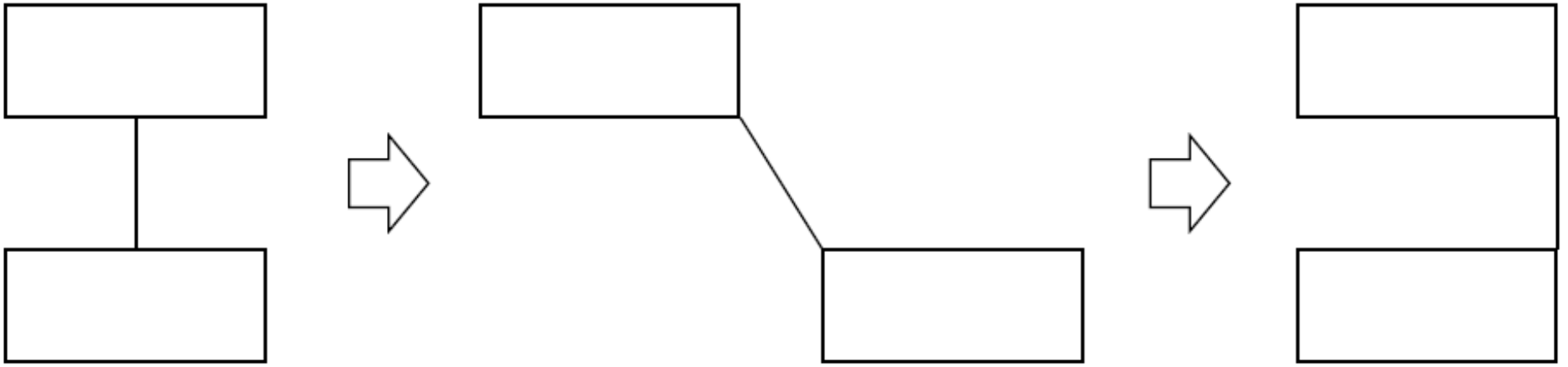
- Token

Struktur des Memento



Beispiel eines Mementos

- Komplexe Haltepunkte und Undo-Mechanismen z.B. in einem grafischen Editor:



Rechtecke bleiben verbunden, wenn ein Rechteck bewegt wird.

Mögliches falsches Ergebnis nach einem Undo, falls nur Entfernung zum Ursprung des Rechtecks gespeichert wurde.

Anwendbarkeit

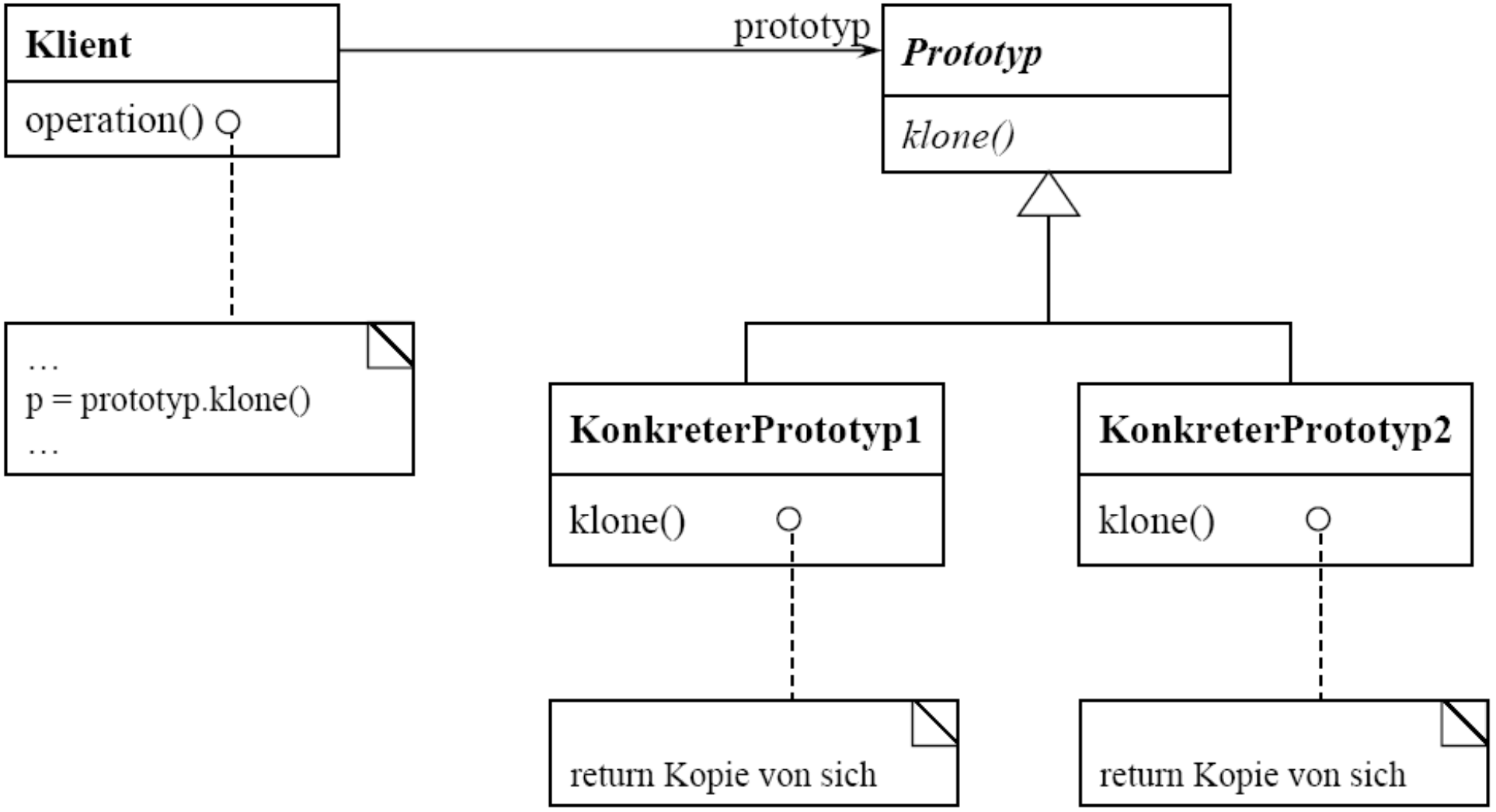
- Wenn eine **Momentaufnahme** (eines Teils) des Zustands eines Objekts zwischengespeichert werden muss, so dass es zu einem späteren Zeitpunkt in diesen Zustand zurückversetzt werden kann, *und*
- wenn eine **direkte Schnittstelle zum Ermitteln des Zustands** die Implementierungsdetails offenlegen und die Kapselung des Objekts aufbrechen würde.

Prototyp (Prototype)

Zweck

– Bestimme die Arten zu erzeugender Objekte durch die Verwendung eines typischen Exemplars und erzeuge neue Objekte durch **Kopieren** dieses Prototyps.

Struktur des Prototyps



Anwendbarkeit

- Das Prototypmuster wird verwendet, wenn ein System unabhängig davon sein soll, wie seine Produkte erzeugt, zusammengesetzt und repräsentiert werden, *und*
  - wenn die Klassen zu erzeugender Objekte erst **zur Laufzeit** spezifiziert werden, z.B. durch dynamisches Laden, *oder*
  - um eine Klassenhierarchie von Fabriken zu vermeiden, die parallel zur Klassenhierarchie der Produkte verläuft, *oder*
  - wenn Exemplare einer Klasse nur wenige Zustandskombinationen haben können. Es ist möglicherweise bequemer, eine entsprechende Anzahl von Prototypen einzurichten und sie zu klonen statt die Objekte einer Klasse jedes mal von Hand mit dem richtigen Zustand zu erzeugen.

Prototyp vs. Fabrikmethode

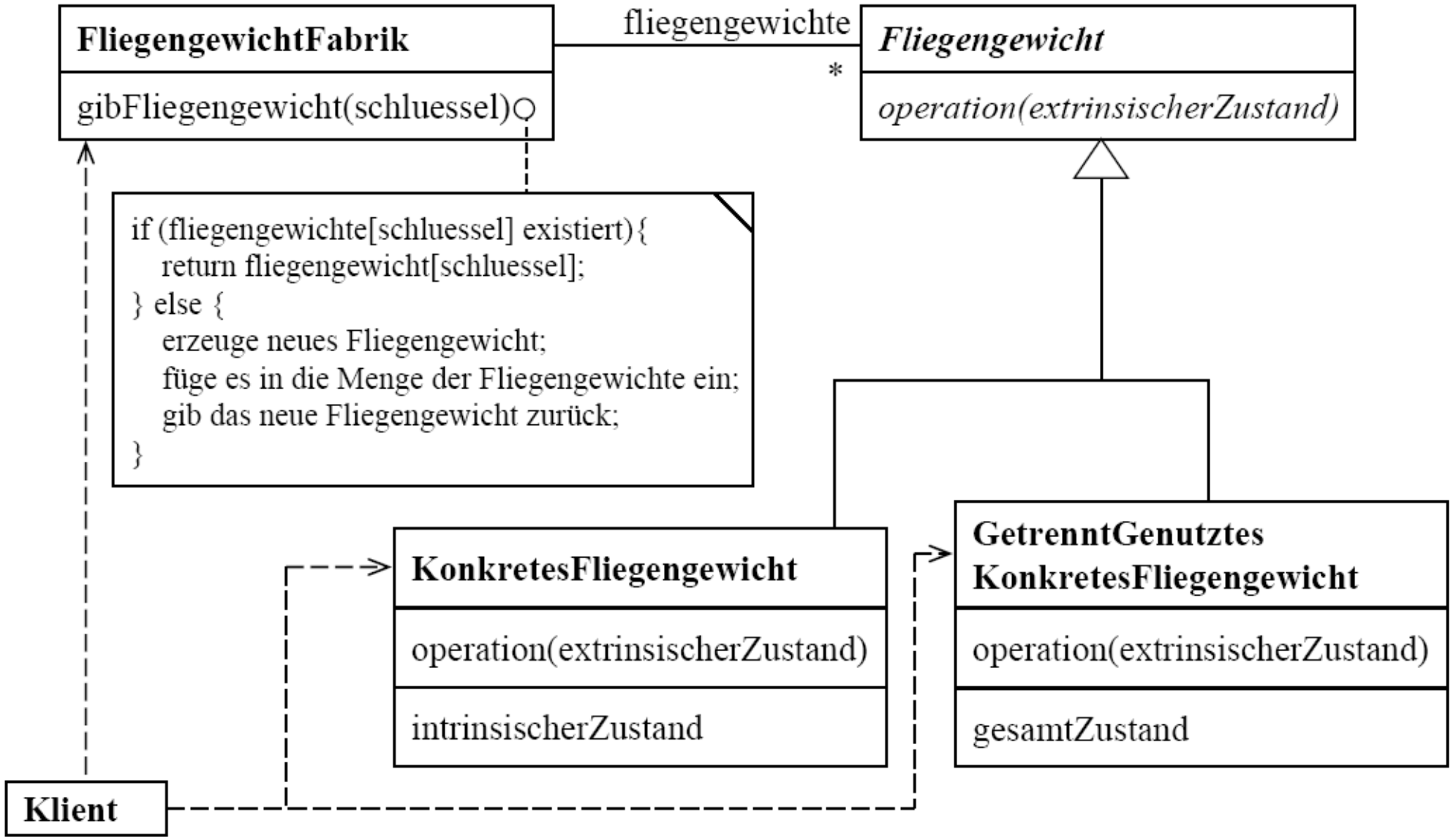
- Benutze Prototyp, falls der Aufbau eines Objekts wesentlich mehr **Zeit** erfordert als eine Kopie anzulegen.
- Benutze Prototypen nicht, wenn die Kopien so groß werden, dass es zu **Speicherengpässen** kommt.

Fliegengewicht (Flyweight)

Zweck

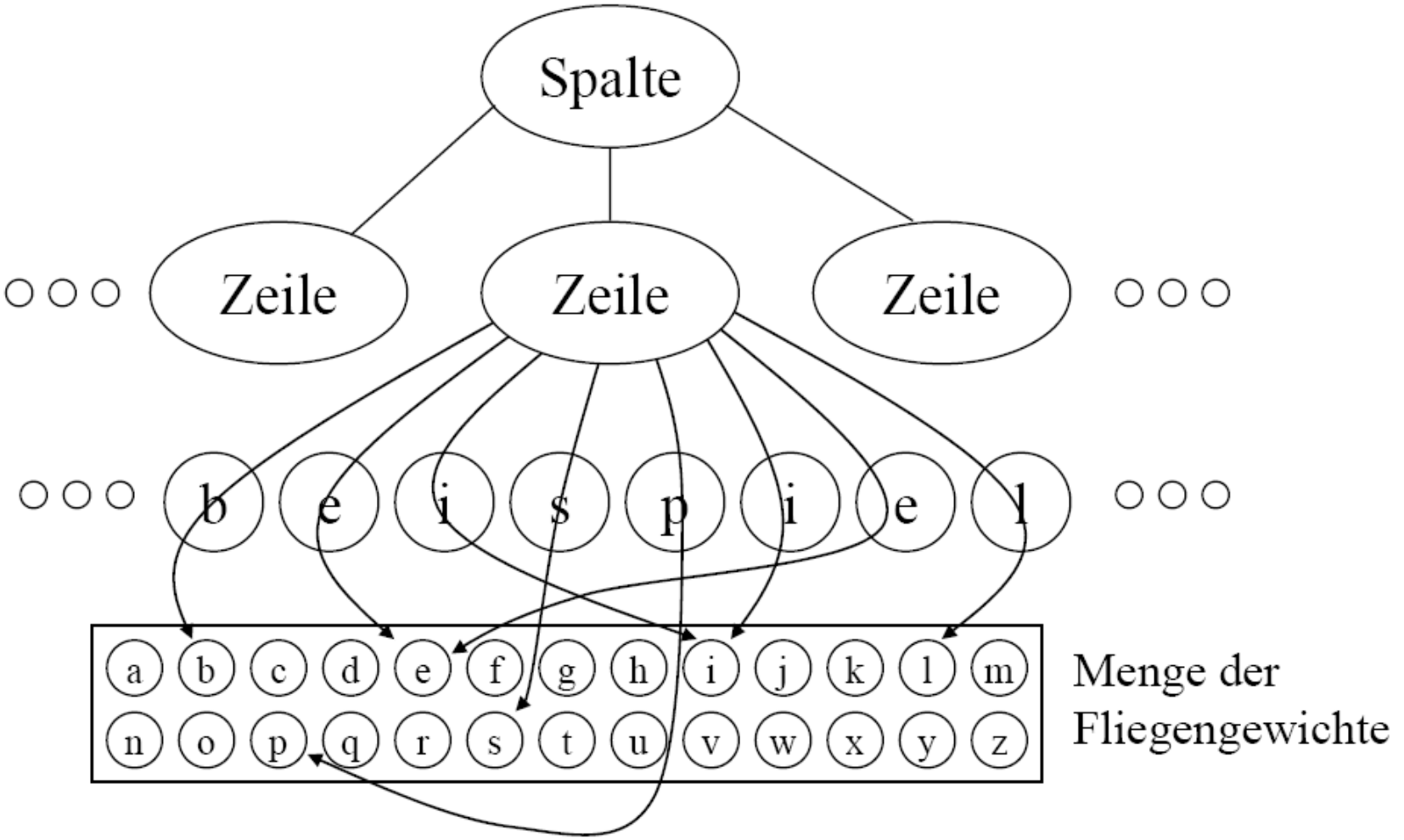
- Nutze Objekte kleinster Granularität gemeinsam, um große Mengen von ihnen effizient speichern zu können.

Struktur des Fliegengewichts



Beispiel eines Fliegengewichts

- Objektmodellierung bis hinunter zu einzelnen Zeichen in einem Texteditor:



Beispiel eines Fliegengewichts

- Die einzelnen Zeichen können durch einen Code repräsentiert werden (innerer Zustand).
- Die Informationen über Schriftart, Größe und Position können externalisiert werden (äußerer Zustand) und in dem Zeilen- oder Spaltenobjekt oder auch in Teilfolgen von Zeichen gespeichert werden.
- Konstante z.B.

```
public final String UNDEFINED= „undef“;
```

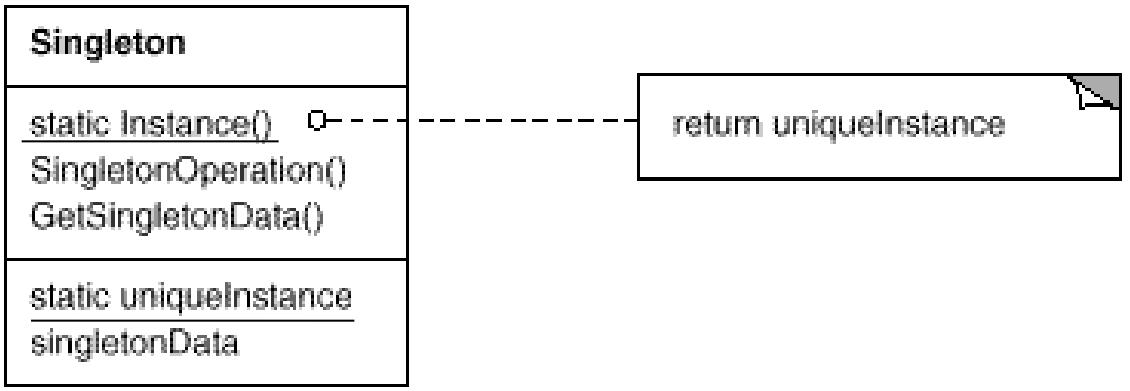
Anwendbarkeit

- Wenn die Anwendung eine große Menge von Objekten verwendet, *und*
- wenn Speicherkosten allein aufgrund der Anzahl von Objekten hoch sind, *und*
- wenn ein Großteil des Objektzustands in den Kontext verlagert und damit extrinsisch gemacht werden kann, *und*
- viele Gruppen von Objekten durch relativ wenige gemeinsam genutzte Objekte ersetzt werden, sobald einmal der extrinsische Zustand entfernt wurde, *und*
- die Anwendung nicht von der Identität der Objekte abhängt (sonst Identität trotz konzeptuellem Unterschied).

Singelton

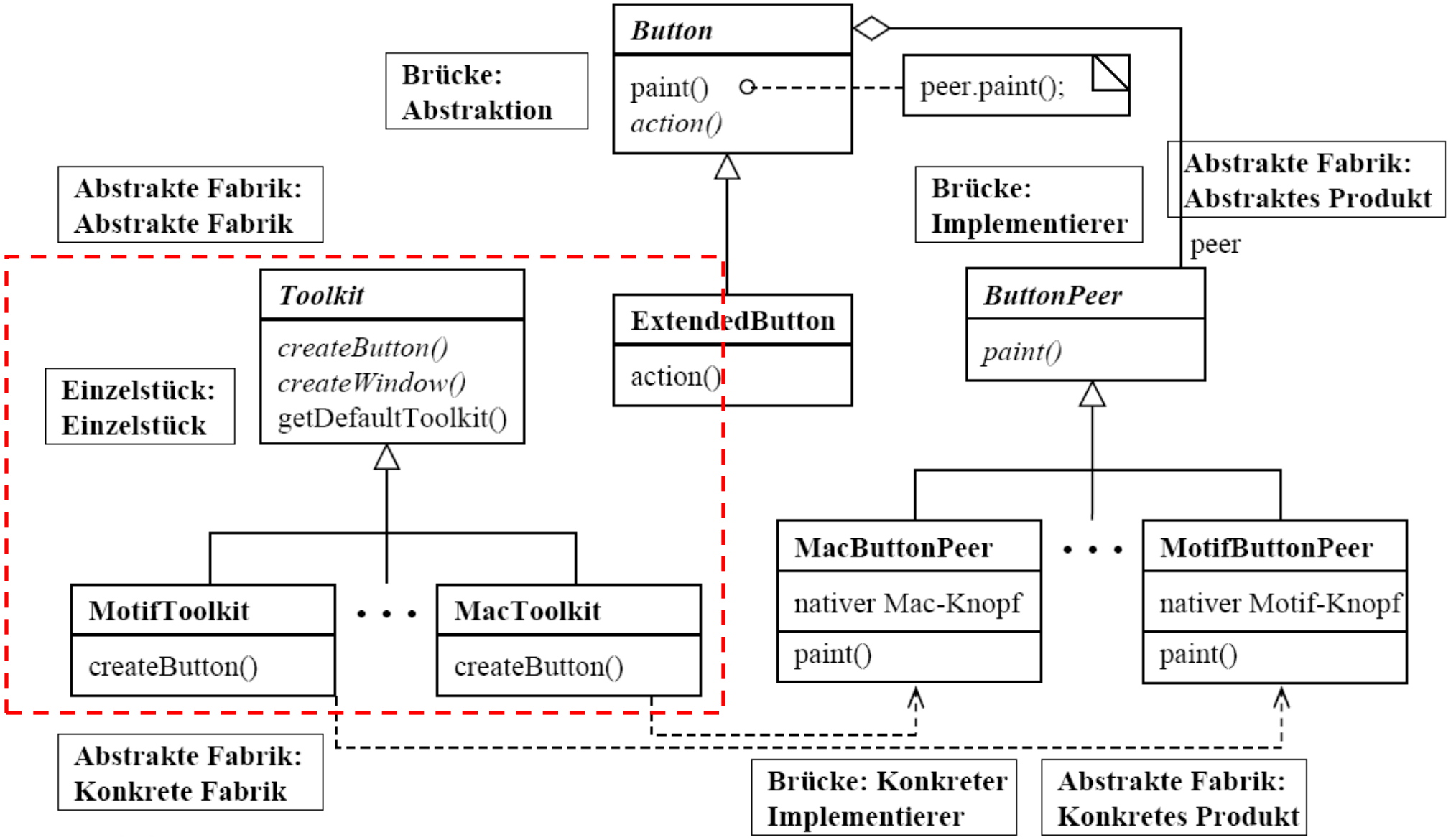
- **Zweck**
  - Sichere zu, dass eine Klasse **genau ein Exemplar besitzt**, und stelle einen globalen Zugriffspunkt darauf bereit.
- **Motivation**
  - Die **Klasse ist selbst für die Verwaltung ihres einzigen Exemplars zuständig**. Die Klasse kann durch Abfangen von Befehlen zur Erzeugung neuer Objekte sicherstellen, dass kein weiteres Exemplar erzeugt wird.

Struktur Einzelstück



- **Anwendbarkeit**
  - Wenn es von einer Klasse **nur eine einzige Instanz** geben darf und diese Instanz den Klienten an einer bekannten Stelle zugänglich gemacht werden soll.
  - Wenn die **einzige Instanz durch Unterklassenbildung erweiterbar** sein soll und die Klienten ohne Veränderung ihres Quelltextes diese nutzen sollen.
  - Wenn es schwierig oder unmöglich ist, festzustellen, welcher Teil der Anwendung die erste Instanz erzeugt.

Beispiel: Brücke, Einzelstück und Abstrakte Fabrik



6.3.4. Steuerungs-Muster (D)

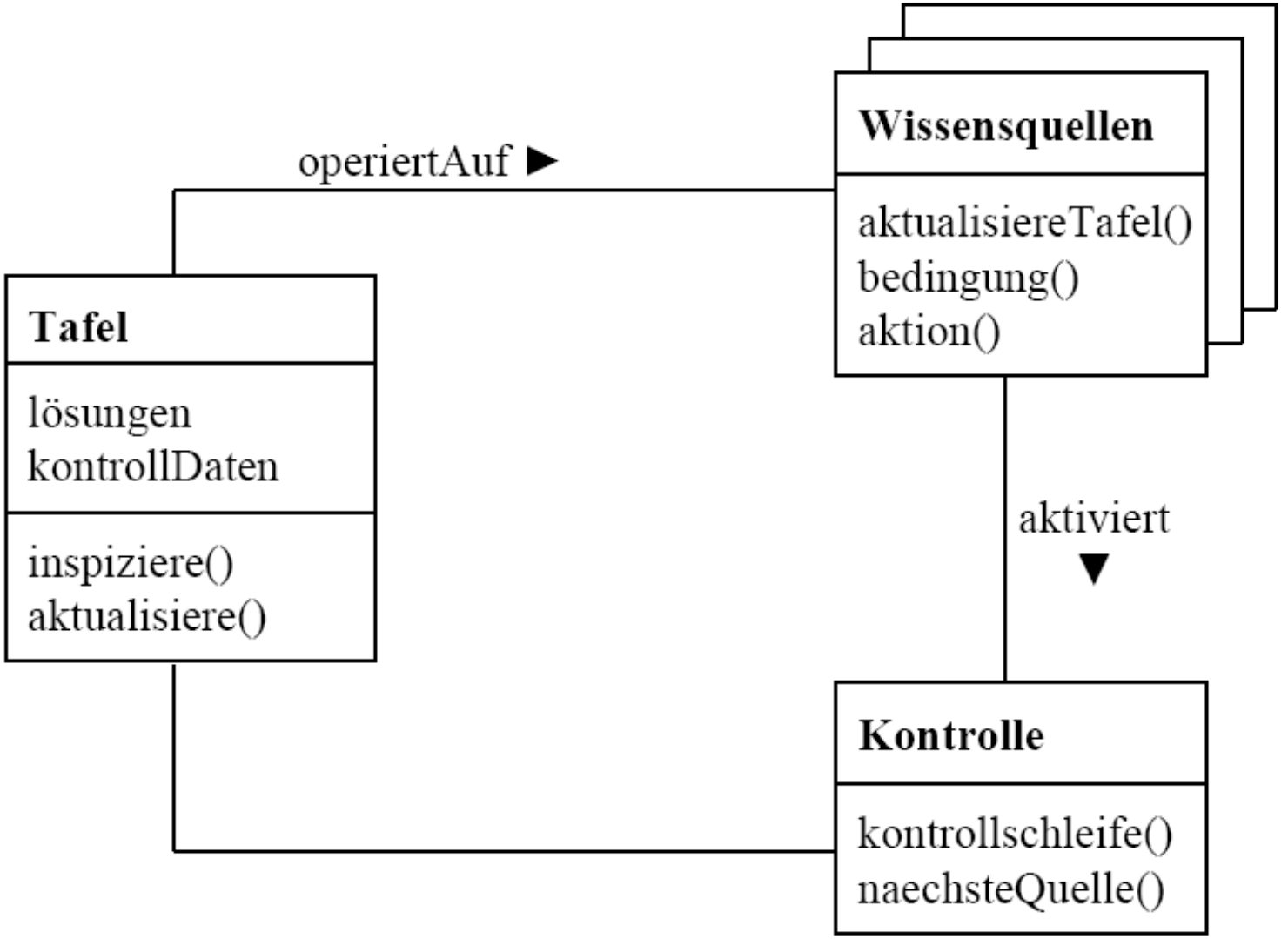
- Tafel
- Befehl
- Zuständigkeitskette
- Observer (Beobachter)
- Master/Slave
- Prozesssteuerung
  - System ohne Rückkoppelung
  - System mit Rückkoppelung
    - Regelung mit Rückführung
    - Regelung mit Störgrößenaufschaltung

Tafel (Blackboard)

Zweck

- Das Tafelmuster ist nützlich bei Problemen, für die **keine deterministischen Lösungsstrategien** bekannt sind. Mehrere spezialisierte Subsysteme vereinigen ihr Wissen auf der Tafel um eine eventuell partielle oder approximative Lösung zu finden.

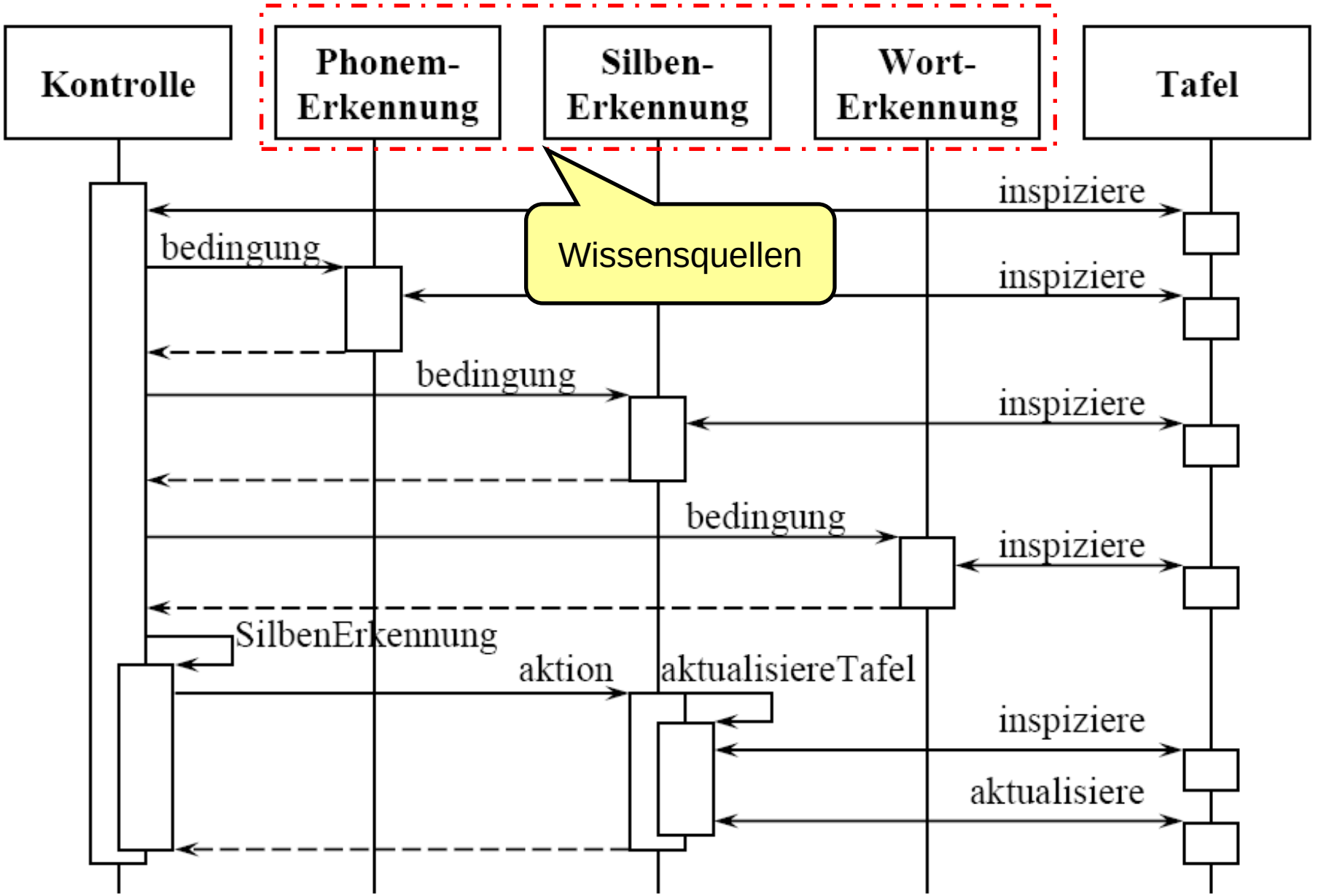
Struktur der Tafel



Tafel

- Einfache Form: Kontrolle aktiviert alle Wissensquellen der Reihe nach.
- Komplexere Form: bestimmt eine Folge anwendbarer Wissensquellen (über ***bedingung()***), wählt davon aus, und führt diese dann aus.

Beispiel einer Tafel: Spracherkennung



Anwendbarkeit

- Wenn mehrere Transformationen („Wissensquellen”) auf einer gemeinsamen Datenstruktur („Tafel”) operieren.
- Wenn das Auslösen der Transformationen vom Inhalt der Datenstruktur gesteuert wird.
- Wenn die Auswahl der anwendbaren Transformationen gesteuert werden soll.

Befehl (Command)

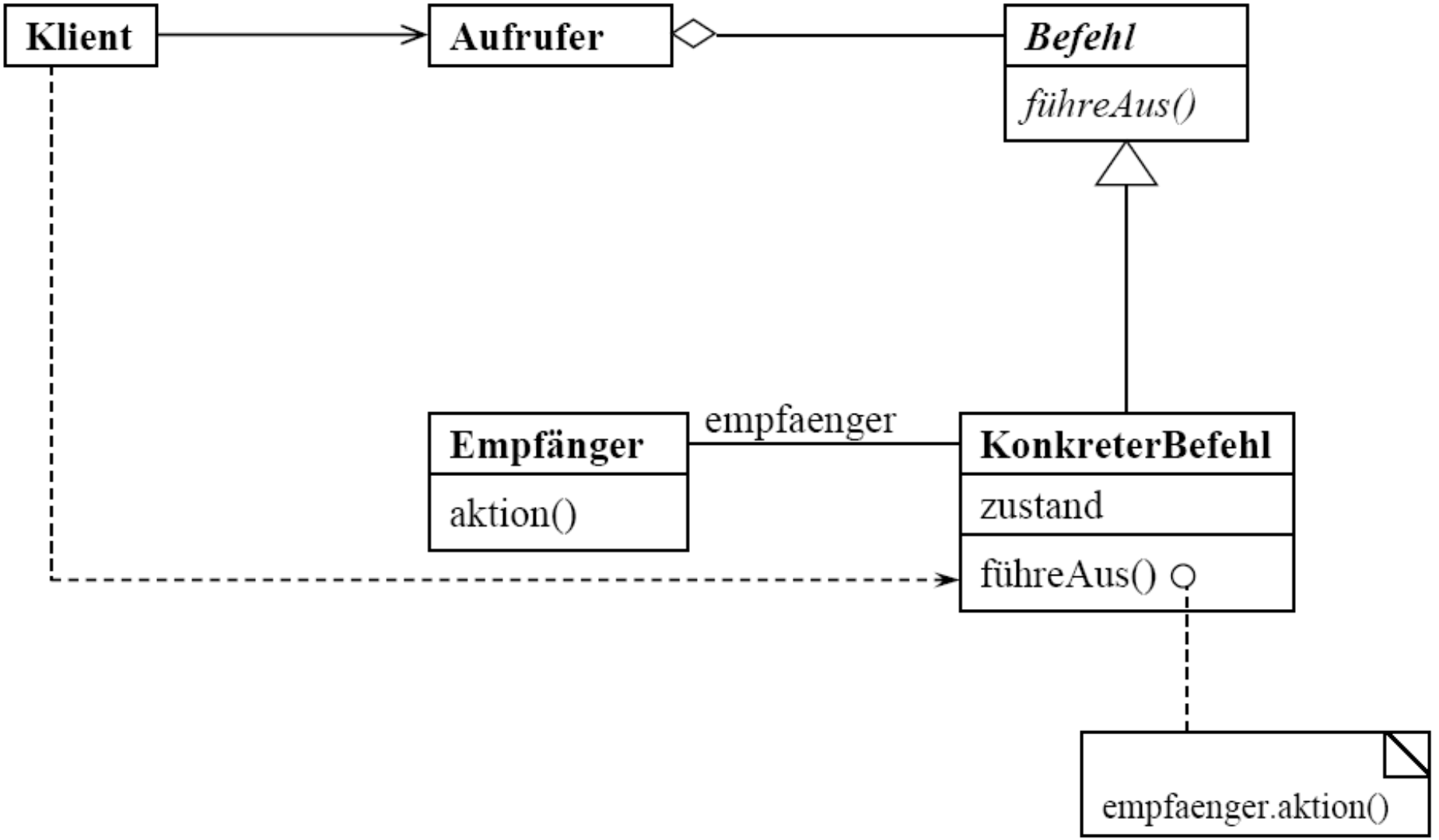
Zweck

- Kapsle einen Befehl als ein Objekt. Dies ermöglicht es, Klienten mit verschiedenen Anfragen zu parametrisieren, Operationen in eine Warteschlange zu stellen, ein Logbuch zu führen und Operationen rückgängig zu machen.

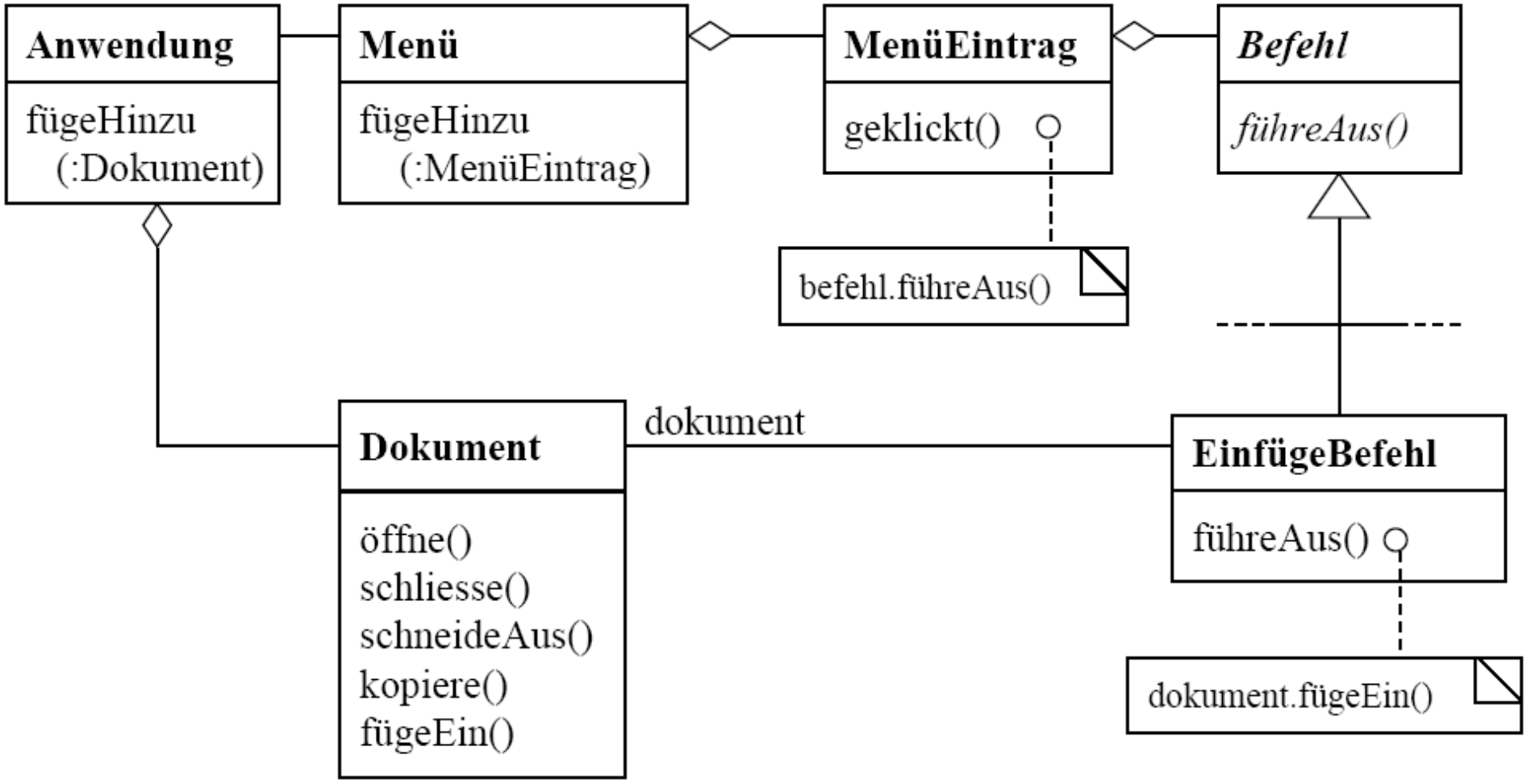
Auch bekannt als

- Kommando, Aktion, Transaktion

Struktur des Befehls



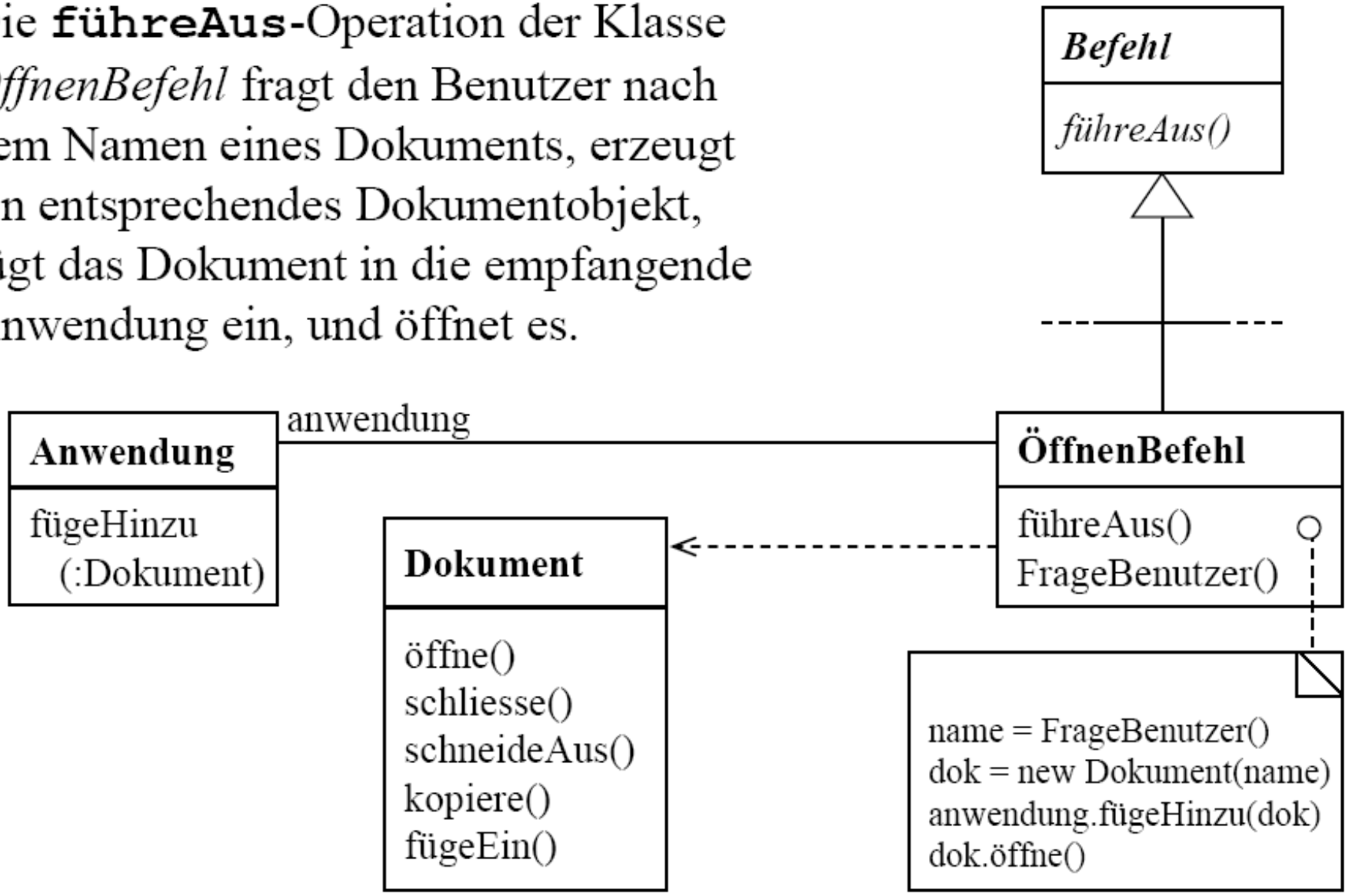
Beispiel eines Befehls: Menüs bei Benutzerschnittstellen



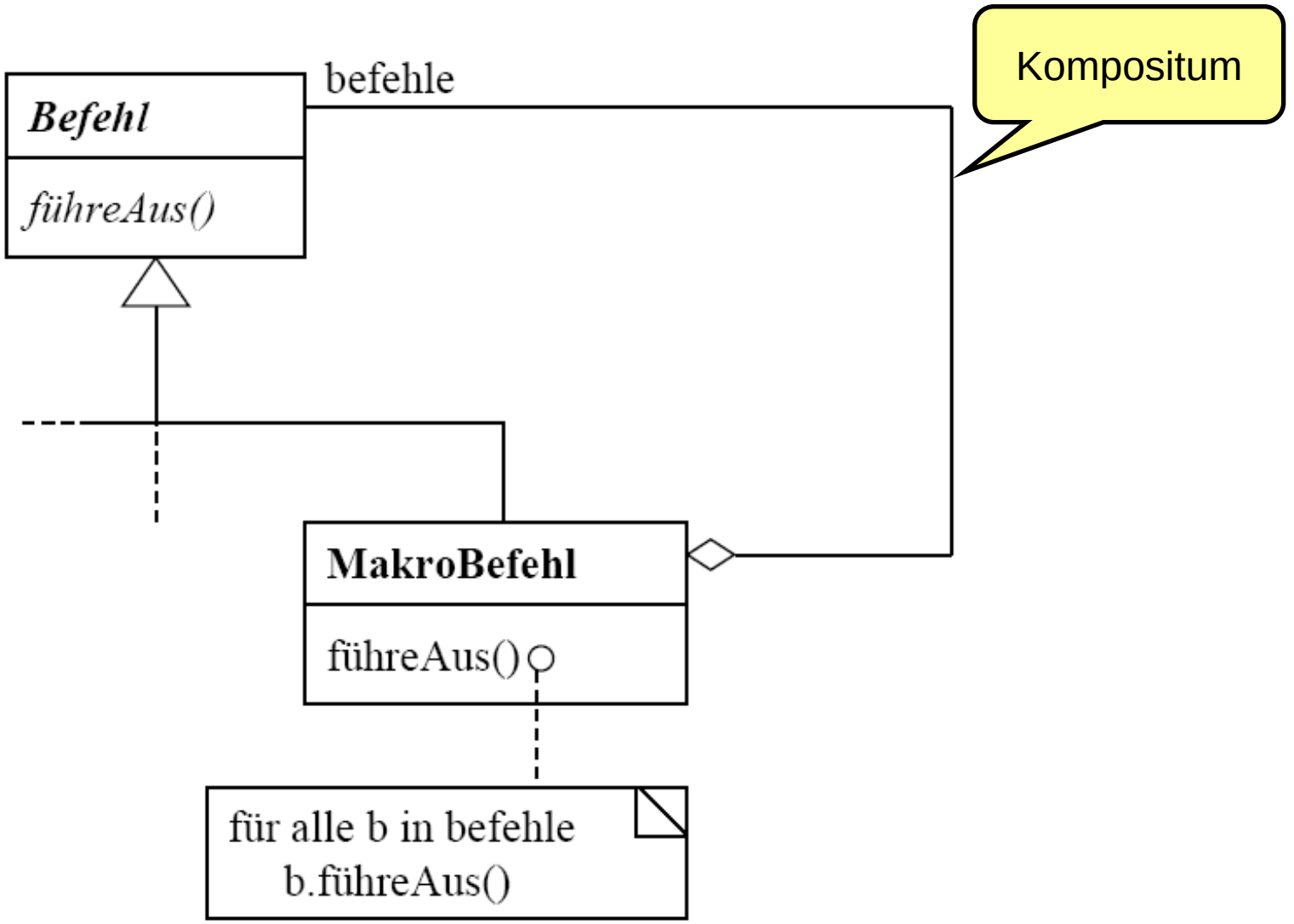
- Ein Befehl enthält eine Methode **führeAus** und speichert das Objekt, an dem diese Operation durchgeführt werden soll.

Beispiel eines Befehls: Befehl zum Öffnen eines Dokuments

Die **`führeAus`**-Operation der Klasse *ÖffnenBefehl* fragt den Benutzer nach dem Namen eines Dokuments, erzeugt ein entsprechendes Dokumentobjekt, fügt das Dokument in die empfangende Anwendung ein, und öffnet es.



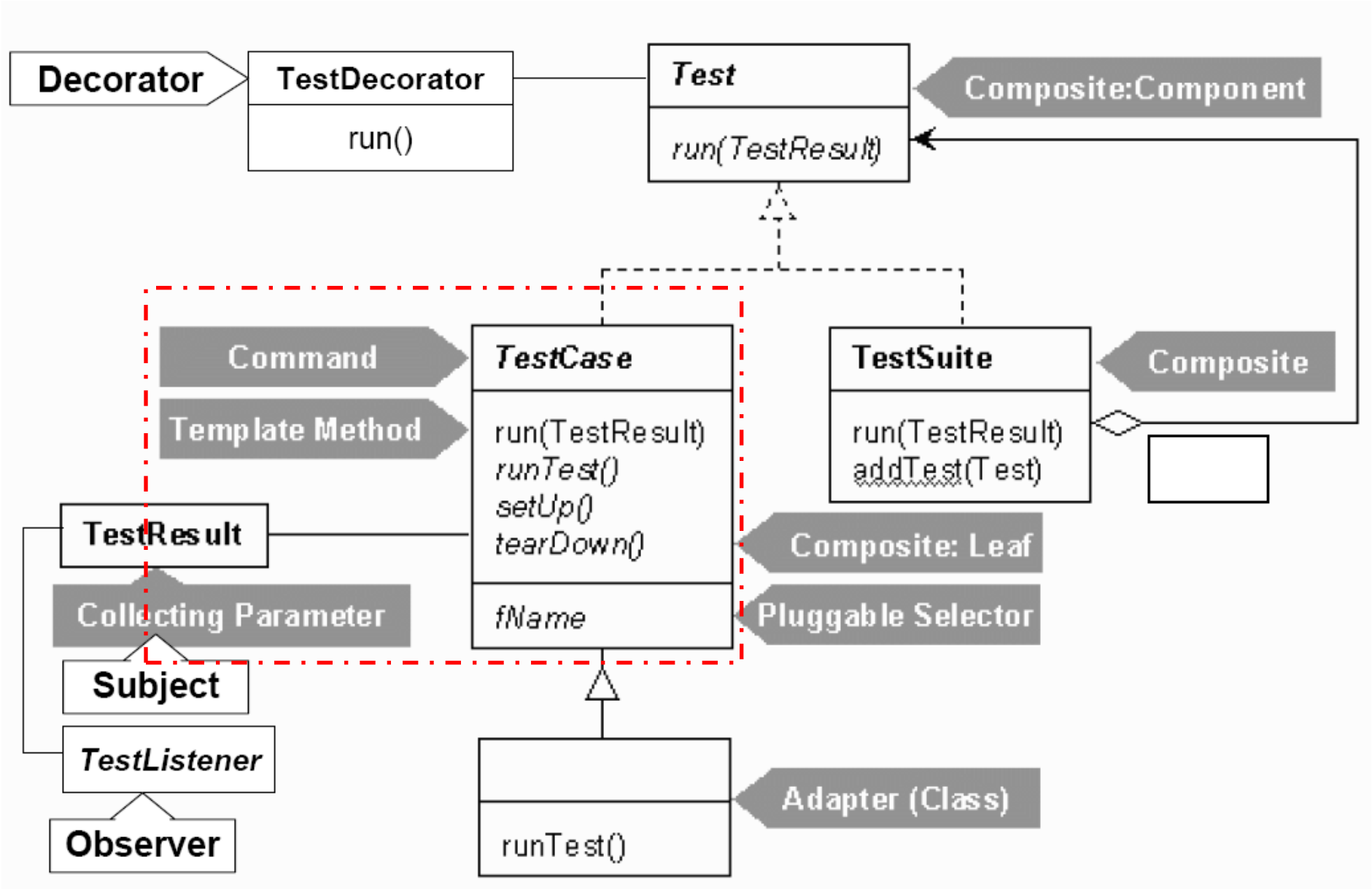
Abfolge von Befehlen (Makrobefehl)



Anwendbarkeit

- Wenn Objekte mit einer **auszuführenden Aktion** parametrisiert werden sollen (wie bei den MenüEintrag-Objekten).
- Wenn die **auszuführende Aktion** von verschiedenen Stellen im Programm angestoßen wird (Menü, Kontextmenü, Button, …)
- Wenn **Anfragen zu unterschiedlichen Zeiten** spezifiziert, aufgereiht und ausgeführt werden sollen.
- Wenn ein **Rückgängigmachen** von Operation (Undo) unterstützt werden soll.
- Wenn das **Mitprotokollieren** von Änderungen unterstützt werden soll (um System nach Absturz wiederherzustellen).
- Wenn ein System mittels **komplexer Operationen** strukturiert werden soll, die aus primitiven Operationen aufgebaut werden (Makrobefehle).

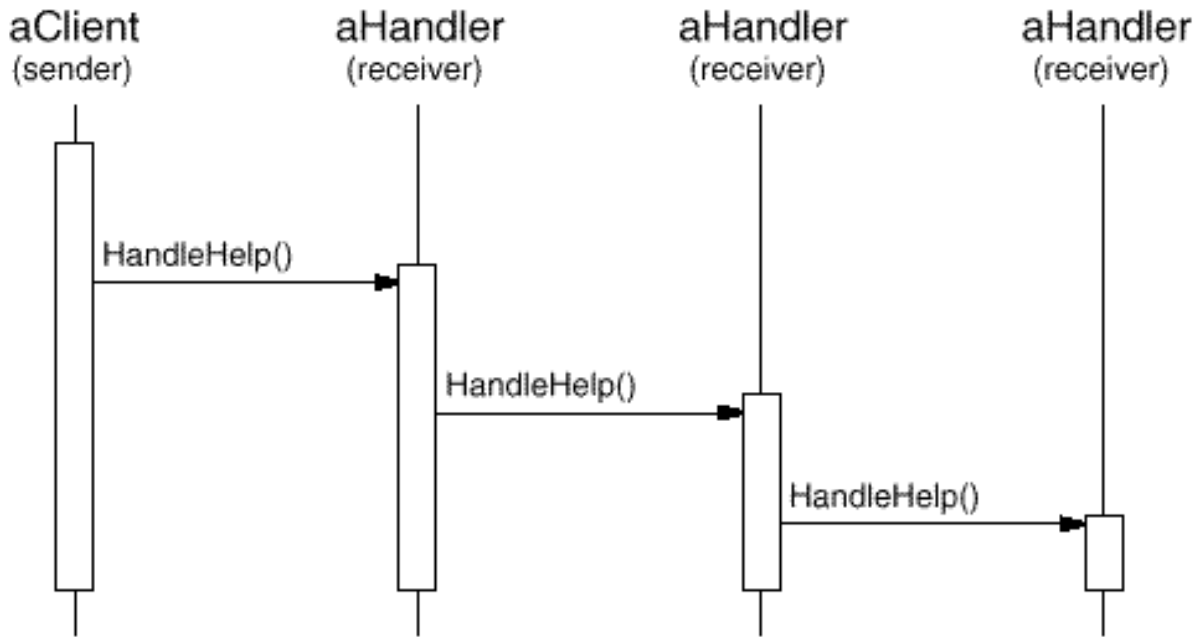
Beispiel: JUnit - ein Regressionstest-Framework



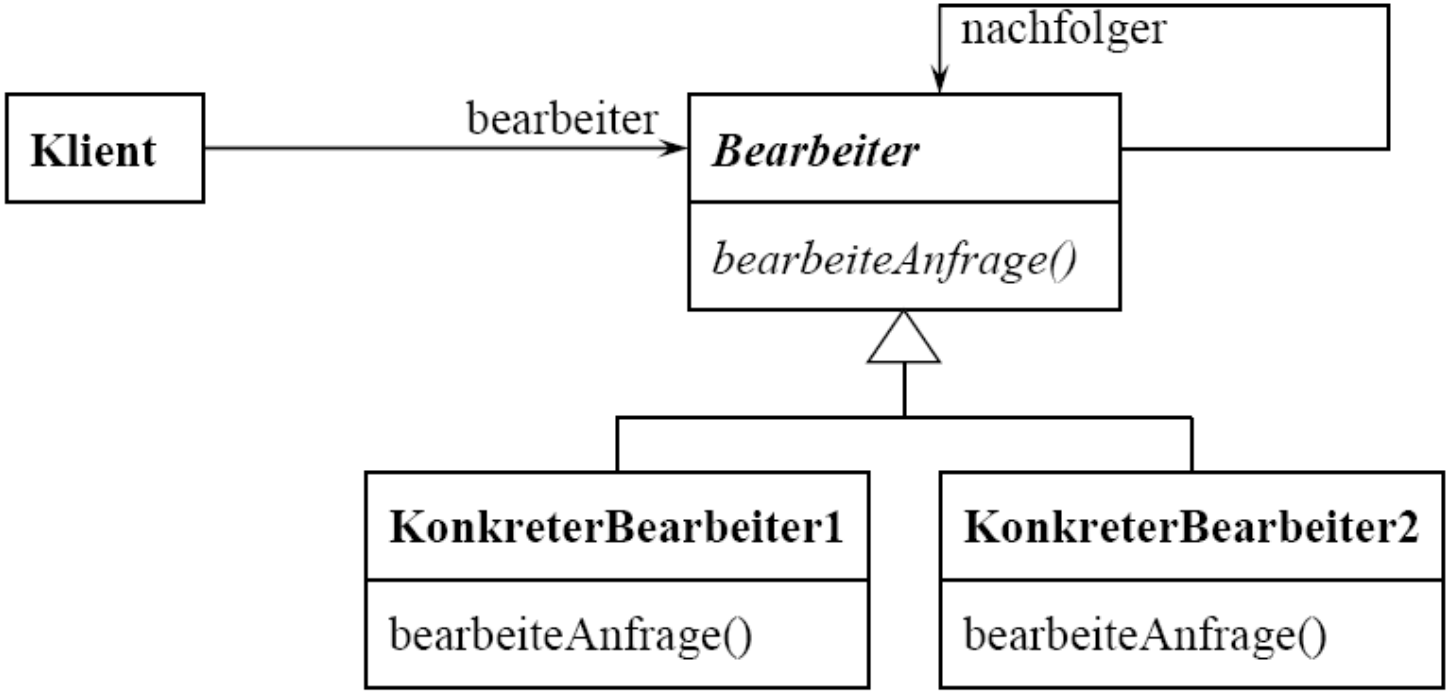
Zuständigkeitskette (Chain of Responsibility)

Zweck

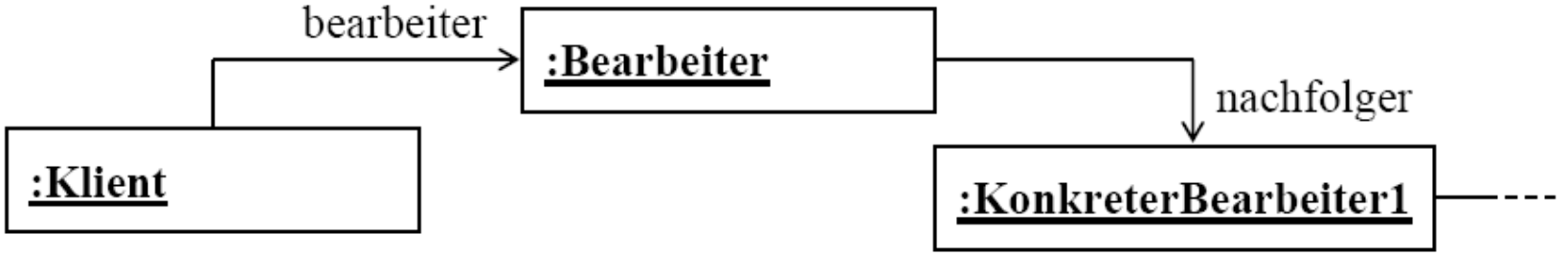
– Vermeide die Kopplung des Auslösers einer Anfrage mit seinem Empfänger, indem mehr als ein **Objekt die Möglichkeit erhält**, **die Anfrage zu erledigen**. Verkette die empfangenden Objekte und leite die Anfrage an der Kette entlang, bis ein Objekt sie erledigt.



Struktur für Zuständigkeitskette

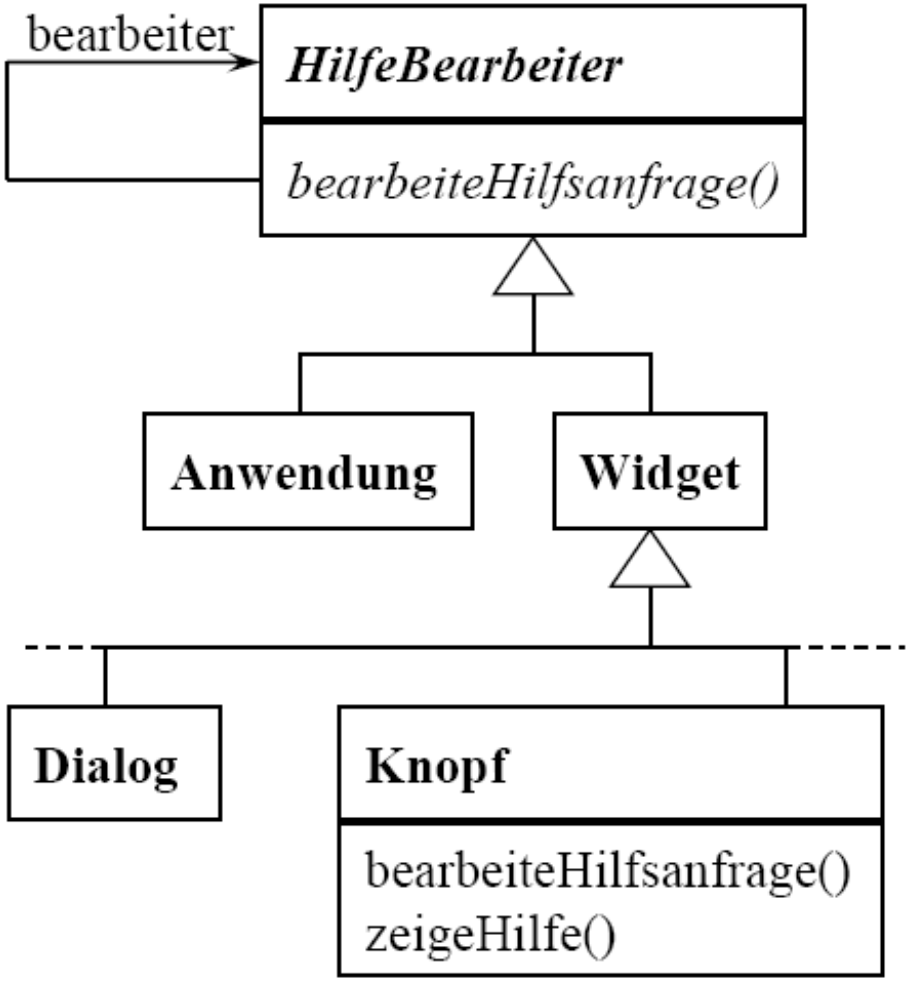


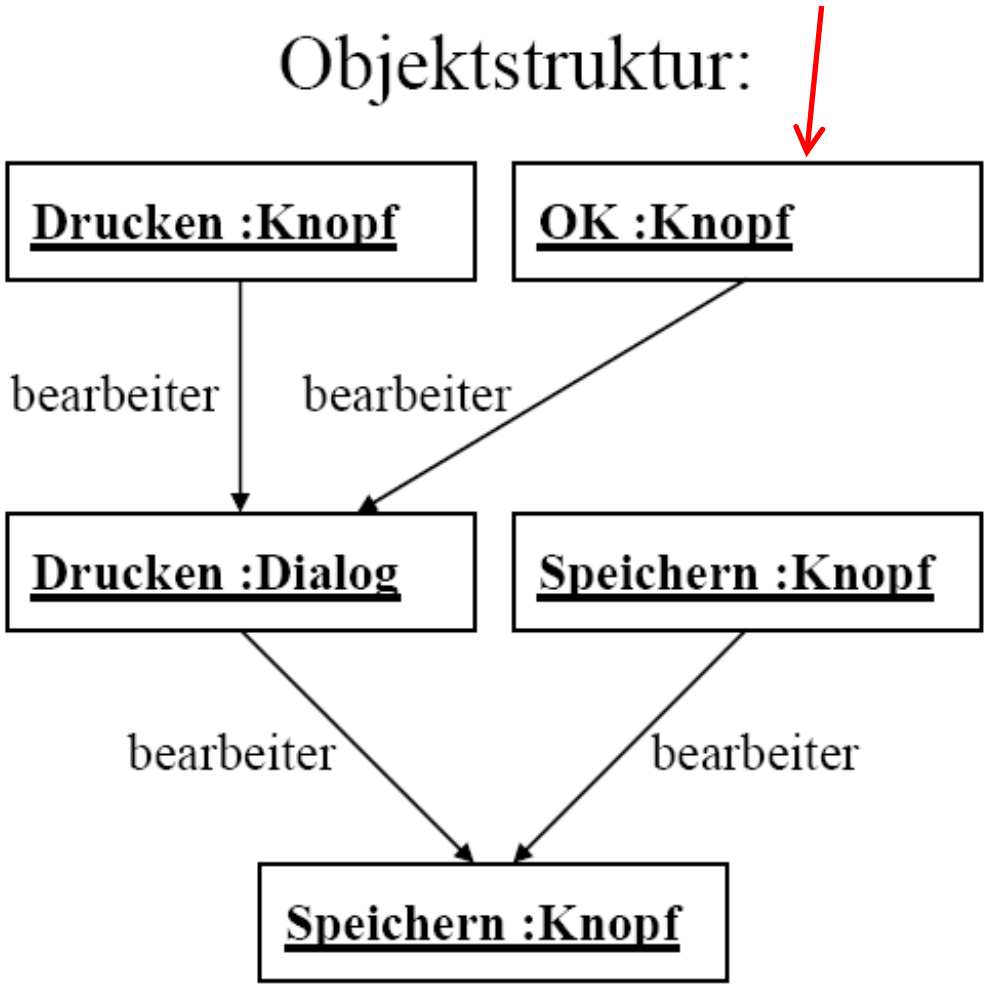
Typische Objektstruktur:



Beispiel Zuständigkeitskette

- Hilfesystem für eine grafische Benutzerschnittstelle





Anwendbarkeit

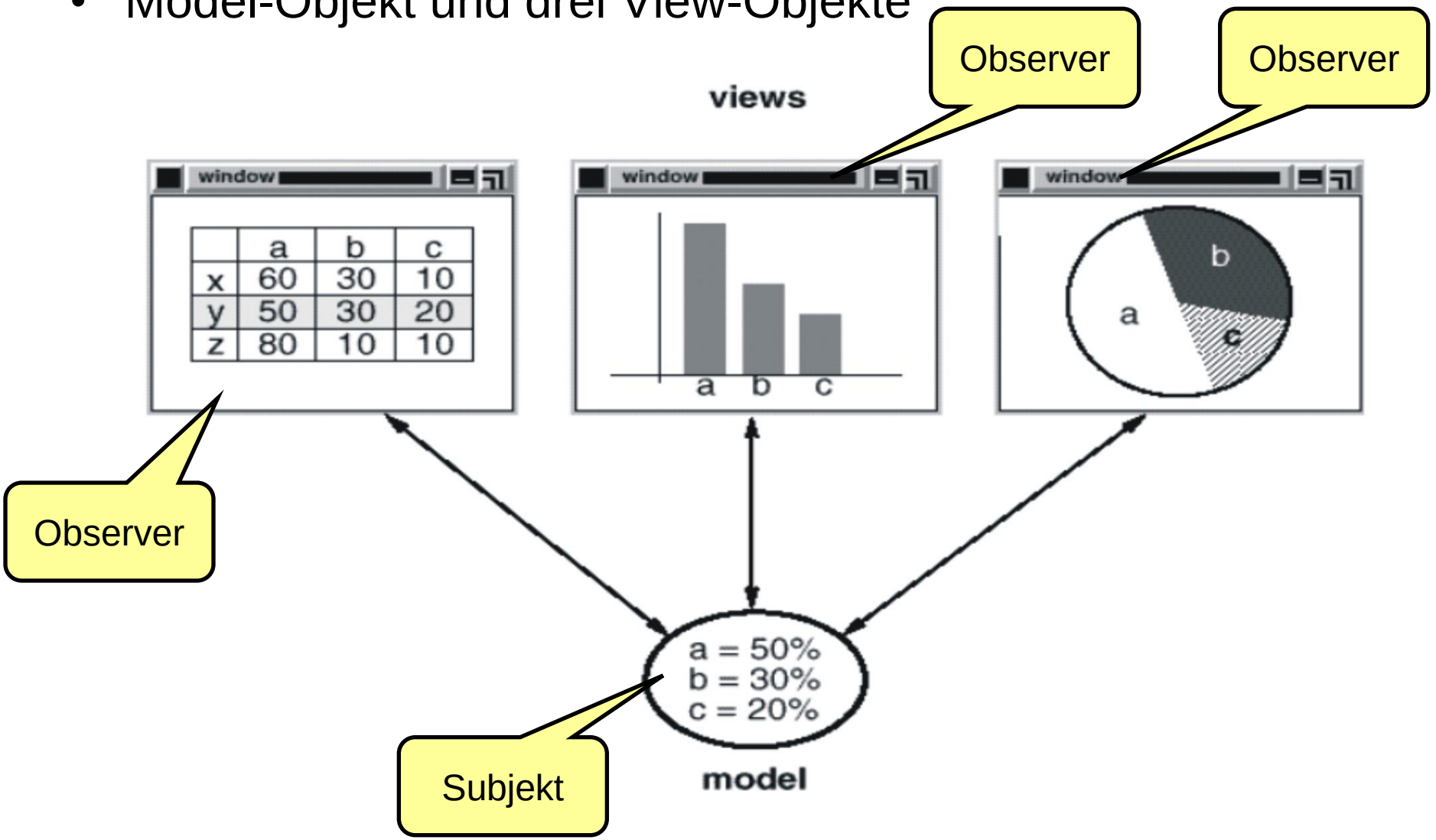
- Wenn mehr als ein Objekt eine Anfrage bearbeiten können soll und dasjenige Objekt, das dies tut, nicht *von vornherein* bekannt ist. Dieses Objekt muss zur Laufzeit automatisch bestimmt werden.
- Wenn eine **Anfrage an eines von mehreren Objekten** gerichtet werden soll, ohne den Empfänger explizit anzugeben.
- Wenn eine Menge Objekte, welche eine Anfrage bearbeiten sollen, dynamisch festgelegt wird.

Observer (Beobachter) -Pattern

- Zweck
  - Definiere eine 1-zu-n Abhängigkeit zwischen Objekten, so dass die Änderung des Zustandes eines Objektes zu einer **Aktualisierung aller abhängigen Objekte** führt.
- Problem
  - Das unabhängige Objekt soll die abhängigen Objekte bzgl. Veränderungen benachrichtigen, ohne Annahmen zu treffen, wer und wie viele dies sind (lose gekoppelt).
- Lösung
  - Ein oder mehrere Objekte („Observer“) möchten bei der Veränderung eines Objekts („Subject“) eine Methode ausführen, die auf den veränderten Zustand zugreifen kann. Die „Observer“ registrieren sich beim „Subject“.

Observer-Pattern Abbildung

- Model-Objekt und drei View-Objekte

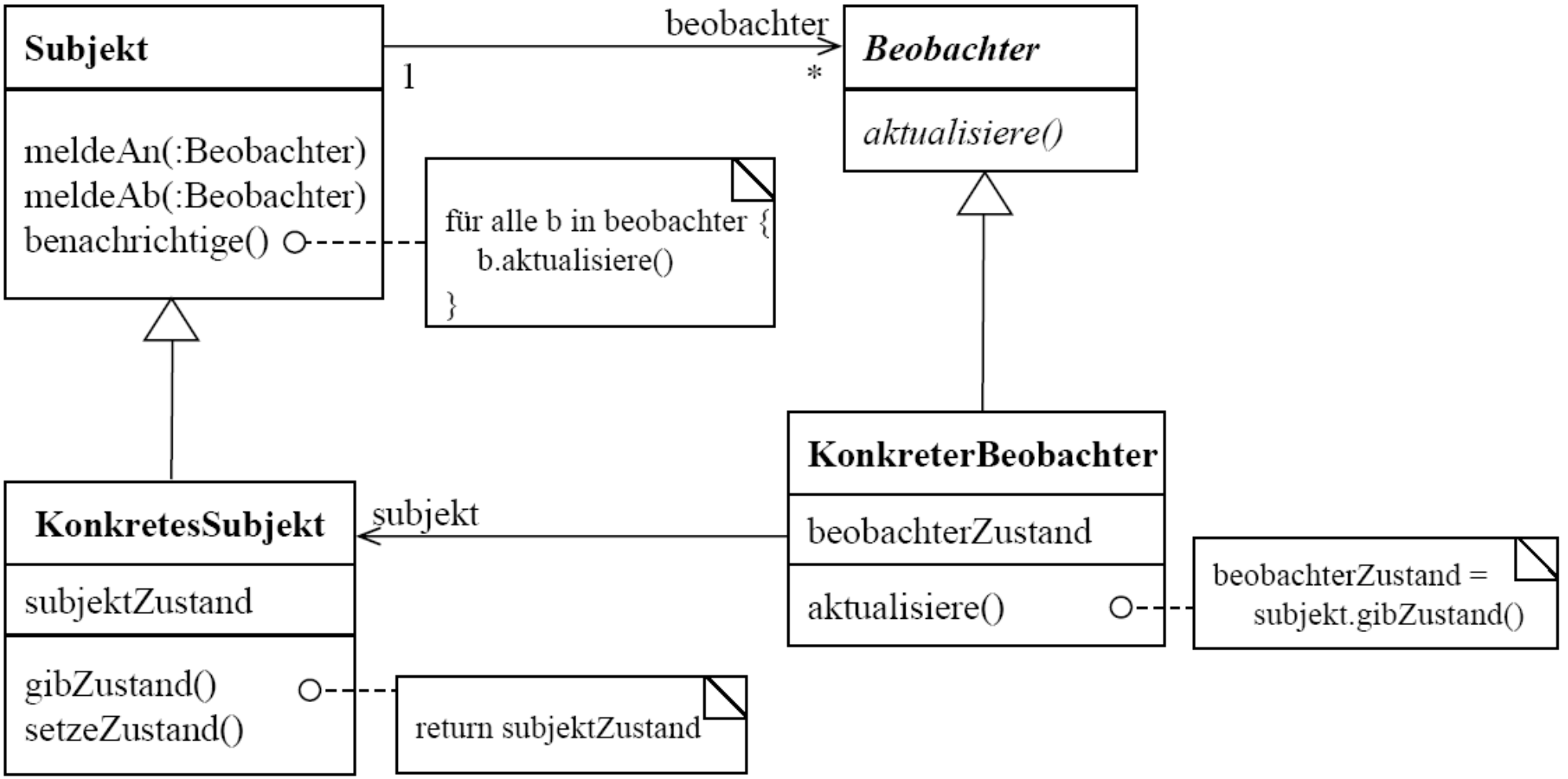


Quelle: Design Patterns, Elements of Reusable Object Oriented Software

Observer-Pattern Anwendung

- Abstraktion mit zwei voneinander abhängigen Aspekten
  - wenn ein Aspekt von dem anderen abhängt
  - Kapselung der Aspekte in unterschiedlichen Objekten
  - unabhängig wiederverwendbar
- Kaskadierende Änderung
  - wenn die Änderung eines Objekts die Änderung anderer Objekte verlangt (Wirkkette).
  - Ungewissheit über Anzahl der Objekte, die geändert werden müssen.
- Benachrichtigung unbekannter Objekte
  - ohne Annahmen über die zu benachrichtigenden Objekte
  - Vermeidung von eng gekoppelten Objekten.

Observer-Pattern Struktur



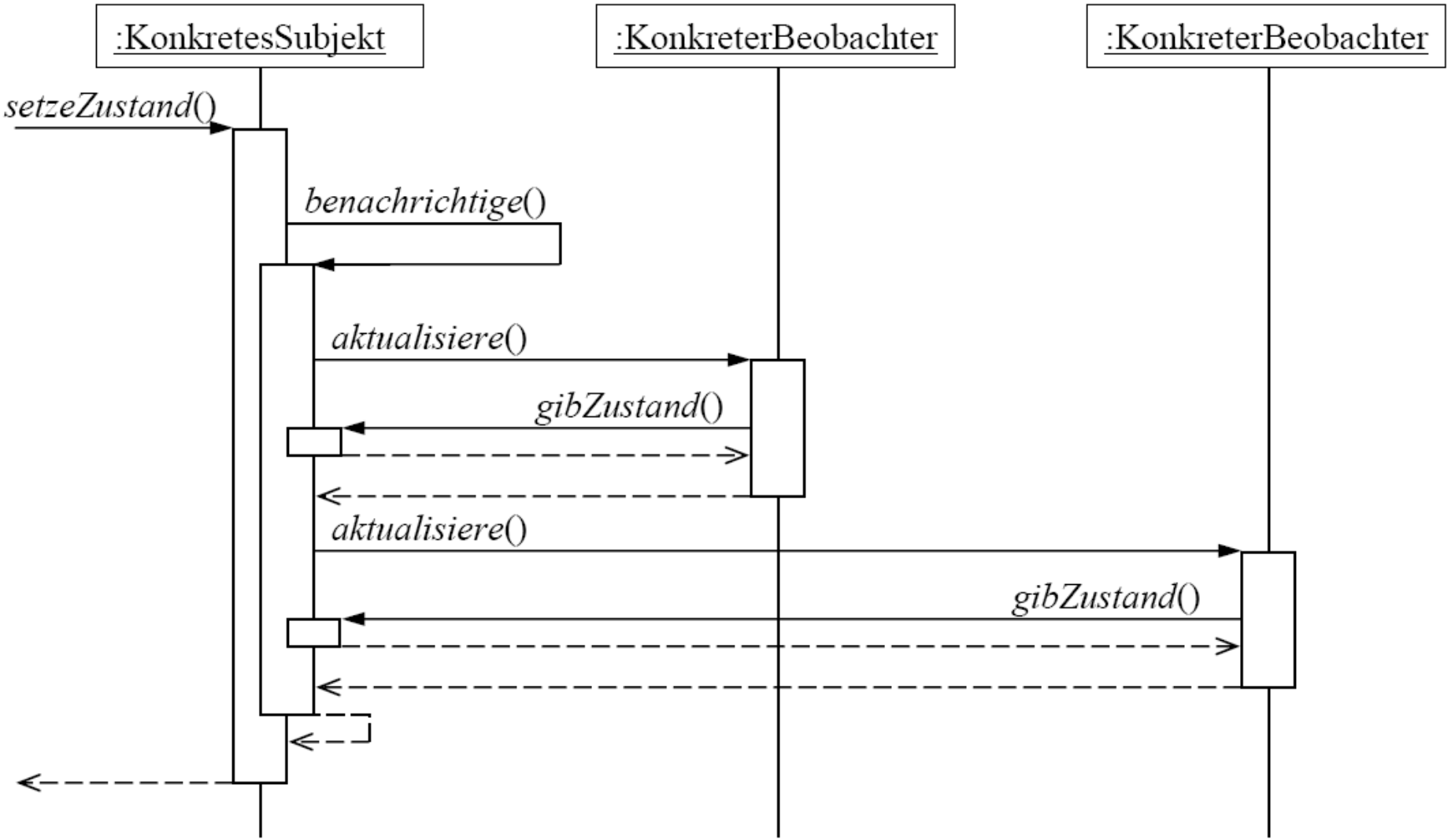
Observer-Pattern Struktur

- Subject
  - kennt seine Observer
- Observer
  - definiert update()- Schnittstelle
- ConcreteObserver
  - verwaltet Referenz auf das Subjekt
  - speichert Zustand der mit dem Subjekt zusammen passen soll.
  - implementiert update(), um Zustand mit dem des Subjekts konsistent zu halten.

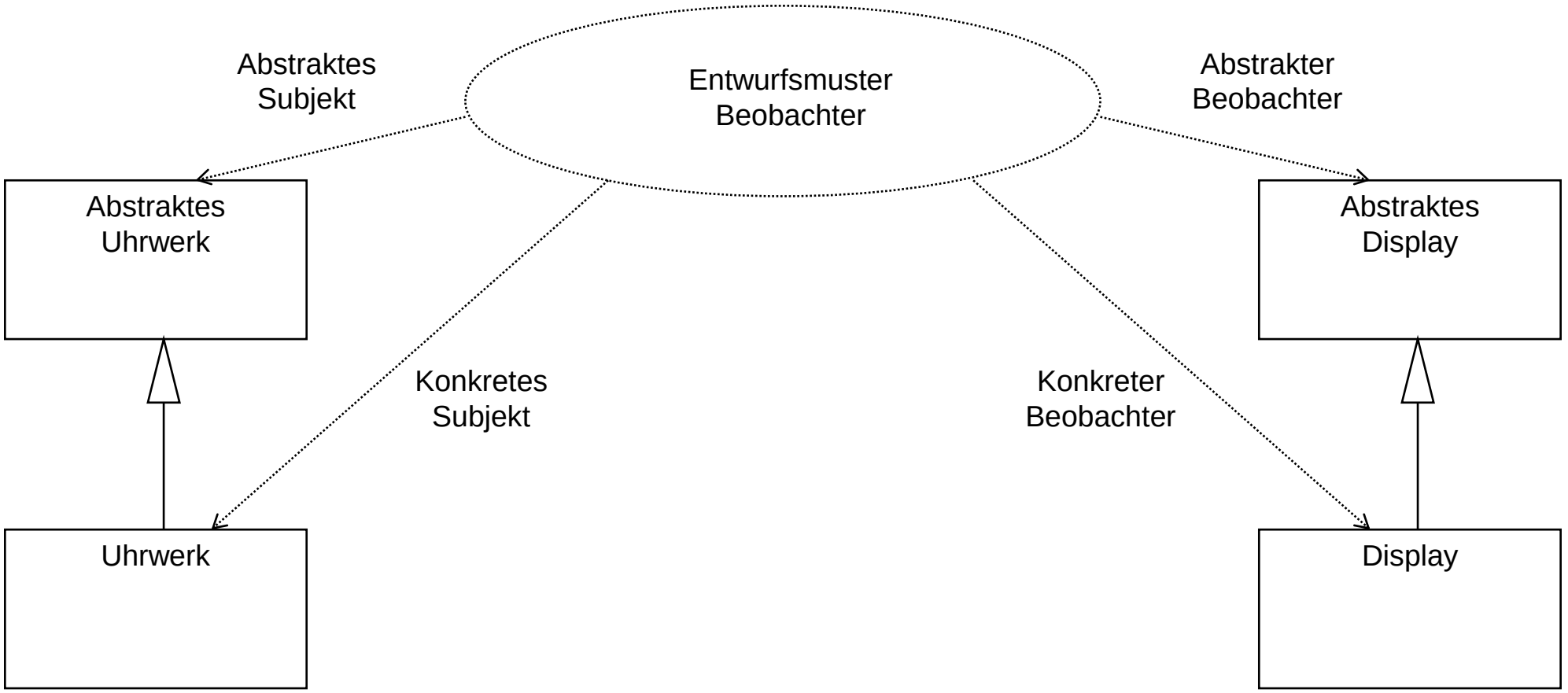
Observer-Pattern Interaktion

- Beobachter werden durch konkretes Subjekt benachrichtigt, sobald sich der Zustand (Subjekt) ändert.
- Mit Hilfe von Anfragen an das Subjekt wird der jeweilige Zustand ermittelt.
- Subject:
  - Zustand ändert sich
  - benachrichtigt alle konkreten Beobachter
- Concrete Observer:
  - befragt Subjekt nach Informationen
  - verwendet Informationen, um seinen Zustand mit dem des Subjekts abzugleichen
  - `update()` – `aktualisiere()`

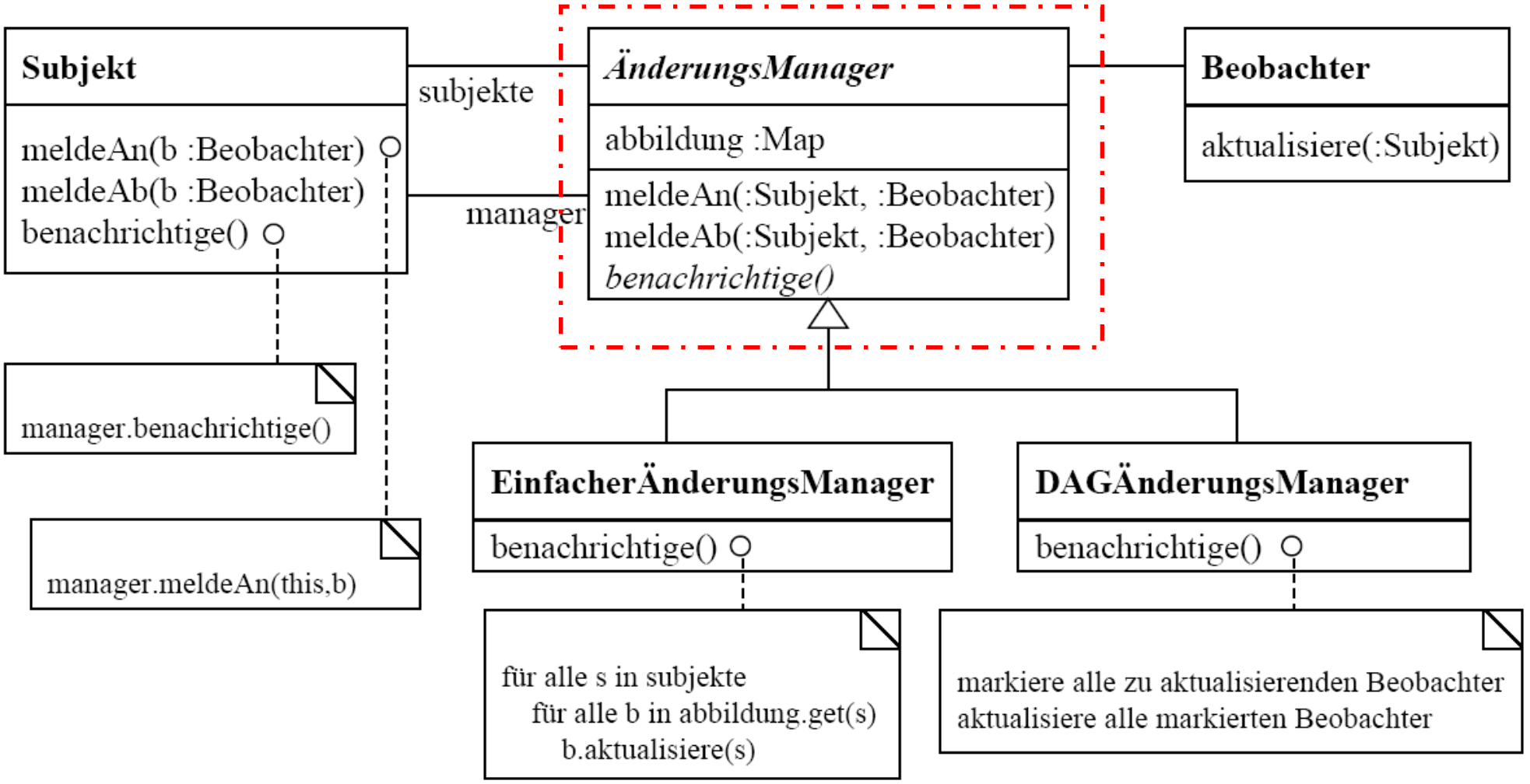
Interaktionsdiagramm Beobachter



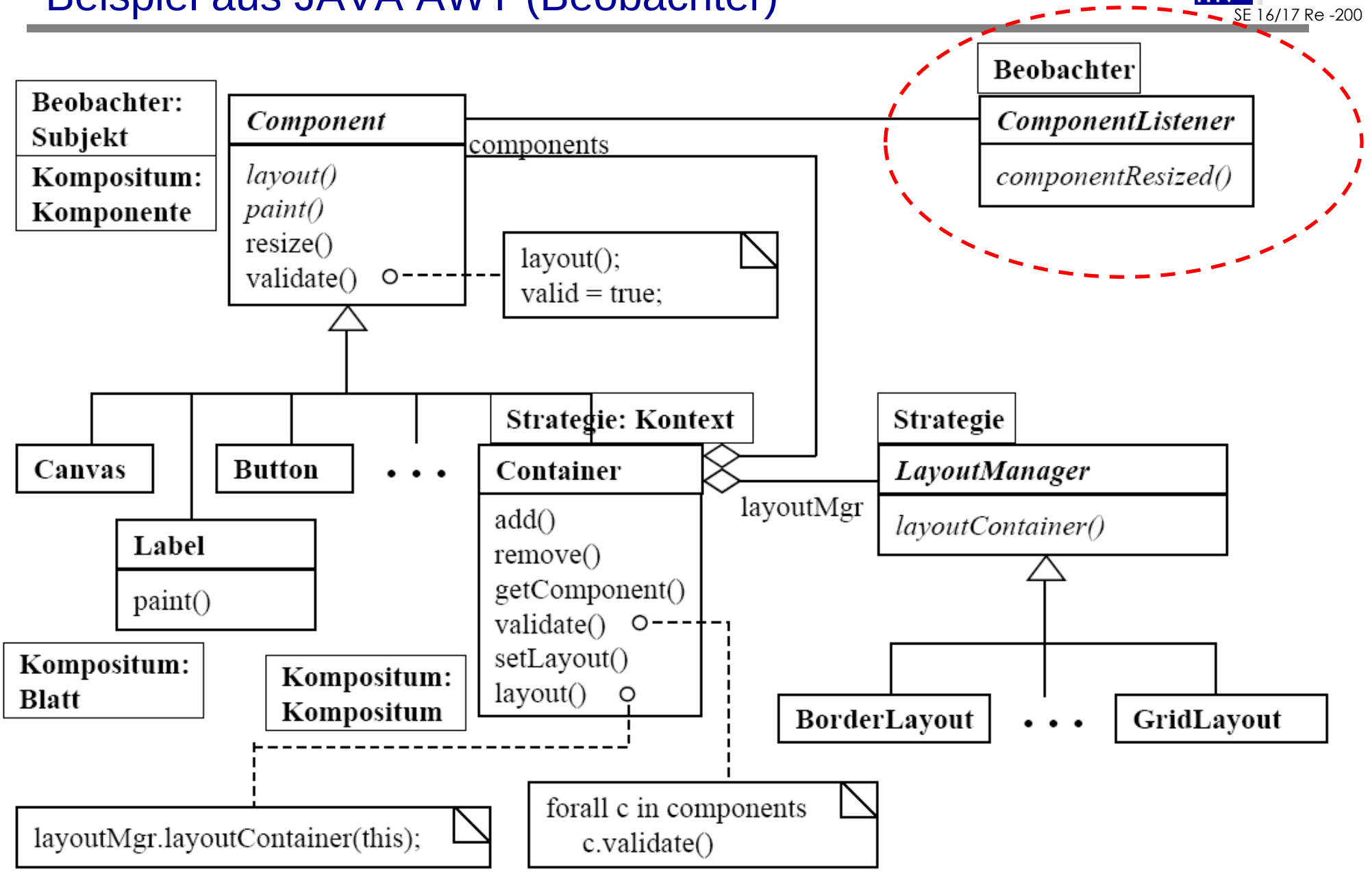
Beispiel


Abstraktes
Subjekt
Entwurfsmuster
Beobachter
Abstrakter
Beobachter
Abstraktes
Uhrwerk
Abstraktes
Display
Konkretes
Subjekt
Konkreter
Beobachter
Uhrwerk
Display

Beobachter mit ÄnderungsManager



Beispiel aus JAVA AWT (Beobachter)



Master/Slave

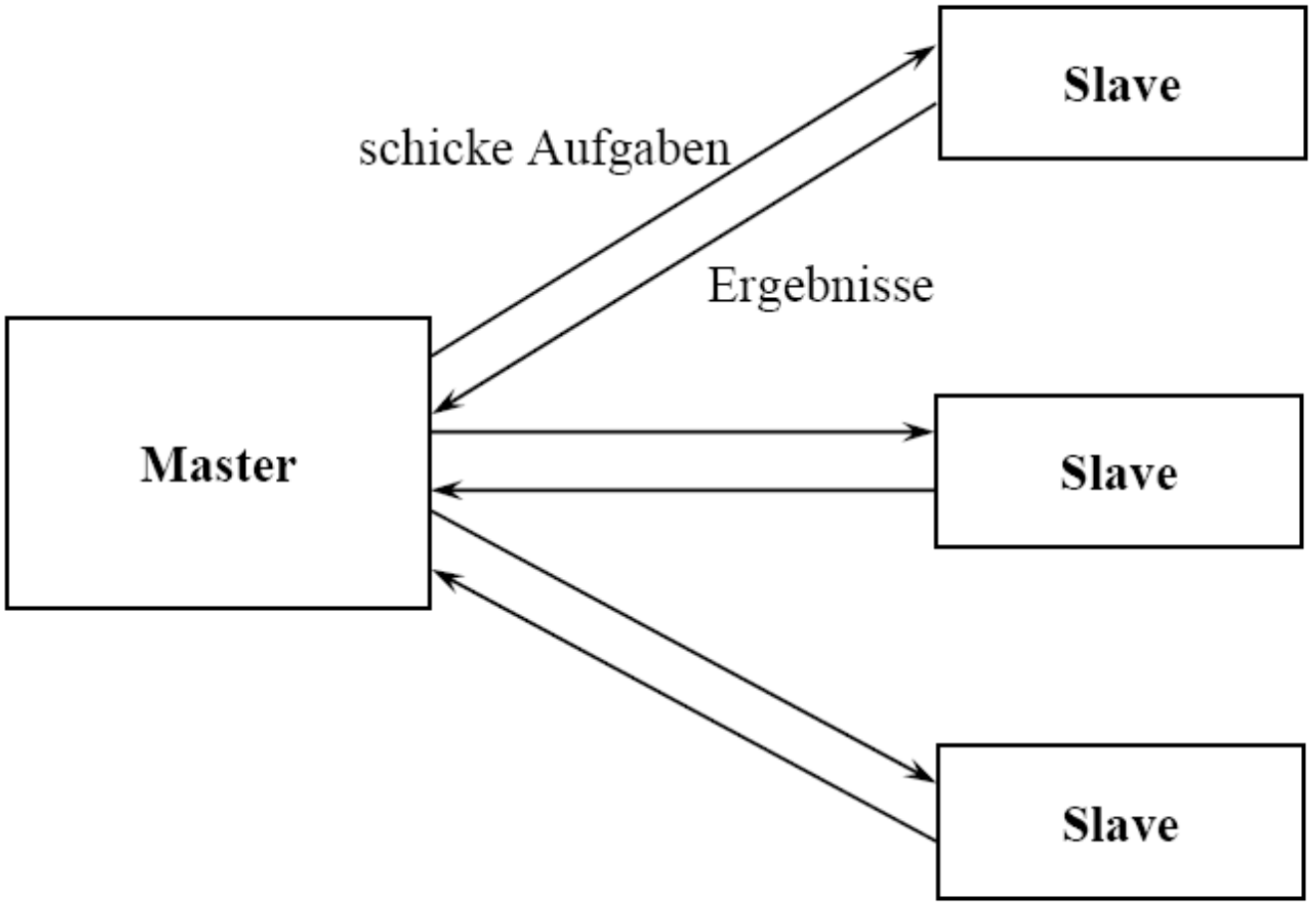
Zweck

- Das Master/Slave-Muster unterstützt **Fehlertoleranz** und **parallele Berechnung**. Eine Master-Komponente (Auftraggeber) verteilt die Arbeit an identische Slave-Komponenten (Arbeiter, Auftragnehmer) und berechnet das Endergebnis aus den Teilergebnissen, welche die Arbeiter zurückliefern.

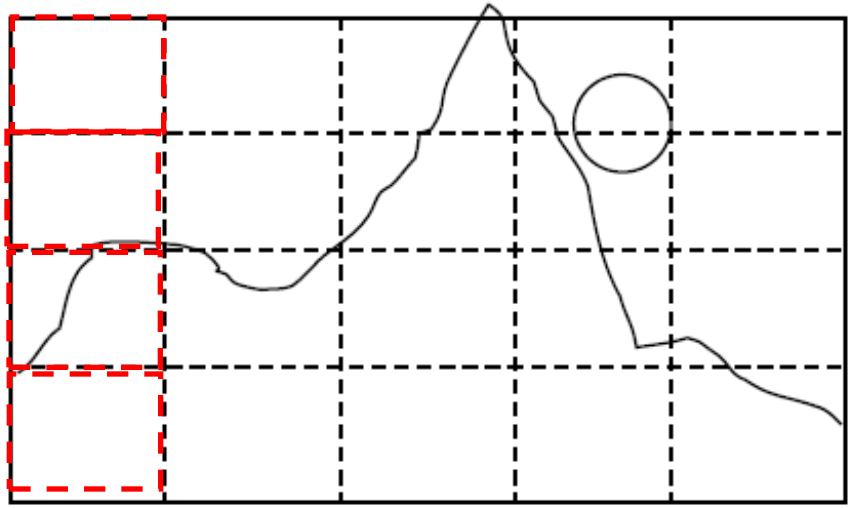
Auch bekannt als

- Master/Workers, Auftraggeber/Auftragnehmer

Struktur von Master/Slave



Beispiel von Master/Slave: Parallele Berechnung eines 3D Bildes



Der Master gibt rechteckige Teile des Bildes zur Berechnung an seine Arbeiter weiter und setzt das gesamte Bild aus den einzelnen Teilen zusammen.

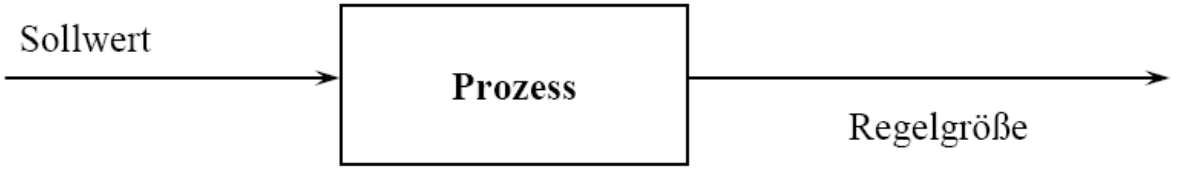
Anwendbarkeit

- Wenn es mehrere Aufgaben gibt, die **unabhängig voneinander** bearbeitet werden können.
- Wenn mehrere Prozessoren zur **parallelen Verarbeitung** zur Verfügung stehen.
- Wenn die Belastung der Arbeiter ausgeglichen werden soll.

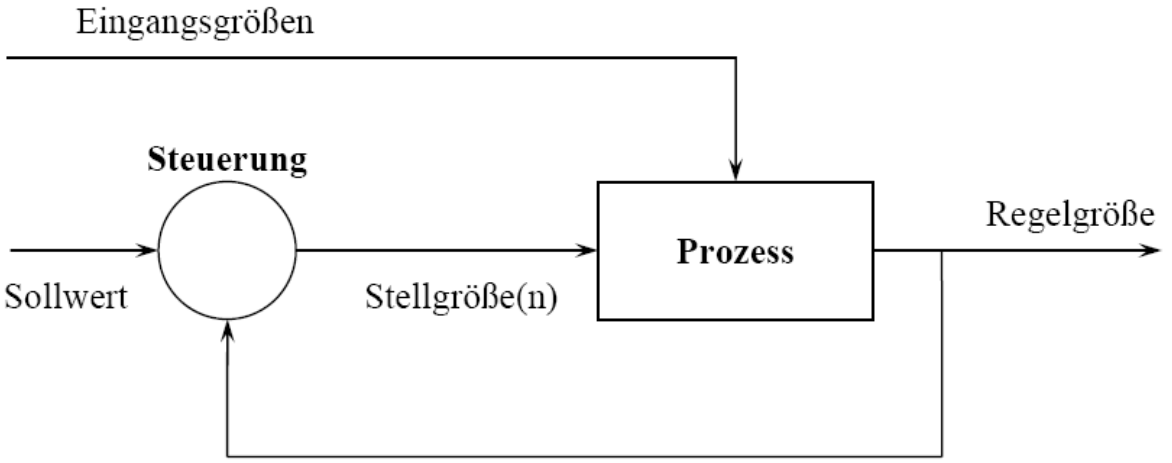
Prozess-Steuerung (process control)

Zweck

- Regulierung eines physikalischen (kontinuierlichen) Prozesses.
  - System ohne Rückkoppelung



  - System mit Rückkoppelung
    - Regelung mit Rückführung
    - Regelung mit Störgrößenaufschaltung



Prozess-Steuerung: Vokabular

Prozessvariablen: Eigenschaften des Prozesses, die gemessen werden können; folgende spezielle Arten werden häufig unterschieden.

Regelgrößen: Prozessvariablen, deren Wert das System kontrollieren möchte.

Eingangsgrößen: Prozessvariablen, die als Eingabewerte für den Prozess dienen.

Stellgrößen: Prozessvariablen, deren Wert von der Steuerung verändert werden kann.

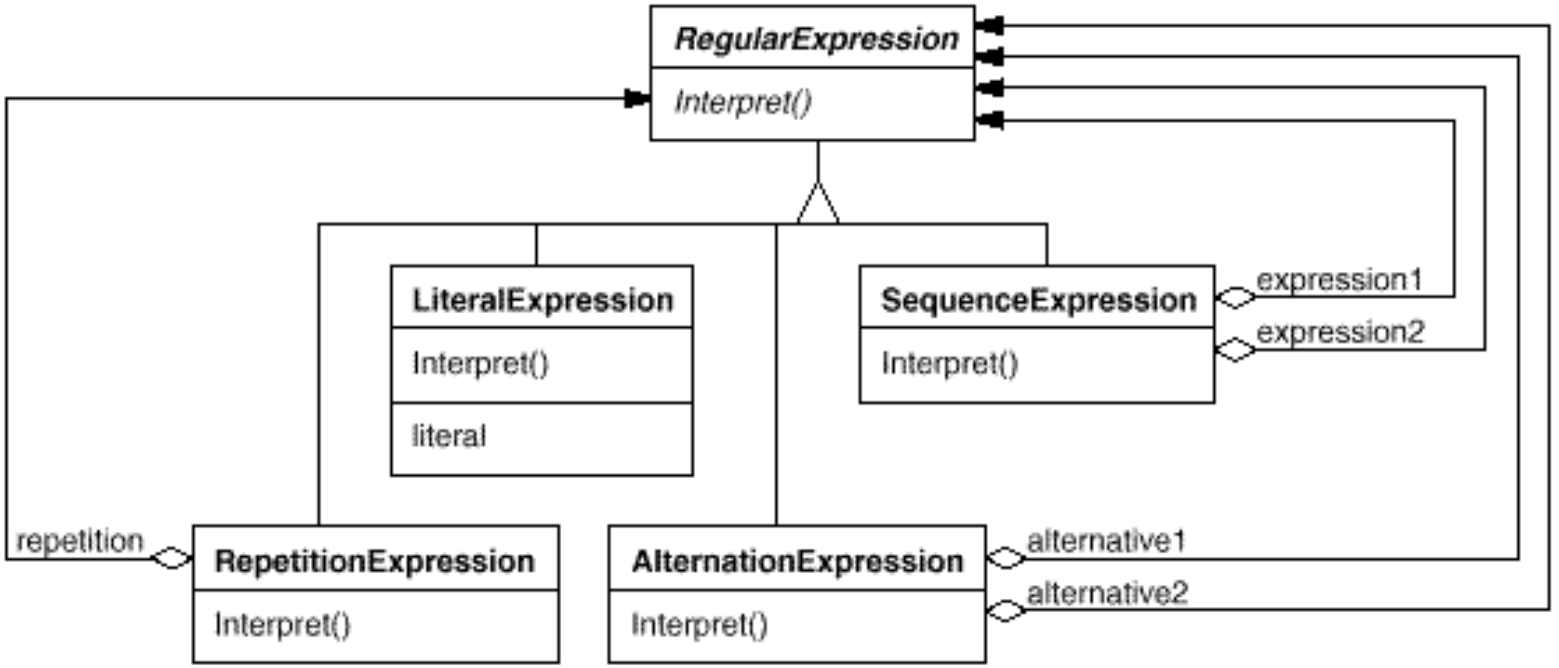
Sollwert: Der angestrebte Wert einer Regelgröße.

6.3.5. Virtuelle Maschinen (E)

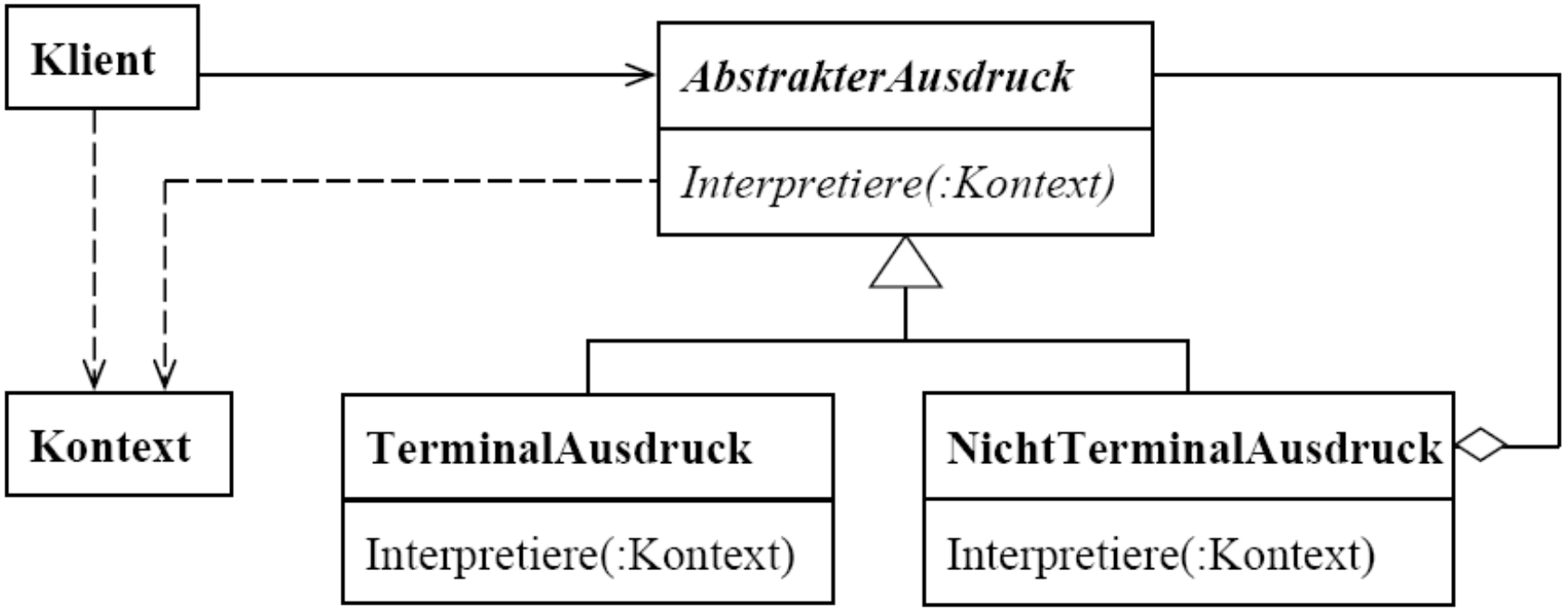
- Interpretierer
- Regelbasierter Interpretierer

Zweck

– Definiere für eine gegebene Sprache eine Repräsentation der Grammatik sowie einen Interpretierer, der die Repräsentation nutzt, um Sätze in der Sprache zu interpretieren.



Struktur des Interpretierers



Anwendbarkeit

- Wenn eine Sprache interpretiert werden muss und Ausdrücke der Sprache als abstrakte Syntaxbäume darstellbar sind. Das Interpretierermuster funktioniert am besten, wenn
  - **die Grammatik einfach** ist. Bei komplexen Grammatiken wird die Klassenhierarchie zu groß und nicht mehr handhabbar. In diesem Falle stellen Werkzeuge wie Parsergeneratoren eine bessere Alternative dar.
  - die **Effizienz unproblematisch** ist. Effiziente Interpretierer werden üblicherweise nicht durch Interpretation von Parsebäumen implementiert; sie transformieren die Bäume stattdessen in eine andere Form.

Interpretierer vs. Kompositum vs. Besucher

- Der Interpretierer und das Kompositum haben die **gleiche Struktur**. Man spricht von einem Interpretierer, wenn Sätze einer Sprache repräsentiert und ausgewertet werden. Der **Interpretierer kann als Spezialfall des Kompositums** gesehen werden.
- Ein Besucher kann dazu verwendet werden, das Verhalten eines jeden Knotens im abstrakten Syntaxbaum in einer einzigen Klasse zu kapseln.

Regelbasierter Interpretierer (Rule-Based System)

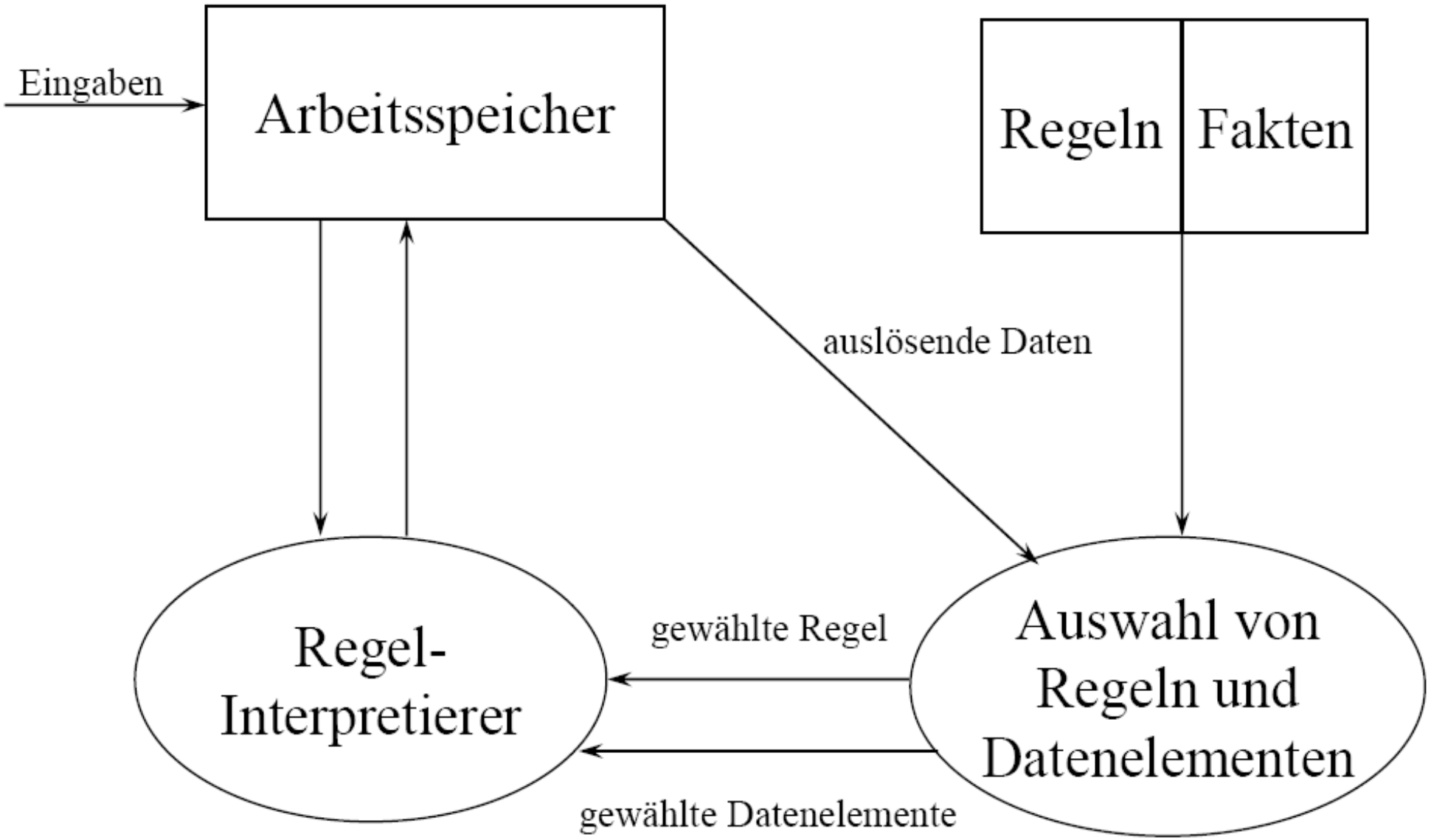
Zweck

- Löse ein Problem durch **Anwendung einer Menge von Regeln**. Eine Regel besteht aus einem Bedingungsteil und einem Aktionsteil. Falls der Bedingungsteil, angewandt auf eine Menge von Datenelementen im Arbeitsspeicher, wahr ergibt, dann kann der Aktionsteil ausgeführt werden. Der Aktionsteil ändert, ersetzt oder löscht Datenelemente, die im Bedingungsteil ausgewählt wurden, oder fügt neue Datenelemente hinzu.

Auch bekannt als

- Regelbasiertes Expertensystem

Regelbasierter Interpretierer



Regelauswahl

- Wenn mehr als eine Regel anwendbar ist, wird eine Auswahl nach folgenden Schritten getroffen:

1. Eine gegebene Regel darf auf ein Datenelement im Arbeitsspeicher höchstens einmal angewandt werden.
2. Wenn mehrere Regel-Datenelement-Kombinationen anwendbar sind, dann werden die Regeln ausgewählt, die mit jüngsten Datenelementen operieren.
3. Wähle die Regeln mit der höchsten „Spezifität”, d.h. diejenigen, dessen Bedingungen die meisten Elemente im Arbeitsspeicher benötigen.
4. Wähle die Regel
   a) nach ihrer Ordnung oder
   b) zufällig.

Anwendbarkeit

- Wenn eine Problemlösung am besten als eine Menge von Bedingungs-Aktions-Regeln formuliert werden kann, z.B. bei Diagnose- oder Konfigurierungsaufgaben.
- Wenn der Aktionsteil nur einfache Operationen an den Datenelementen erfordert (**keine Schleifen, keine Rekursion, keine Prozeduraufrufe**, um Arbeitsspeicher zu modifizieren).

6.3.6. Bequemlichkeits-Muster (F)

- Bequemlichkeits-Methode
- Bequemlichkeits-Klasse
- Fassade
- Null-Objekt

Bequemlichkeits-Methode

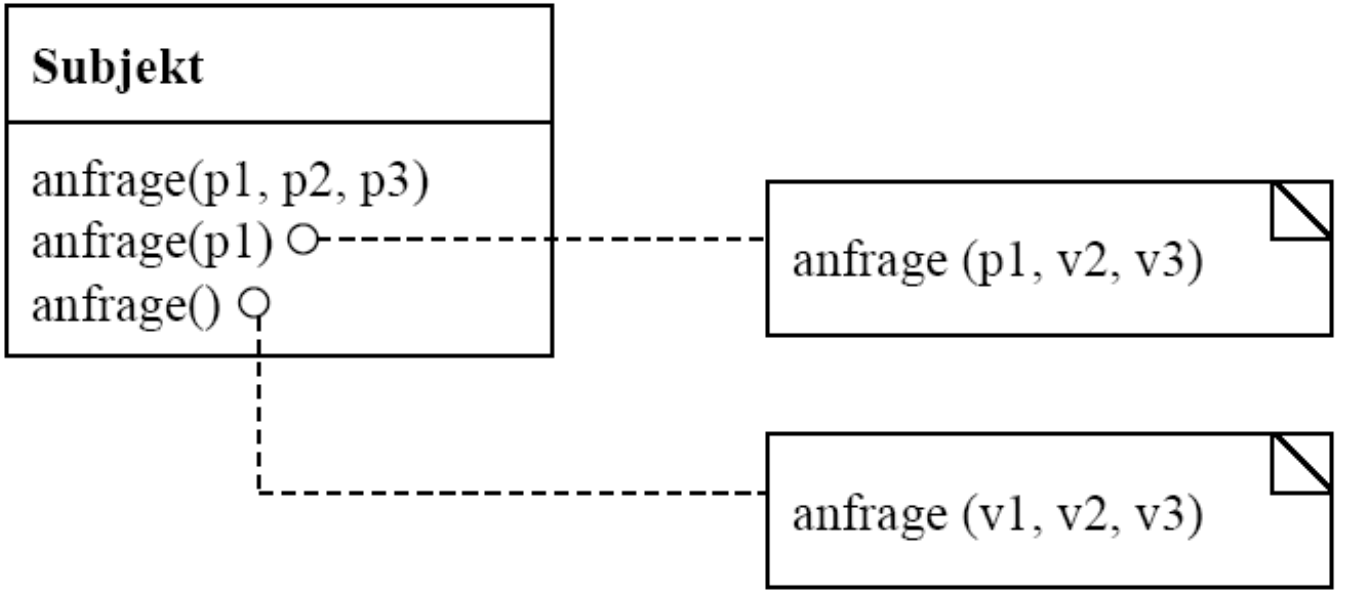
Zweck

- Vereinfachen des Methodenaufrufs durch die Bereitstellung **häufig genutzter Parameterkombinationen** durch zusätzliche Methoden (Überladen).

Anwendbarkeit

- Wenn Methodenaufrufe häufig mit den gleichen Parametern auftreten.

Bequemlichkeits-Methode



Bequemlichkeits-Klasse

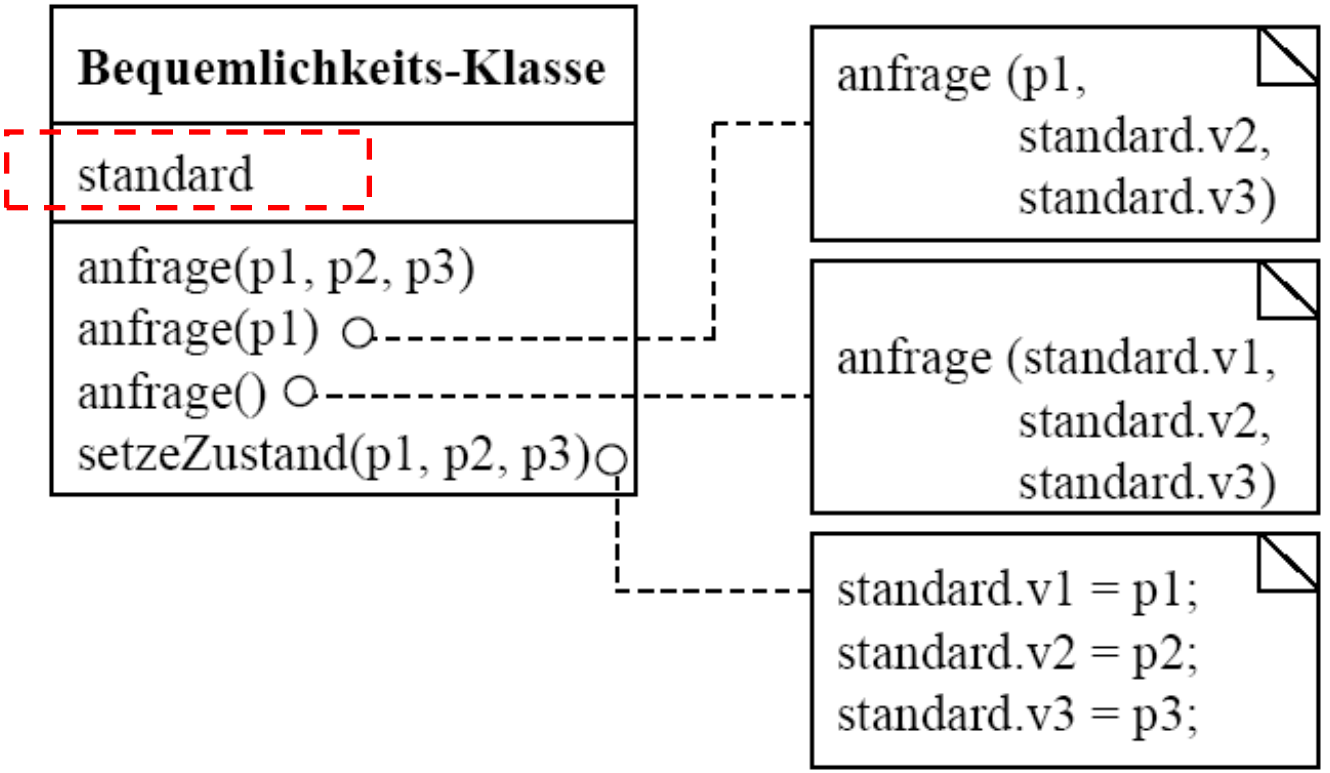
Zweck

- Vereinfache den Methodenaufruf durch Bereithaltung der **Parameter in einer speziellen Klasse**.

Anwendbarkeit

- Wenn Methoden häufig mit den gleichen Parametern aufgerufen werden, die sich nur selten ändern.

Bequemlichkeits-Klasse

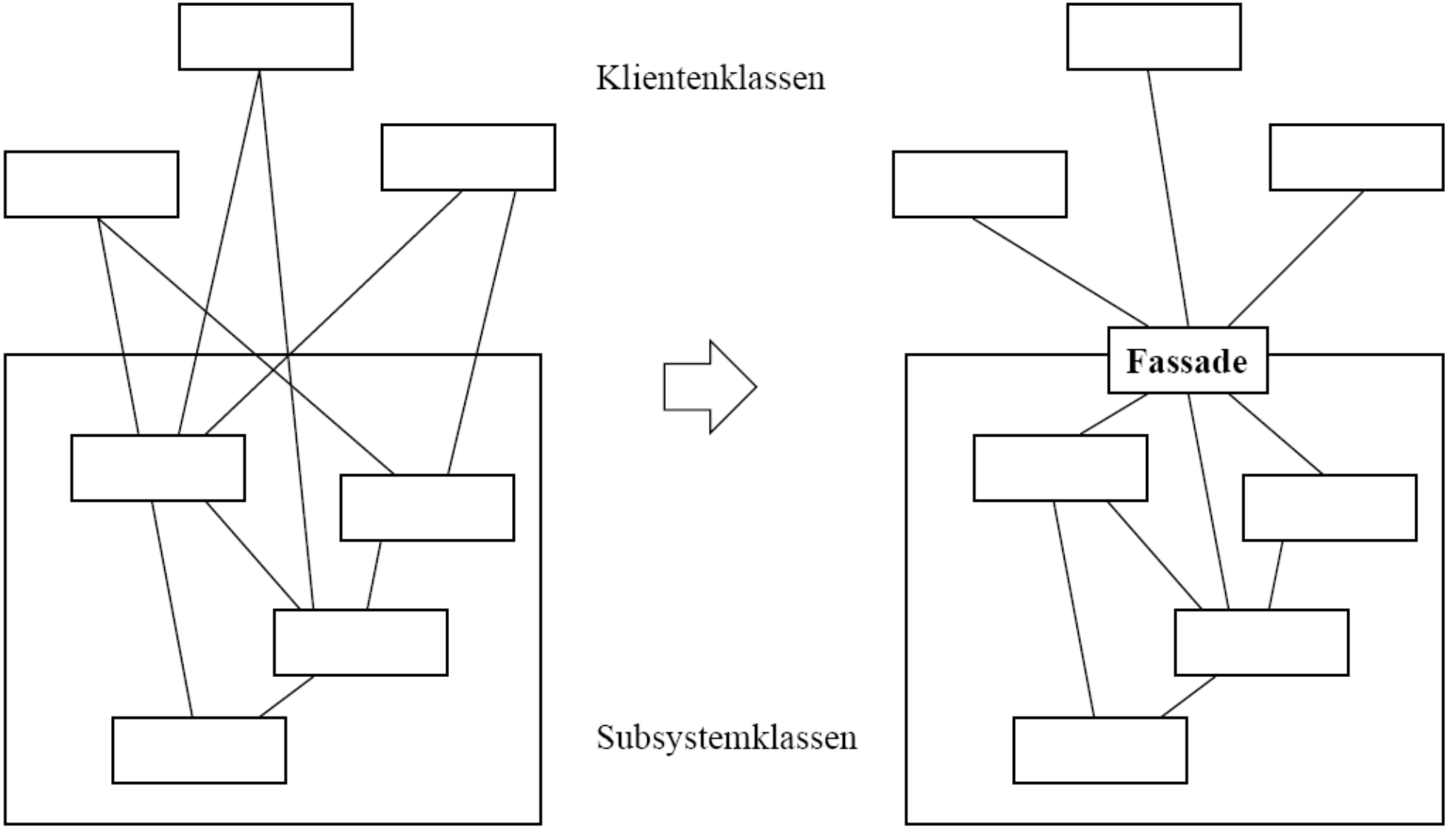


Fassade (Facade)

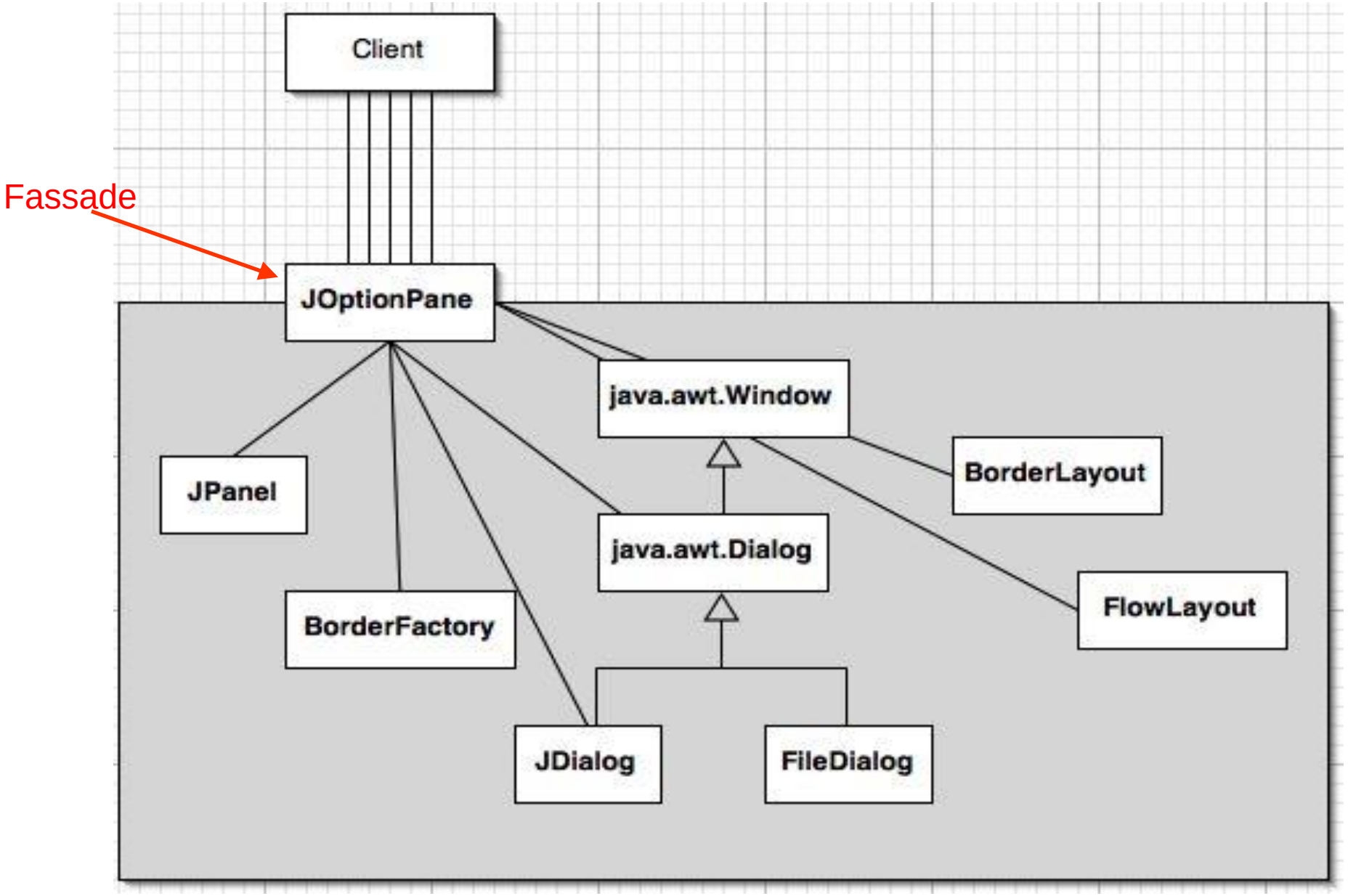
Zweck

- Biete eine **einheitliche Schnittstelle zu einer Menge von Schnittstellen** eines Subsystems. Die Fassadenklasse definiert eine abstrakte Schnittstelle, welche die Benutzung des Subsystems vereinfacht.

Fassade



Fassade


Fassade
Client
JOptionPane
java.awt.Window
JPanel
BorderLayout
java.awt.Dialog
BorderFactory
FlowLayout
JDialog
FileDialog

Anwendbarkeit

- Wenn eine **einfache Schnittstelle** zu einem komplexen Subsystem angeboten werden soll. Eine Fassade kann eine einfache voreingestellte Sicht auf das Subsystem bieten, die den meisten Klienten genügt.
- Wenn es **viele Abhängigkeiten zwischen den Klienten und den Implementierungsklassen** einer Abstraktion gibt. Die Einführung einer Fassade entkoppelt die Subsysteme von Klienten und anderen Subsystemen.
- Wenn **Subsysteme in Schichten aufgeteilt** werden sollen. Man verwendet eine Fassade, um einen Eintrittspunkt zu jeder Subsystemschicht zu definieren.

Null-Objekt

Zweck

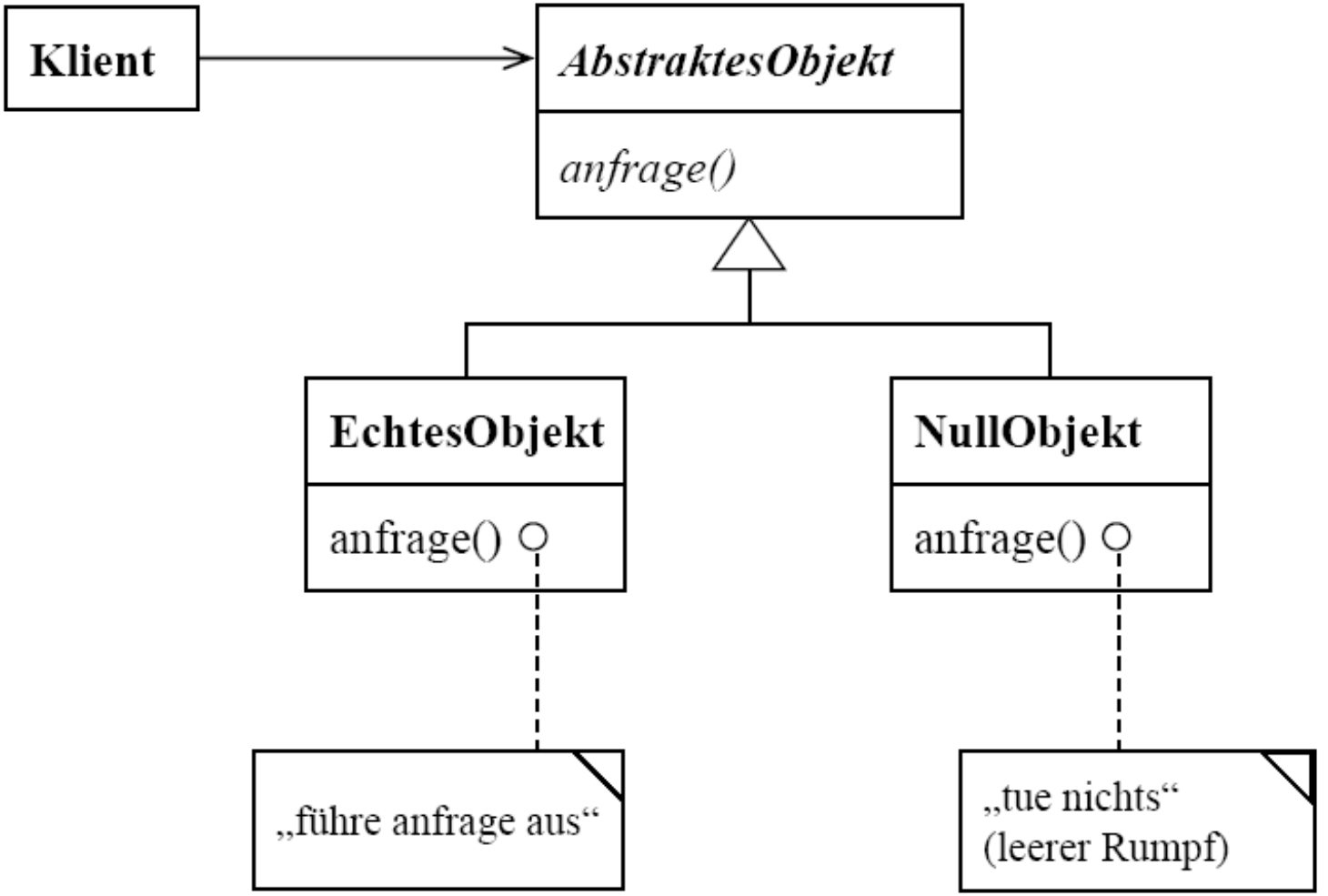
– Stelle einen **Stellvertreter** zur Verfügung, der die **gleiche Schnittstelle** bietet, aber **nichts tut**. Das Null-Objekt kapselt die Implementierungs-Entscheidungen (wie genau es „nichts tut“) und versteckt diese Details vor seinen Mitarbeitern.

Motivation

– Es wird verhindert, dass der Code mit Tests gegen Null-Werte verschmutzt wird, wie:

```
if (thisCall.callingParty != null) {
  thisCall.callingParty.action()
}
```

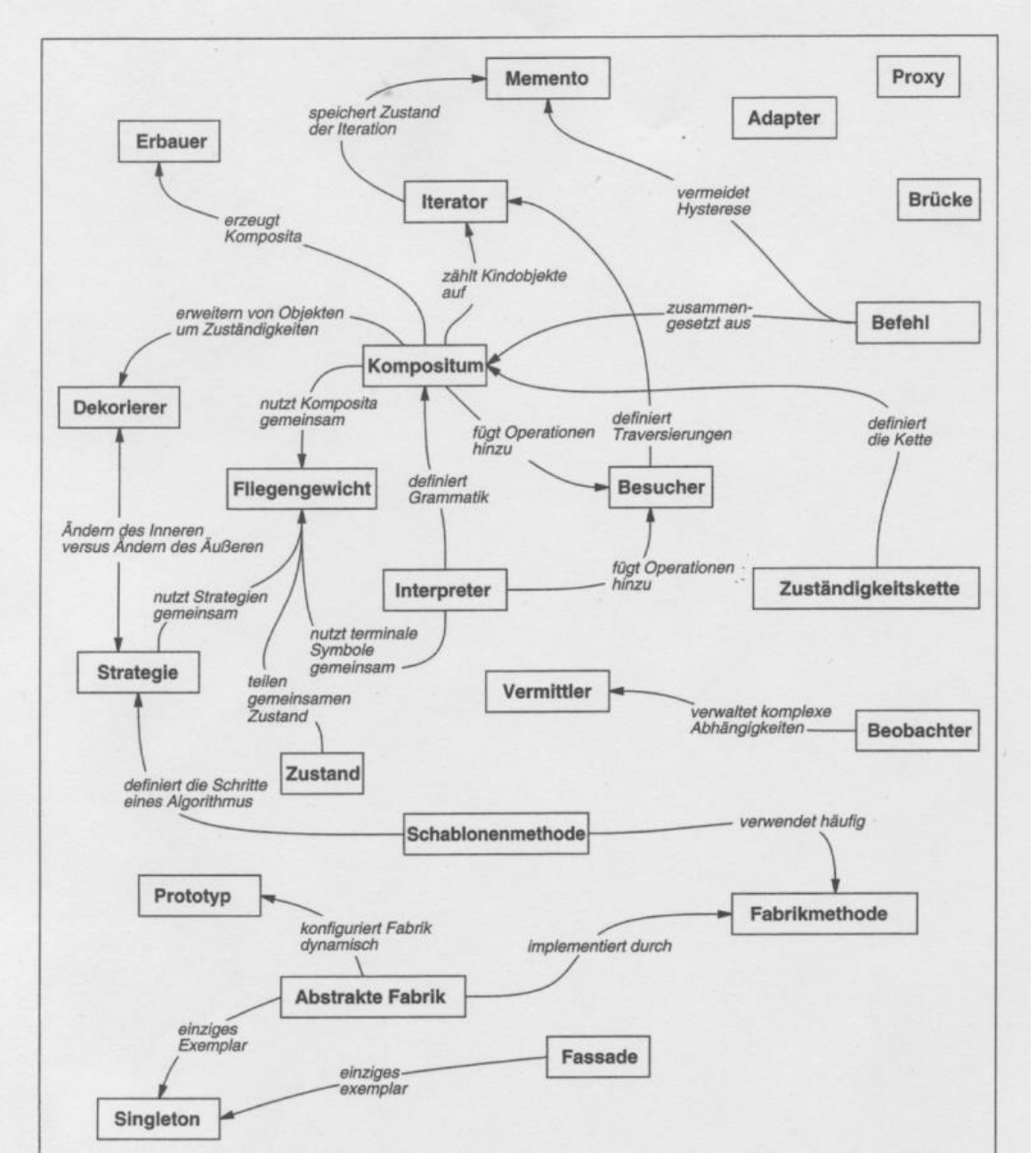
Struktur des Null-Objektes



Anwendbarkeit

- Wenn ein Objekt Mitarbeiter benötigt und einer oder mehrere von ihnen nichts tun sollen.
- Wenn Klienten sich nicht um den Unterschied zwischen einem echten Mitarbeiter und einem der nichts tut kümmern sollen.
- Wenn das „tue nichts“-Verhalten von verschiedenen Klienten wieder verwendet werden soll.

6.4 Beziehung zwischen Entwurfsmustern



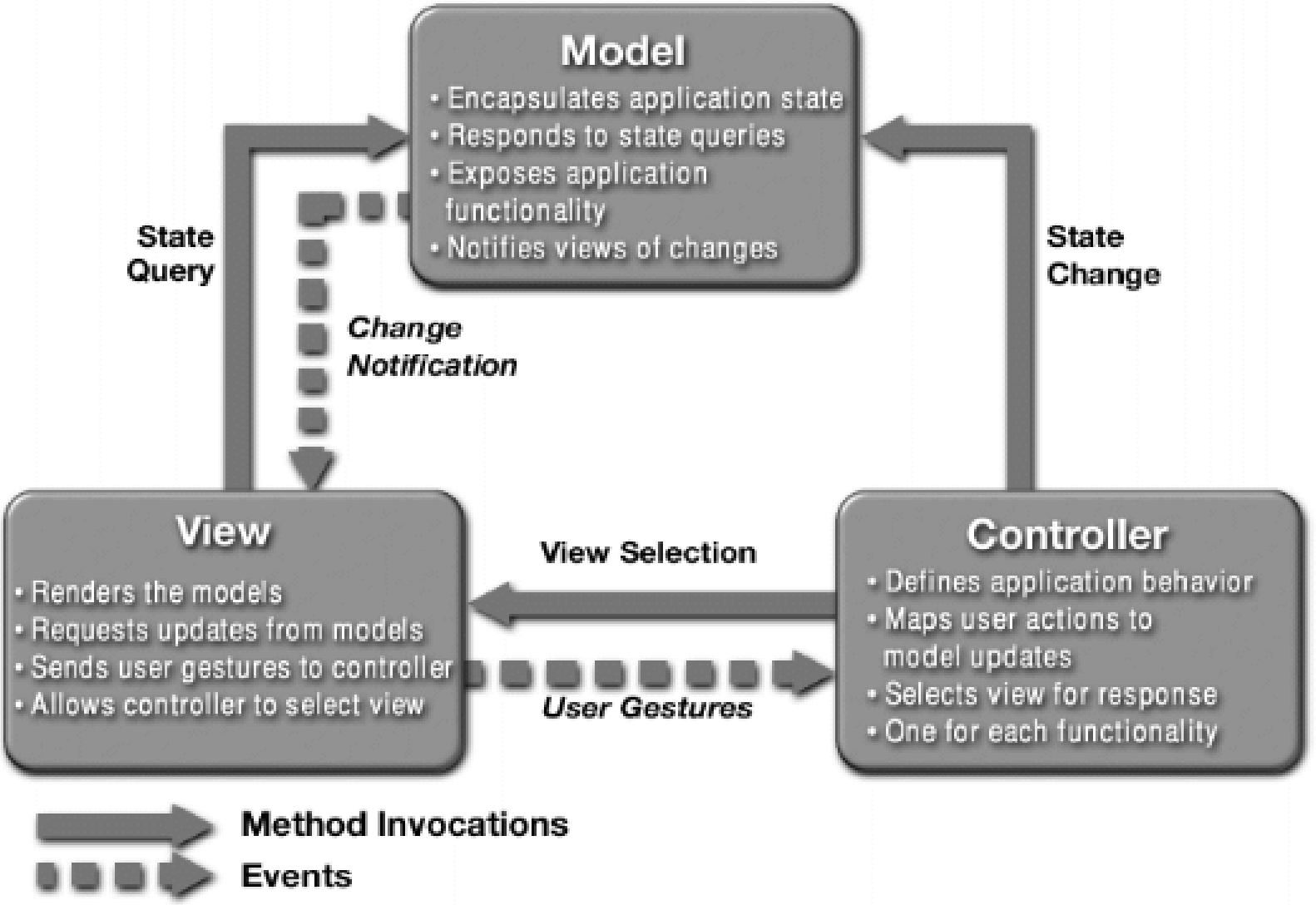
6.5 Zusammengesetzte Entwurfsmuster

- Am Beispiel:
  Model-View-Controller-Muster (MVC)

Model-View-Controller-Muster (MVC)

- Das Model-View-Controller-Muster (MVC) unterteilt eine interaktive Anwendung in drei Komponenten
  - **Model**: enthält die **dauerhaften Daten** einer Anwendung. Verwaltet Daten unabhängig von der Präsentation
  - **View**: die **Darstellungsschicht** präsentiert die Daten. Beinhaltet die visuellen Elemente (Fenster, Buttons, HTML, etc.).
  - **Control**: die **Steuerungsschicht** realisiert die eigentliche Arbeit. Sie steuert den Ablauf, ändert Modelldaten, entscheidet, welche View aufgerufen wird.
- MVC ist ein Entwurfsmuster, das die drei Entwurfsmuster **Beobachter, Kompositum und Strategie** kombiniert.

MVC-Pattern Abbildung



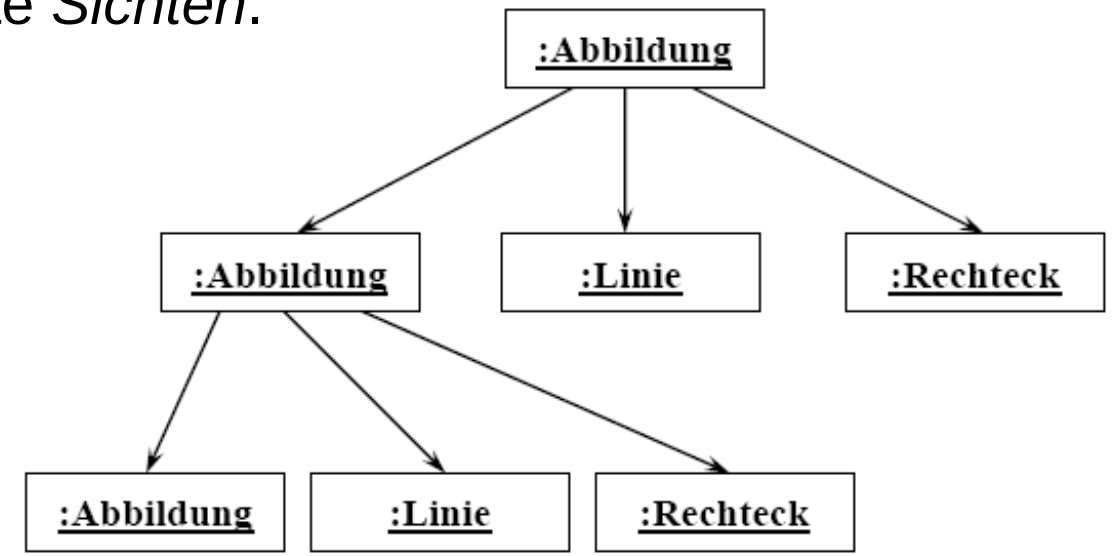
Quelle: http://java.sun.com/blueprints/patterns/MVC-detailed.html

Muster 1 im MVC: Beobachter

- Die Beziehung zwischen Modell und Sichten ist ein Beispiel für das *Beobachter*-Muster.
  - Es gibt eine Registrierungs- und Benachrichtigungs- Interaktion zwischen dem *Modell* (dem „Subjekt”) und den *Sichten* (den „Beobachtern”).
  - Wenn Daten im *Modell* sich ändern, werden die *Sichten* benachrichtigt. Daraufhin aktualisiert jede *Sicht sich selbst* durch Zugriff auf das *Modell*.
  - Die *Sichten* wissen nichts voneinander. Das *Modell* weiß nicht, in welcher Weise die *Sichten* die Daten des *Modells* verwenden (Entkopplung).

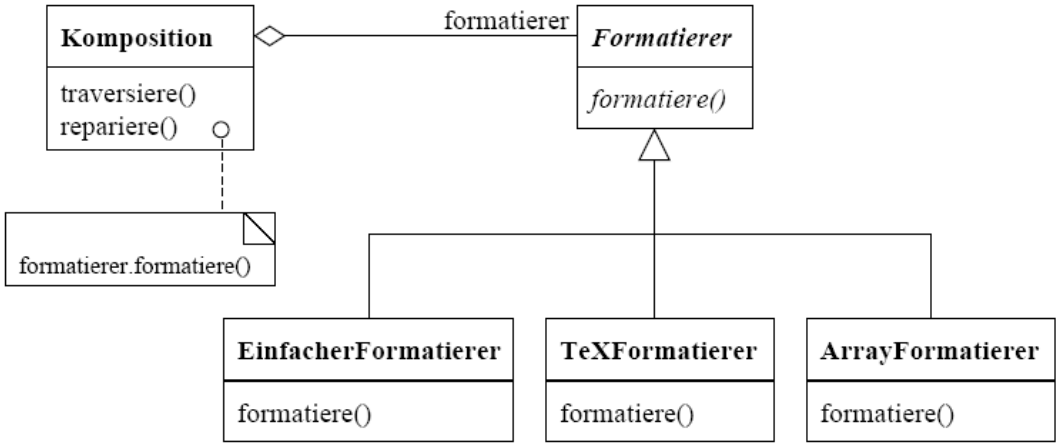
Muster 2 im MVC: Kompositum

- *Sichten* können geschachtelt sein. Eine zusammengesetzte *Sicht* ist ein Beispiel für das Muster *Kompositum*.
  - Zum Beispiel kann ein *Objektinspektor* aus geschachtelten *Sichten* bestehen und kann selbst in der Benutzerschnittstelle eines Debuggers enthalten sein.
  - Die Klasse *ZusammengesetzteSicht* ist eine Unterklasse von *Sicht*. Ein Exemplar von *ZusammengesetzteSicht* kann genauso wie ein Exemplar von *Sicht* benutzt werden. Es enthält und verwaltet geschachtelte *Sichten*.



Muster 3 im MVC: Strategie

- Die Beziehung zwischen *Sicht* und *Steuerung* ist ein Beispiel für ein *Strategie*-Muster.
  - Es gibt mehrere Unterklassen von *Steuerung*, die verschiedene Antwortstrategien implementieren. Zum Beispiel werden Tastatureingaben unterschiedlich behandelt oder ein Menü wird anstelle von Tastaturkommandos benutzt.
  - Eine *Sicht* wählt eine gewisse Unterklasse aus, die die entsprechende Antwortstrategie implementiert. Diese kann auch dynamisch ausgewählt werden (zum Beispiel um ausgeschaltete Zustände zu ignorieren).



- Probleme bei der Anwendung des Musters:
  - Dieselbe Information wird in unterschiedlichsten Fenstern auf verschiedene Weise dargestellt, z.B. Balken- oder Kuchendiagramme.
    - Grafische Darstellung und Verhalten der Anwendung müssen Datenänderungen sofort widerspiegeln.
  - Unterstützung verschiedener Standards für Erscheinungsbild und Bedienmerkmale, ohne das dabei der funktionale Kern geändert werden muss.
  - Änderungen an der Benutzeroberfläche auch zur Laufzeit.

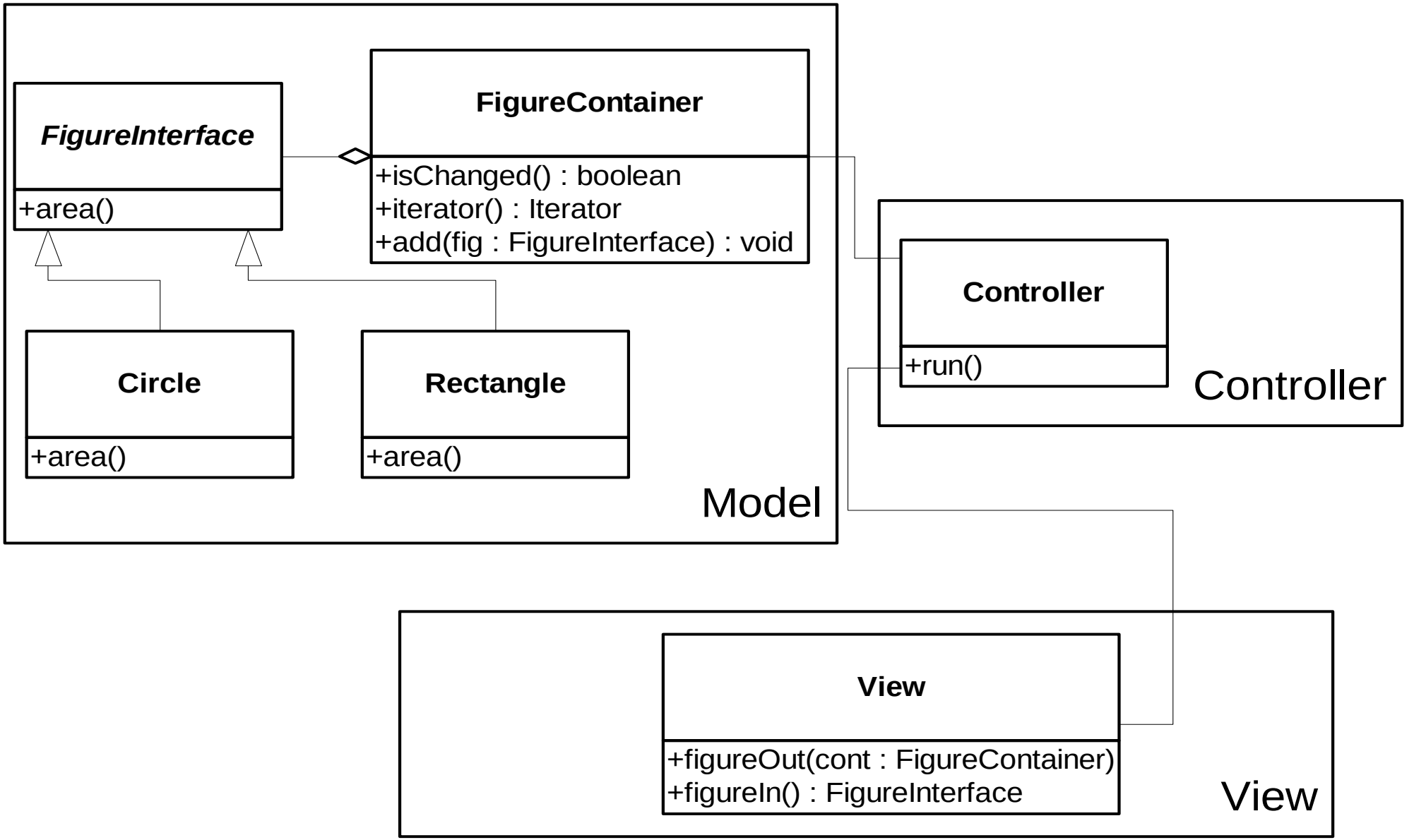
MVC-Pattern Interaktion

- Wenn ein Anwender das Model mit Hilfe der Steuerungskomponente einer Ansicht ändert, sollten alle Views des Models diese Änderung anzeigen.
- Model benachrichtigt seine Views, sobald sich Daten ändern.
- Views entnehmen die neuen Daten und passen die angezeigte Information an.

MVC-Pattern Anwendung

- Verwendung: zur Entwicklung von Benutzeroberflächen für interaktive Anwendungen, z.B. Smalltalk-80-Umgebung
  - Erstellung von Windows-Anwendungen in der Entwicklungs-umgebung von Visual C++
- Vorteile:
  - mehrere Views desselben Modells.
  - austauschbare Views
  - Potential für Frameworks
- Nacheile:
  - größere Komplexität
  - ineffizienter Datenzugriff innerhalb der Views
  - etc.

Java Beispiel



Model

```
class FigureContainer{

     List figures_;
     boolean isChanged_;

     FigureContainer(){
          figures_ = new ArrayList();
          isChanged_ = false;
     }
     void add(FigureInterface fig){
          figures_.add(fig);
          isChanged_ = true;
     }
     boolean isChanged(){
          return isChanged_;
     }
     Iterator iterator(){
          return figures_.iterator();
     }

}
```

View

```
class View{
     View() {}

     FigureInterface figureIn(){
          return new Circle(10.0D * Math.random());
     }

     void figureOut(FigureContainer cont){
          Iterator itr = cont.iterator();
          System.out.println("FIGURE_CONTAINER:");
          while (itr.hasNext()){
               FigureInterface fig = (FigureInterface)itr.next();
               System.out.println(fig.getClass().getName());
          }
          System.out.println("END");
     }
}
```

Controller

```
class Controller{

     View view_;
     FigureContainer container_;

     Controller(){
          view_ = new View();
          container_ = new FigureContainer();
     }

     void run(){
          for (int i = 1; i <5; i++){
            container_.add(view_.figureIn());
          }
          if (container_.isChanged()){
            view_.figureOut(container_);
          }
     }
}
```

Beispiel


```
public class FigureViewExample {

  public static void main(String[] args) {
   Controller controller =
   new Controller();
   controller.run();

   System.out.println("finish");
  }

}
```

Fragen ?