universitätbonn ROOTS

Kapitel 7

Entwurfsmuster (“Design Patterns”)

Stand: 6.12.2010

30.11.2010: Ergänzt um „Dynamic Proxy Classes“ in Java

06.12.2010: Ergänzt um Hinweisfolie auf Entwurfsmusterbeschreibungen in weiteren Kapiteln

Einführung: Die Grundidee von Pattern

- Grundlegende Idee
  - Alle Ingenieurdisziplinen benötigen eine Terminologie ihrer wesentlichen Konzepte sowie eine Sprache, die diese Konzepte in Beziehung setzt.
  - Pattern (Muster) wurden zuerst im Bereich der Architektur beschrieben.

- Ziele von Pattern in der Welt der Software:
  - Dokumentation von Lösungen wiederkehrender Probleme, um Programmierer bei der Softwareentwicklung zu unterstützen.
  - Schaffung einer gemeinsamen Sprache, um über Probleme und ihre Lösungen zu sprechen.
  - Bereitstellung eines standardisierten Katalogisierungsschemas um erfolgreiche Lösungen aufzuzeichnen.

- Bei Pattern handelt es sich weniger um eine Technologie (wie z.B. bei UML), als um eine Kultur der Dokumentation und Unterstützung guter Softwarearchitektur.

Einführung: Literatur zu Pattern und Software

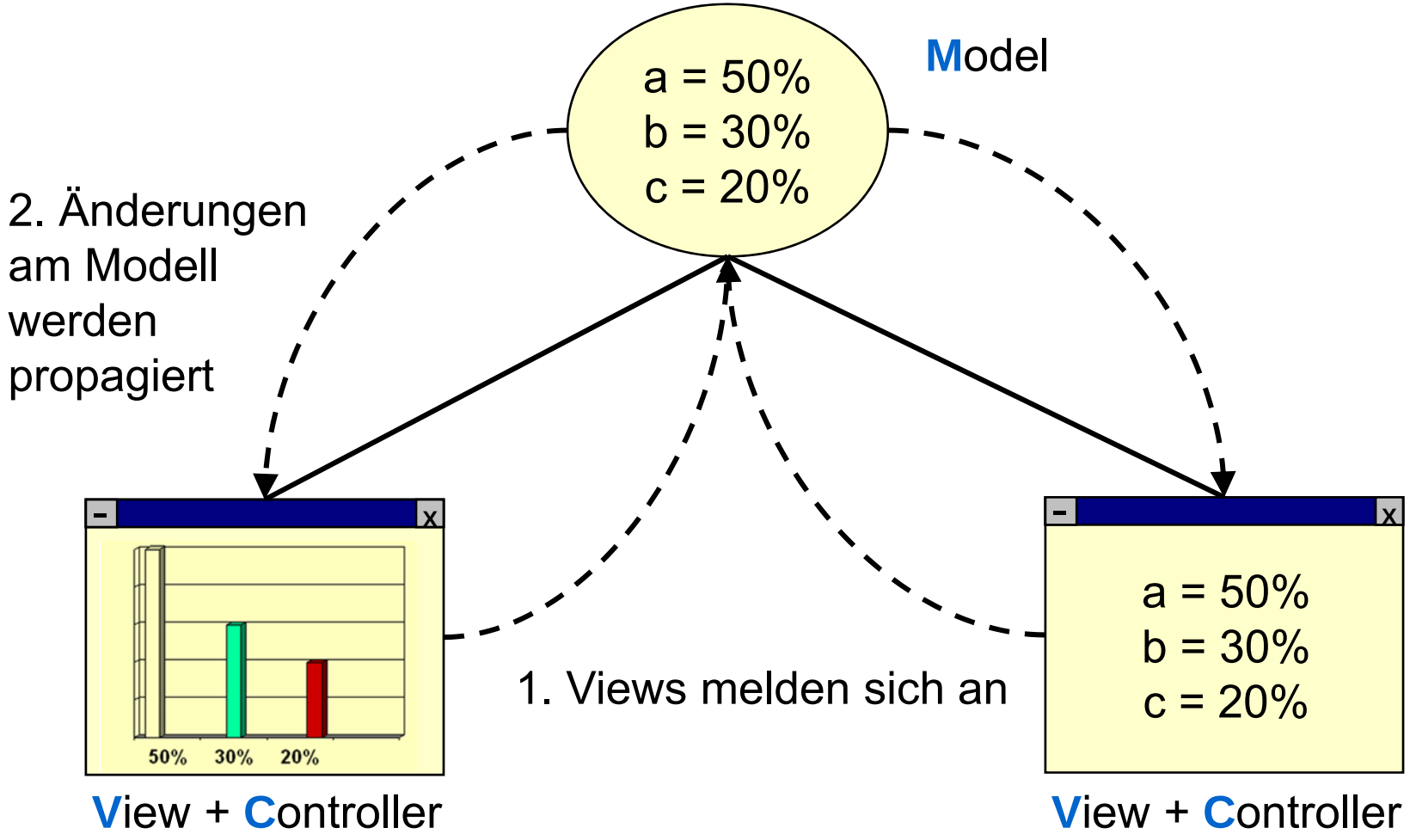
- Erich Gamma, Richard Helm, Ralph Johnson, John Vlissides (Gang of Four): "Design Patterns - Elements of Reusable Object-Oriented Software" Addison-Wesley, 1995

- Frank Buschmann, Regine Meunier, Hans Rohnert, Peter Sommerlad, Michael Stal (Gang of Five): "Pattern-Oriented Software Architecture - A System of Patterns" John Wiley & Sons, 1996

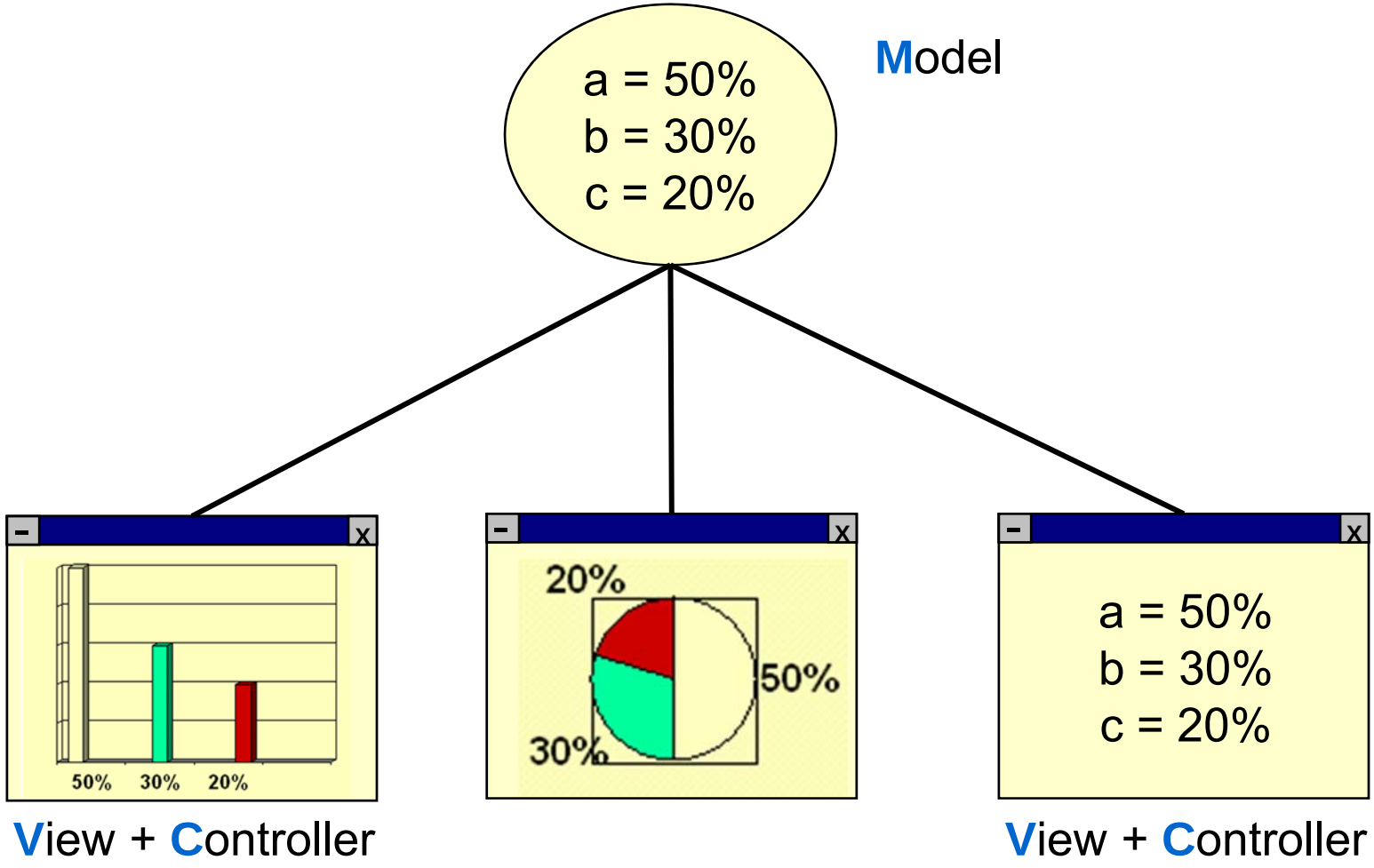
- Serge Demeyer, Stephane Ducasse, Oscar Nierstrasz: "Object Oriented Reengineering Patterns", Morgan Kaufman, 2002

- Patterns im WWW
  - Portland Pattern Repository: http://c2.com/ppr/
  - Hillside Group Patterns Library: http://www.hillside.net/patterns/
  - Brad Appleton: „Patterns and Software: Essential Concepts and Terminology“ http://www.bradapp.net/docs/patterns-intro.html
  - Doug Lea, Patterns-Discussion FAQ, http://gee.oswego.edu/dl/pd-FAQ/pd-FAQ.html
  - Buchliste: http://c2.com/cgi/wiki?PatternRelatedBookList

Einführung: Das MVC-Framework in Smalltalk als Beispiel



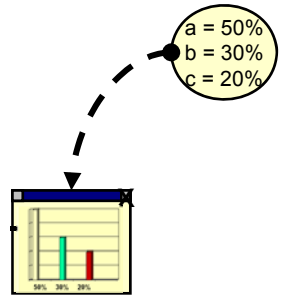
Einführung: Das MVC-Framework in Smalltalk als Beispiel



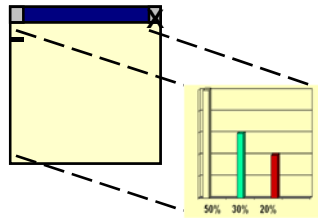
Neue Views können ohne Änderung des Modells oder der anderen Views hinzugefügt werden

Einführung: Das MVC-Framework in Smalltalk als Beispiel

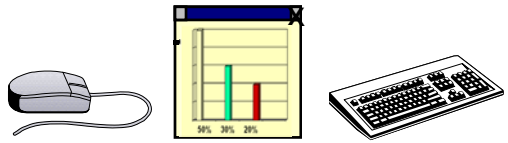
- Propagierung von Änderungen: Observer Pattern
  - Kommt z.B. auch bei Client/Server-Programmierung zur Benachrichtigung der Clients zum Einsatz



- Geschachtelte Views: Composite Pattern
  - View enthält weitere Views, wird aber wie ein einziger View behandelt.
  - Kommt z.B. auch bei Parsebäumen im Compilerbau zum Einsatz (Ausdrücke).



- Reaktion auf Events im Controller: Strategy Pattern
  - Eingabedaten können validiert werden (Daten, Zahlen, etc.).
  - Controller können zur Laufzeit gewechselt werden.
  - Kommt z.B. auch bei der Codeerzeugung im Compilerbau zum Einsatz (Code für verschiedene CPUs).



Überblick

Hier geht's weiter am Di, 23.11.2010

1. Einführung
2. Einstiegsbeispiel: "Observer" im Detail
3. Was also sind Patterns?
4. Wichtige Patterns
5. Zusammenspiel verschiedener Patterns
6. Fazit: Nutzen von Patterns
7. Zusammenfassung und Ausblick

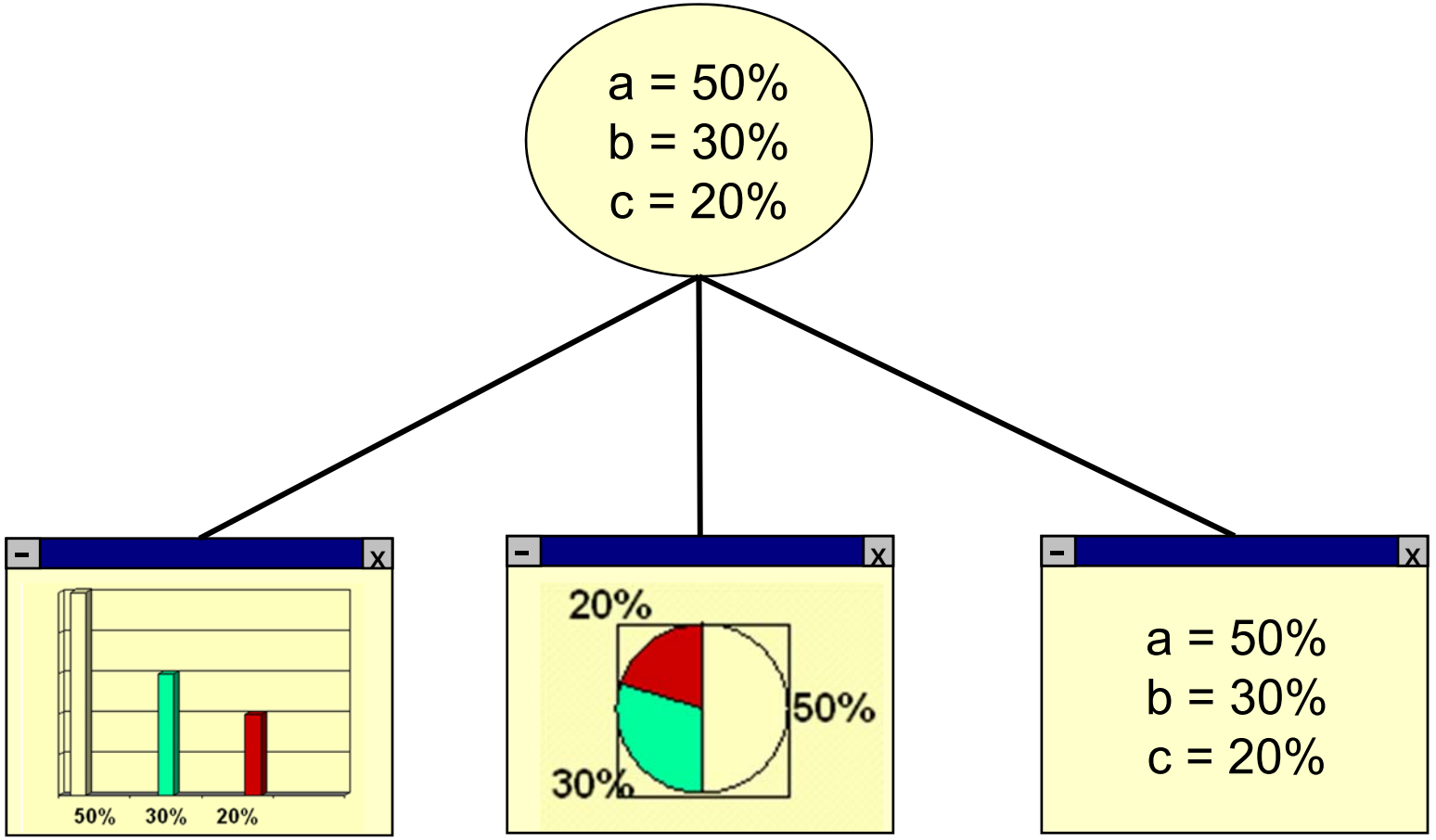
Das Observer Pattern

Das Observer Pattern: Einführung

- Absicht
  - Stellt eine 1-zu-n Beziehung zwischen Objekten her
  - Wenn das eine Objekt seinen Zustand ändert, werden die davon abhängigen Objekte benachrichtigt und entsprechend aktualisiert
- Andere Namen
  - "Dependents", "Publish-Subscribe", "Listener"
- Motivation
  - Verschiedene Objekte sollen zueinander konsistent gehalten werden
  - Andererseits sollen sie dennoch nicht eng miteinander gekoppelt sein. (bessere Wiederverwendbarkeit)
  - Diese Ziele stehen in einem gewissen Konflikt zueinander. Man spricht von *„conflicting forces“*, also gegenläufig wirkenden Kräften.

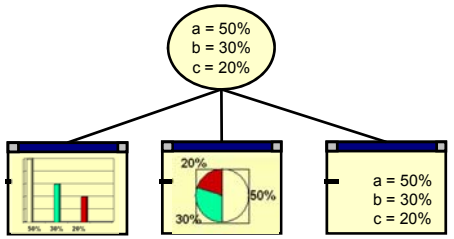
Das Observer Pattern: Beispiel

- Trennung von Daten und Darstellung
  - Wenn in einer Sicht Änderungen vorgenommen werden, werden alle anderen Sichten aktualisiert – Sichten sind aber unabhängig voneinander.



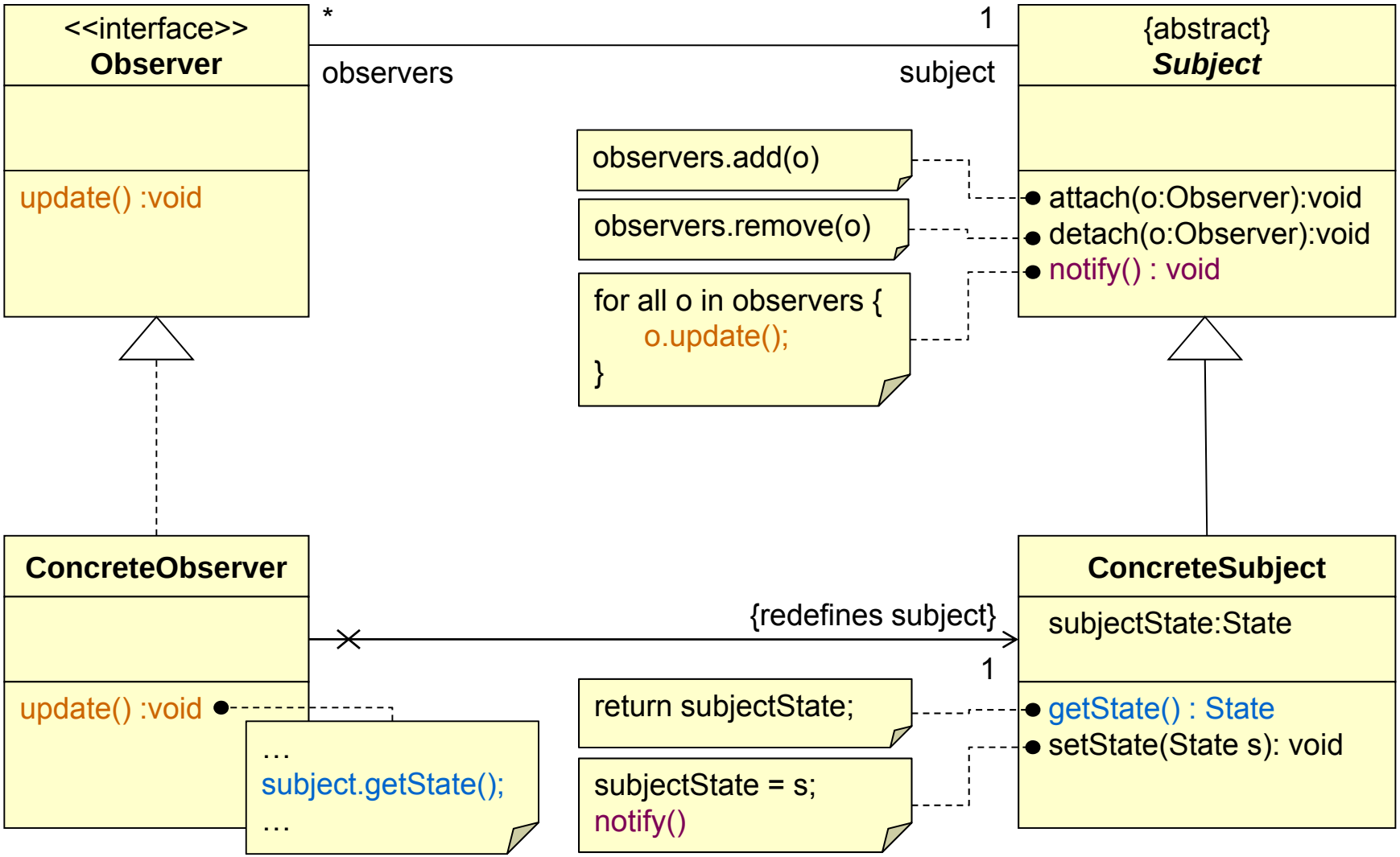
Das Observer Pattern: Anwendbarkeit

Das Pattern ist im folgenden Kontext anwendbar:



- Abhängigkeiten
  - Ein Aspekt einer Abstraktion ist abhängig von einem anderen Aspekt.
  - Aufteilung dieser Aspekte in verschiedene Objekte erhöht Variationsmöglichkeit und Wiederverwendbarkeit.
- Folgeänderungen
  - Änderungen an einem Objekt erfordert Änderungen an anderen Objekten.
  - Es ist nicht bekannt, wie viele Objekte geändert werden müssen.
- Lose Kopplung
  - Objekte sollen andere Objekte benachrichtigen können, ohne Annahmen über die Beschaffenheit dieser Objekte machen zu müssen.

Das Observer Pattern: Struktur (N:1, Pull-Modell)



Rollenaufteilung / Verantwortlichkeiten (Pull Modell)

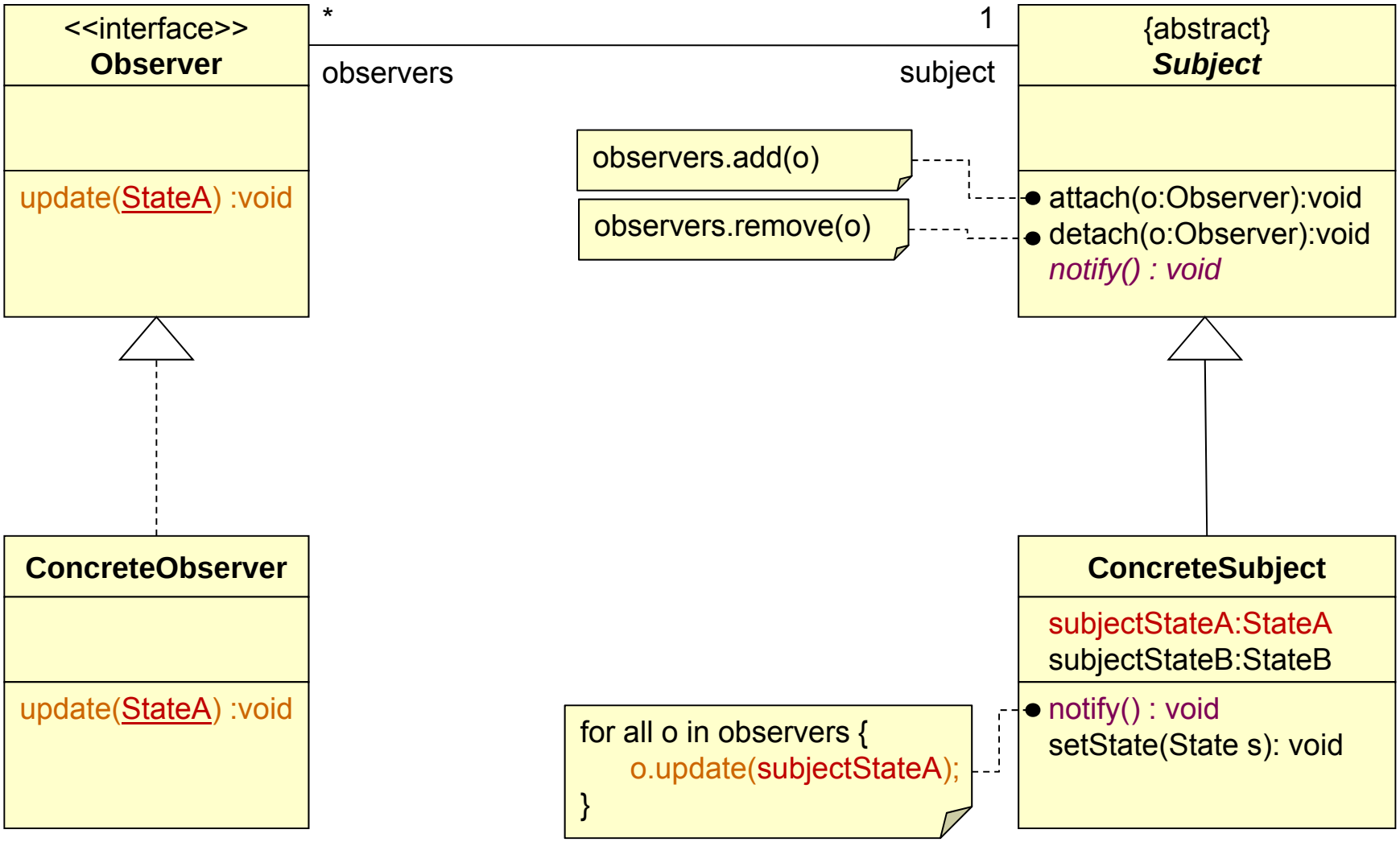
- Observer („Beobachter“) -- auch: Subscriber, Listener
  - update() -- auch: handleEvent
    - ⇨ Reaktion auf Zustandsänderung des Subjects
- Subject („Subjekt“) -- auch: Publisher
  - attach(Observer o) -- auch: register, addListener
    - ⇨ Observer registrieren
  - detach(Observer o) -- auch: unregister, removeListener
    - ⇨ registrierte Observer entfernen
  - notify()
    - ⇨ update-Methoden aller registrierten Observer aufrufen
  - setState(…)
    - ⇨ zustandsändernde Operation(en)
    - ⇨ für internen Gebrauch und beliebige Clients
  - getState()
    - ⇨ abfrage des aktuellen Zustands
    - ⇨ damit Observer feststellen können was sich wie geändert hat

Das Observer Patterns: Implementierung

Wie werden die Informationen über eine Änderung weitergegeben: „push“ versus „pull“

- Pull: Subjekt übergibt in „update()“ keinerlei Informationen, aber die Beobachter müssen sich die Informationen vom Subjekt holen
  - + Geringere Kopplung zwischen Subjekt und Beobachter.
  - – Berechnungen werden häufiger durchgeführt.
- Push: Subjekt übergibt in Parametern von „update()“ detaillierte Informationen über Änderungen.
  - + Rückaufrufe werden seltener durchgeführt.
  - – Beobachter sind weniger wiederverwendbar (Abhängig von den Parametertypen)
- Zwischenformen sind möglich

Das Observer Pattern: Struktur (N:1, Push-Modell)



Das Observer Pattern: Implementierung

- Vermeidung irrelevanter Notifikationen durch Differenzierung von Ereignissen
  - Bisher: Notifikation bei jeder Änderung
  - Alternative: Beobachter-Registrierung und Notifikation nur für spezielle Ereignisse
  - Realisierung: Differenzierung von attach(), detach(), update() und notify() in jeweils ereignisspezifische Varianten
  - Vorteile:
    - ⇨ Notifikation nur für relevante Ereignisse → höhere Effizienz
    - ⇨ Weniger „Rückfragen“ pro Ereignis → höhere Effizienz
  - Nachteil: Mehr Programmieraufwand, wenn man sich für viele Ereignistypen interessiert
    - ⇨ Aber: Werkzeugunterstützung möglich

Das Observer Patterns: Implementierung

- ChangeManager
  - Verwaltet Beziehungen zwischen Subjekt und Beobachter. (Speicherung in Subjekt und Beobachter kann entfallen.)
  - Definiert die Aktualisierungsstrategie
  - Benachrichtigt alle Beobachter. Verzögerte Benachrichtigung möglich
    - ⇨ Insbesondere wenn mehrere Subjekte verändert werden müssen, bevor die Aktualisierungen der Beobachter Sinn macht

- Wer ruft notify() auf?
  - a) "setState()"-Methode des Subjekts:
    - ⇨ + Klienten können Aufruf von "notify()" nicht vergessen.
    - ⇨ – Aufeinanderfolgende Aufrufe von "setState()" führen zu evtl. überflüssigen Aktualisierungen.
  - b) Klienten:
    - ⇨ + Mehrere Änderungen können akkumuliert werden.
    - ⇨ – Klienten vergessen möglicherweise Aufruf von "notify()".

Das Observer Pattern: Implementierung

- Konsistenz-Problem
  - Zustand eines Subjekts muss vor Aufruf von "notify()" konsistent sein.
  - Vorsicht bei Vererbung bei Aufruf jeglicher geerbter Methoden die möglicherweise „notify()“ -aufrufen :

```
public class MySubject extends SubjectSuperclass {
   public void doSomething(State newState) {
     super.doSomething(newState);  // ruft "notify()" auf
     this.modifyMyState(newState); // zu spät!
   }
}
```

- Lösung
  - Dokumentation von „notify()“-Aufrufen erforderlich (Schnittstelle!)
  - Besser: In Oberklasse „Template-Method Pattern“ anwenden um sicherzustellen, dass „notify()“-Aufrufe immer am Schluss einer Methode stattfinden → s. nächste Folie.

Das Observer Pattern: Implementierung

Verwendung des „Template Method Pattern“

```
public class SubjectSuperclass {
    ...
    final public void doSomething(State newState) {
      this.doItReally(newState);
      this.notify();                  // notify immer am Schluß
    }
    public void doItReally(State newState) {
    }
}

public class MySubject extends SubjectSuperclass {
    public void doItReally(State newState) {
       this.modifyMyState(newState);
    }
}
```

Template Method

Hook Method

Konsequenzen von Observer für Abhängigkeiten

Für Abhängigkeitsreduzierung allgemein

Für Presentation-Application-Data (PAD)

Für Boundary-Controller-Entity (BCE)

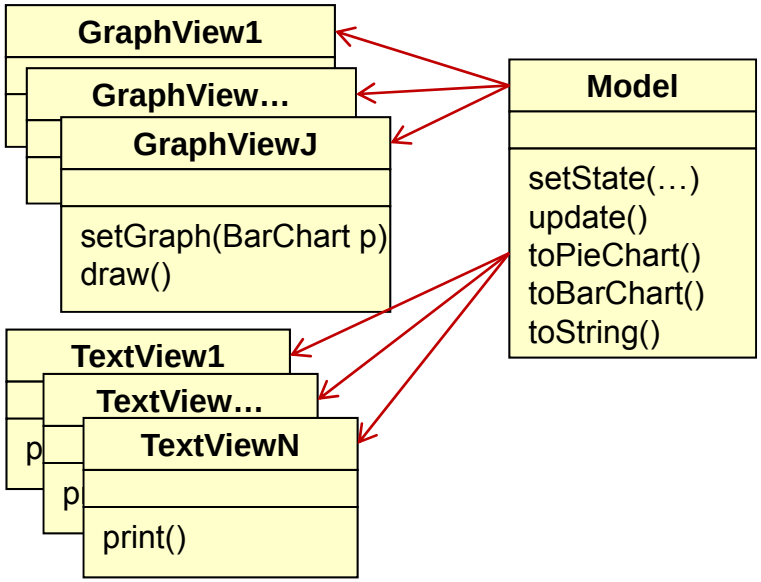
Für Model-View-Kontroller (MVC)

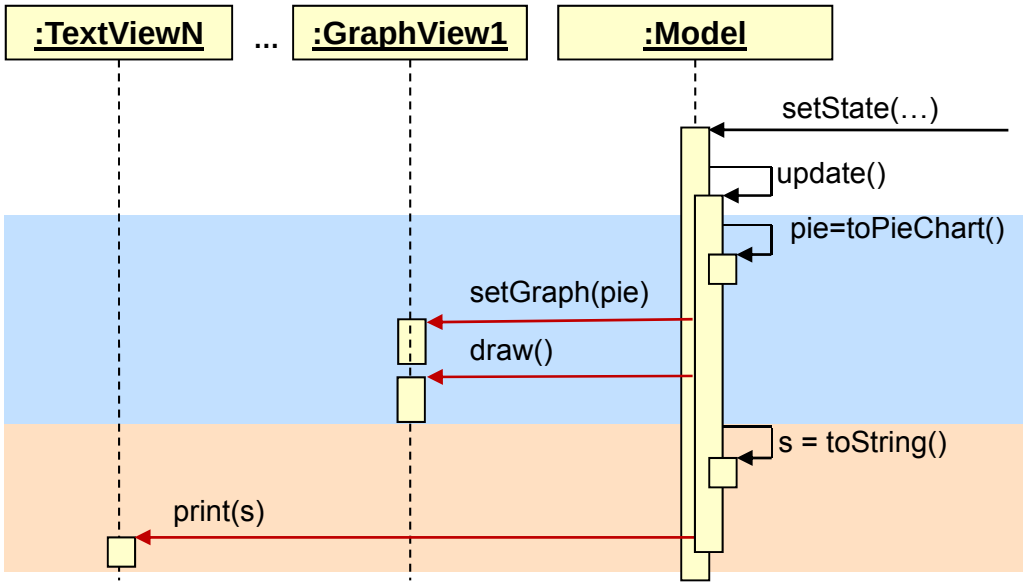
PAD versus BCE versus MVC

Abhängigkeiten mit und ohne Observer

Ohne Observer: Abhängigkeit View ← Model

- Ein konkretes Model kennt das Interface eines jeden konkreten View und steuert was genau jeder der Views nach einem update tun soll:
  - myGraphView1.setGraph(this.toPieChart()); myGraphView1.draw();
  - myGraphView2.setGraph(this.toBarChart()); myGraphView2.draw();
  - …
  - myTextViewN.print(myState.toString());

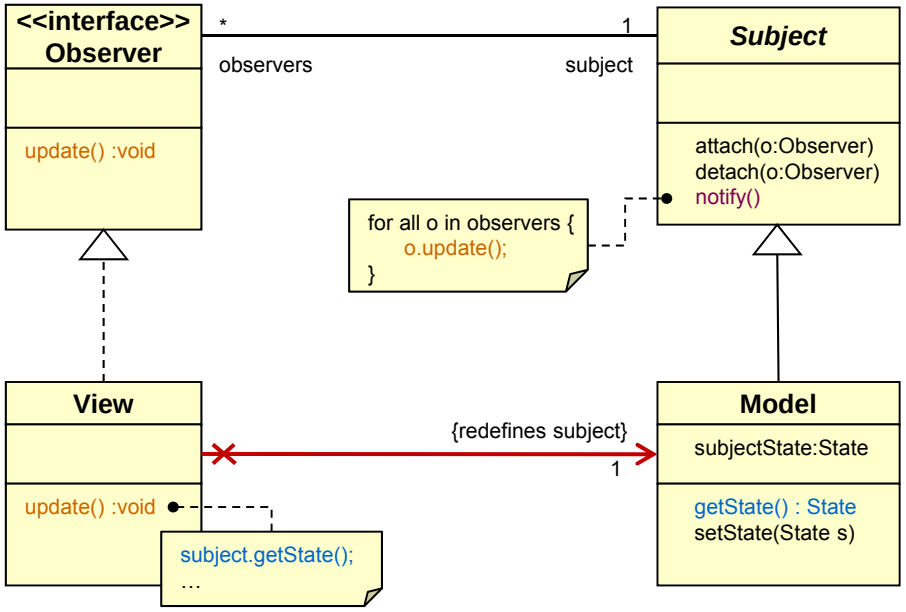


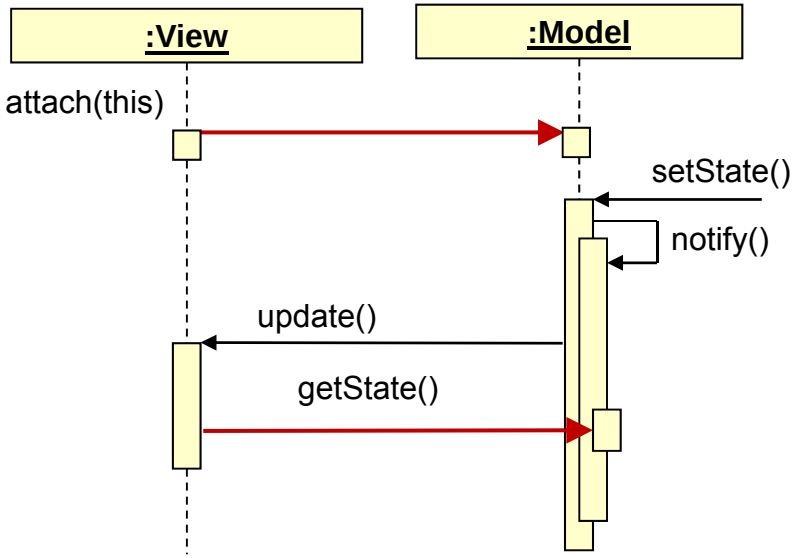


Abhängigkeiten mit und ohne Observer

Mit Observer: Abhängigkeit View → Model

- Ein konkretes Model kennt nur das abstrakte Observer-Interface
- Ein konkreter View kennt die zustandsabfragenden Methoden des konkreten Models
  - model.getState1();
  - model.getState2();





Nettoeffekt: Abhängigkeits- und Kontrollumkehrung

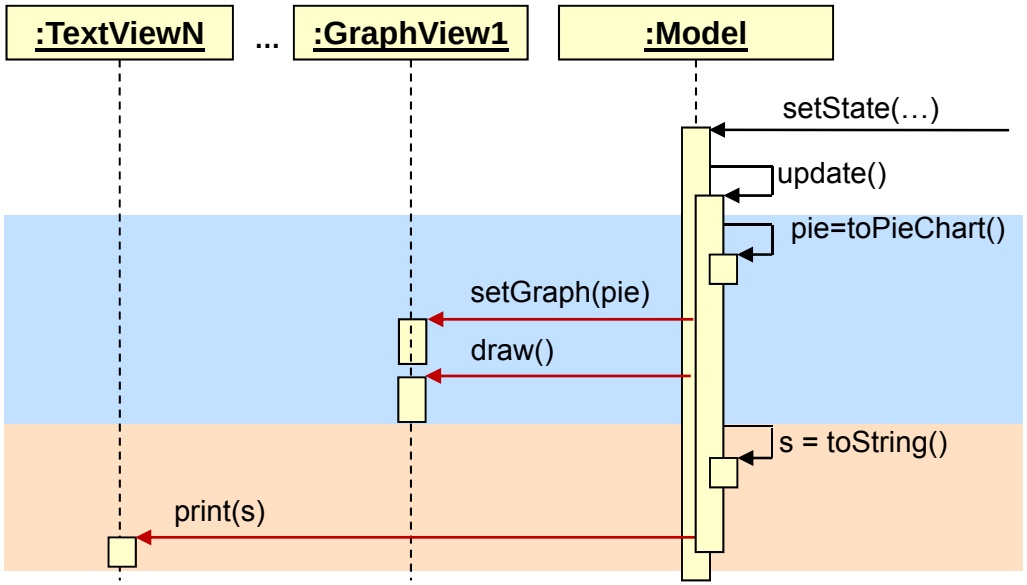
Abhängigkeitsumkehrung („Dependency Inversion“)

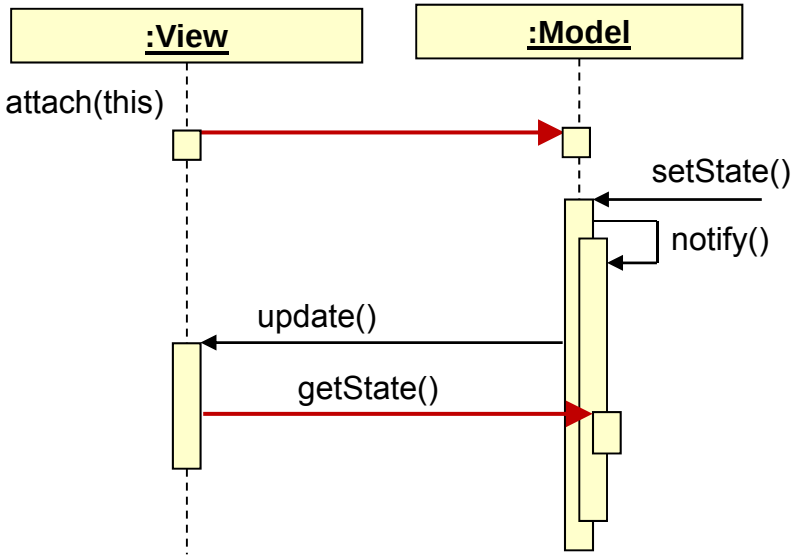
- Ohne Observer
  - Abhängigkeit Model → Views
- Mit Observer
  - Abhängigkeit Model ← Views

Kontrollumkehrung („Inversion of Control“)

- Ohne Observer
  - Model steuert alle updates
- Mit Observer
  - Jeder View steuert sein update

Vergleich Ablauf ohne / mit Observer





Das Observer Pattern: Konsequenzen

- Unabhängigkeit
  - Konkrete Beobachter können hinzugefügt werden, ohne konkrete Subjekte oder andere konkrete Beobachter zu ändern.
  - Konkrete Subjekte können unabhängig voneinander und von konkreten Beobachtern variiert werden.
  - Konkrete Subjekte können unabhängig voneinander und von konkreten Beobachtern wiederverwendet werden.
- „Broadcast“-Nachrichten
  - Subjekt benachrichtigt alle angemeldeten Beobachter
  - Beobachter entscheiden, ob sie Nachrichten behandeln oder ignorieren
- Unerwartete Aktualisierungen
  - Kleine Zustandsänderungen des Subjekts können komplexe Folgen haben.
  - Auch uninteressante Zwischenzustände können unnötige Aktualisierungen auslösen.

Das Observer Pattern: Bekannte Anwendungen

- Bekannte Anwendungen
  - Model-View-Controller-Framework in Smalltalk
  - Java Foundation Classes / Swing
  - Oberon System
  - Diverse Client/Server-Modelle, z.B. Java RMI

Was also sind Patterns?

Bestandteile einer Pattern-Beschreibung

- Name(n) des Patterns
- Problem, das vom Pattern gelöst wird
- Anforderungen, die das Pattern beeinflussen
- Kontext, in dem das Pattern angewendet werden kann

- Lösung. Beschreibung, wie das gewünschte Ergebnis erzielt wird
  - Varianten der Lösung
  - Beispiele der Anwendung der Lösung

- Konsequenzen aus der Anwendung des Patterns

- Bezug zu anderen Patterns
- Bekannte Verwendungen des Patterns

Bestandteile eines Patterns: Kontext, Problem, Randbedingungen

- Problem
  - Beschreibung des Problems oder der Absicht des Patterns
- Anforderungen (Forces)
  - Die relevanten Anforderungen und Einschränkungen, die berücksichtigt werden müssen.
  - Wie diese miteinander interagieren und im Konflikt stehen.
  - Die daraus entstehenden Kosten.
  - Typischerweise durch ein motivierendes Szenario illustriert.
- Anwendbarkeit (Context) − Applicability
  - Die Vorbedingungen unter denen das Pattern benötigt wird.

Bestandteile eines Patterns: Lösung

Die Lösung (Software Configuration) wird beschrieben durch:

- Rollen
  - Funktionen die Programmelemente im Rahmen des Patterns erfüllen.
  - Interfaces, Klassen, Methoden, Felder / Assoziationen
  - Methodenaufrufe und Feldzugriffe
  - Sie werden bei der Implementierung aufg konkrete Programmelemente abgebildet (‚Player‘)
- Statische + dynamische Beziehungen
  - Klassendiagramm, dynamische Diagramme, Text
  - Meistens ist das Verständnis des dynamischen Verhaltens entscheidend
    - ⇨ Denken in Objekten (Instanzen) statt Klassen (Typen)!
- Teilnehmer − Participants
  - Rollen auf Typebene (Klassen und Interfaces)

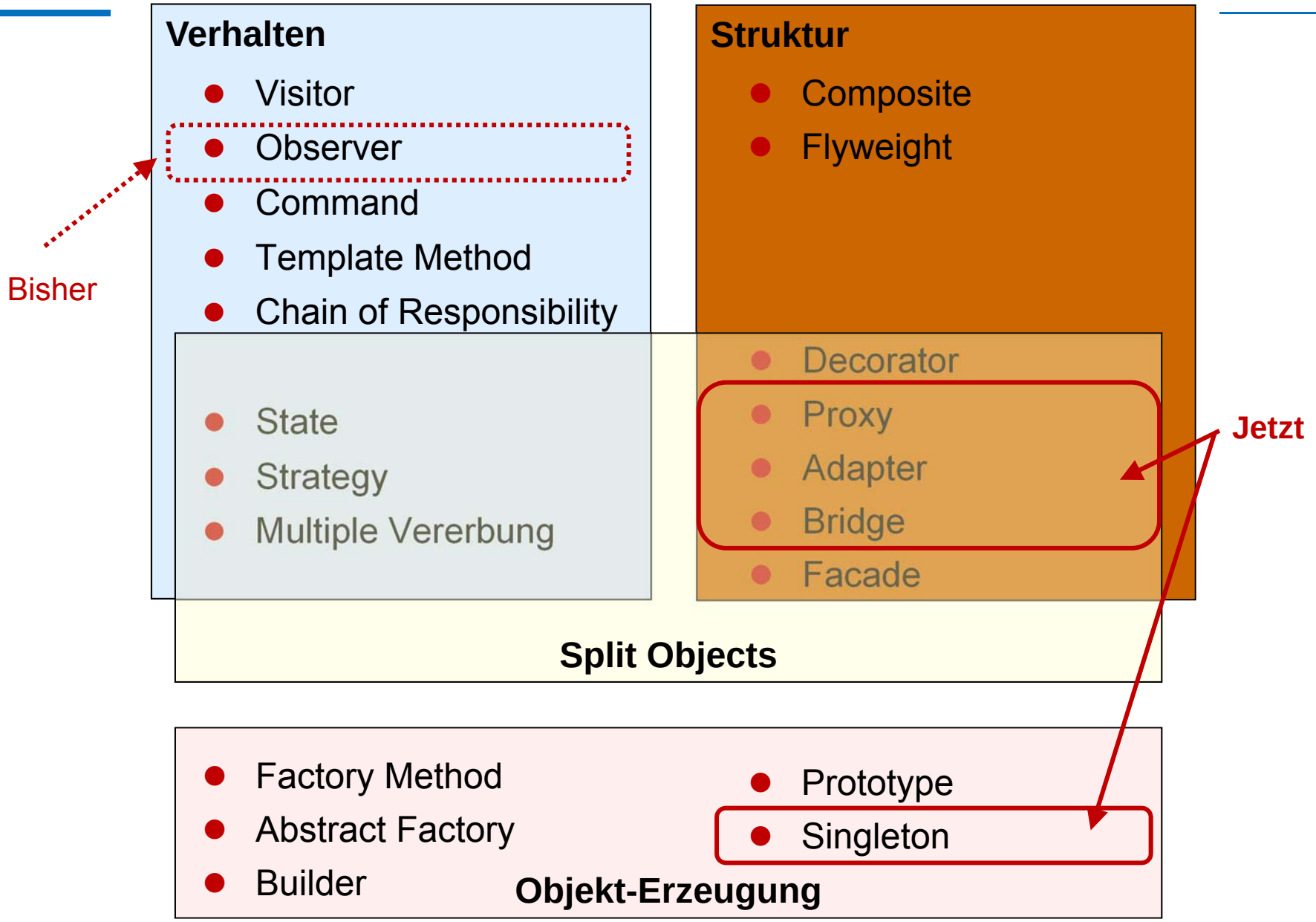
Klassifikation

Danach, was sie modellieren

Danach, wie sie es modellieren

Danach, wo sie meist eingesetzt werden

"Gang of Four"-Patterns: Überblick und Klassifikation



Klassifikation: „Was“ und „Wie“

PRINT

Was?

- Verhaltens-Patterns
  - Verhalten leicht erweiterbar, komponierbar, dynamisch änderbar oder explizit manipulierbar machen
- Struktur-Patterns
  - Objekte mit fehlendem Zustand, rekursive Strukturen
  - Verschiedenste Formen der Entkopplung (Schnittstelle / Implementierung, Identität / physikalische Speicherung, ...)
- Erzeugungs-Patterns
  - Flexibilität indem die Festlegung von konkret zu erzeugenden Objekte (new XYZ()) so weit wie möglich verzögert wird und evtl. sogar zur Laufzeit immer noch verändert werden kann.

Wie?

- Split Object Patterns
  - Ziel: Dynamisch änderbares Verhalten, gemeinsame Verwendung oder Entkopplung von Teilobjekten
  - Weg: Aufteilung eines konzeptionellen Gesamtobjektes in modellierte Teilobjekte die kooperieren um das Verhalten des konzeptionellen Gesamtobjektes zu realisieren

Klassifikation: „Was“ und „Wie“ (Fortsetzung)

- Klassifikation danach was modelliert wird (vorherige Folien)
  - Struktur, Verhalten, Objekterzeugung

- Klassifikation danach, wie etwas modelliert wird (vorherige Folien)
  - Whole Objects: 1:1-Entsprechung von konzeptuellen Objekten und Implementierungs-Objekten
  - Split Objects: Aufteilung eines konzeptuellen Objektes in verschiedene Implementierungs-Objekte, dynamisch veränderbare Anteile oder Gemeinsamkeiten verschiedener konzeptueller Objekte darstellen

Klassifikation: „Wo“

- Klassifikation danach, wo sie meist eingesetzt werden
  - Systementwurf, zur Verbindung / Abgrenzung von Subsystemen
    - ⇨ Facade, Adapter, Bridge, Proxy, Singleton (zusammen mit Facade) , Observer
  - Objektentwurf
    - ⇨ Observer, Command, Factory Method, Abstract Factory, Composite, Visitor

Wichtige Entwurfsmuster, Teil 1
- System Design Patterns -

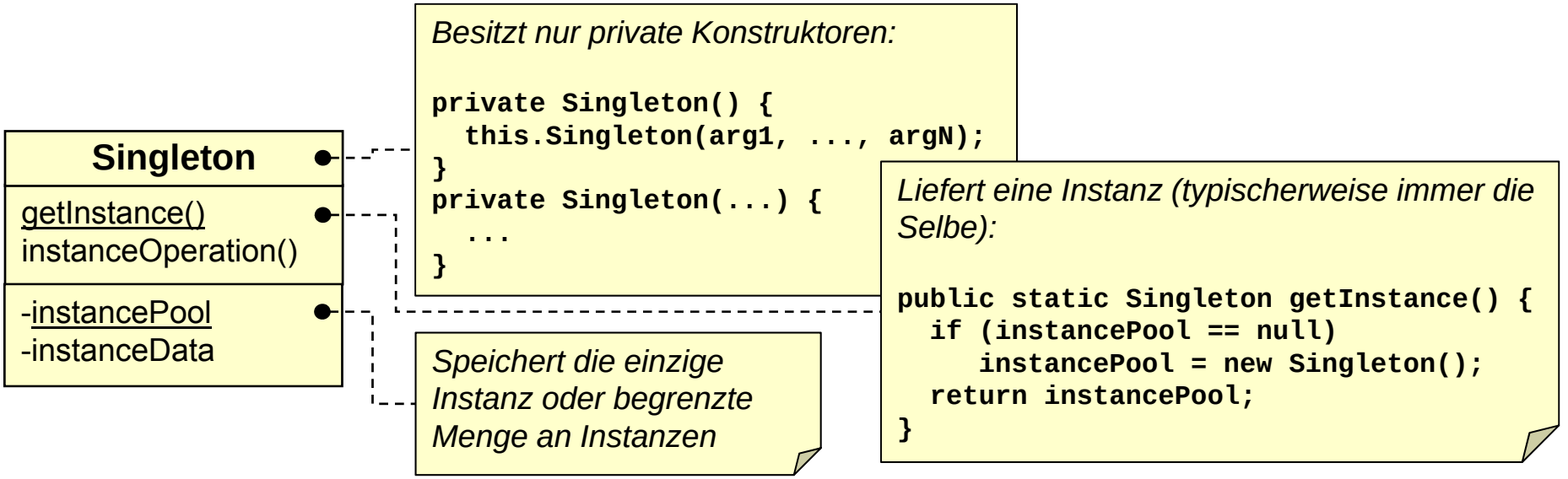
Facade
Singleton
Adapter
Proxy
Bridge

Das Singleton Pattern

Singleton: Motivation

- Beschränkung der Anzahl von Exemplaren zu einer Klasse
- Meist: nur ein einzelnes Exemplar
  - Motivation: Zentrale Kontrolle → Z.B. Facade, Repository, Abstract Factory
- Aber auch: feste Menge von Exemplaren
  - Motivation 1: begrenzte Ressourcen (z.B. auf mobilen Geräten)
  - Motivation 2: Teure Objekterzeugung durch „Object Pool“ vermeiden → z.B. 1000 Enterprise Java Beans vorhalten, nach Nutzung zurück in den Pool

Singleton: Struktur + Implementierung

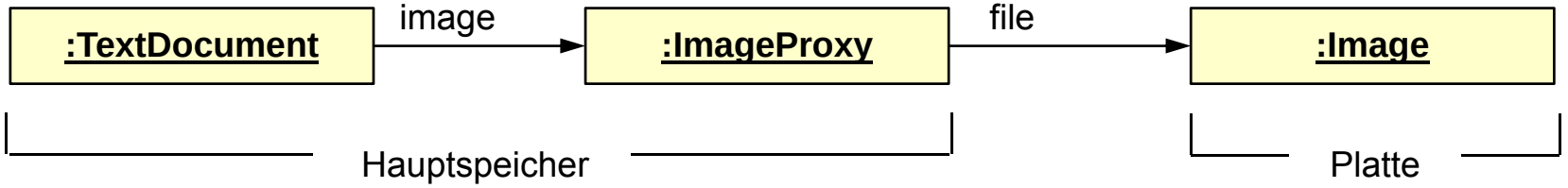


- Nur private Konstruktoren
  - dadurch wird verhindert, dass Clients beliebig viele Instanzen erzeugen können
  - in Java muss explizit ein privater Konstruktor mit leerer Argumentliste implementiert werden, damit kein impliziter öffentlicher Konstruktor vom Compiler erzeugt wird
- instancePool als Registry für alle Singleton-Instanzen
  - lookup-Mechanismus erforderlich um gezielt eine Instanz auszuwählen

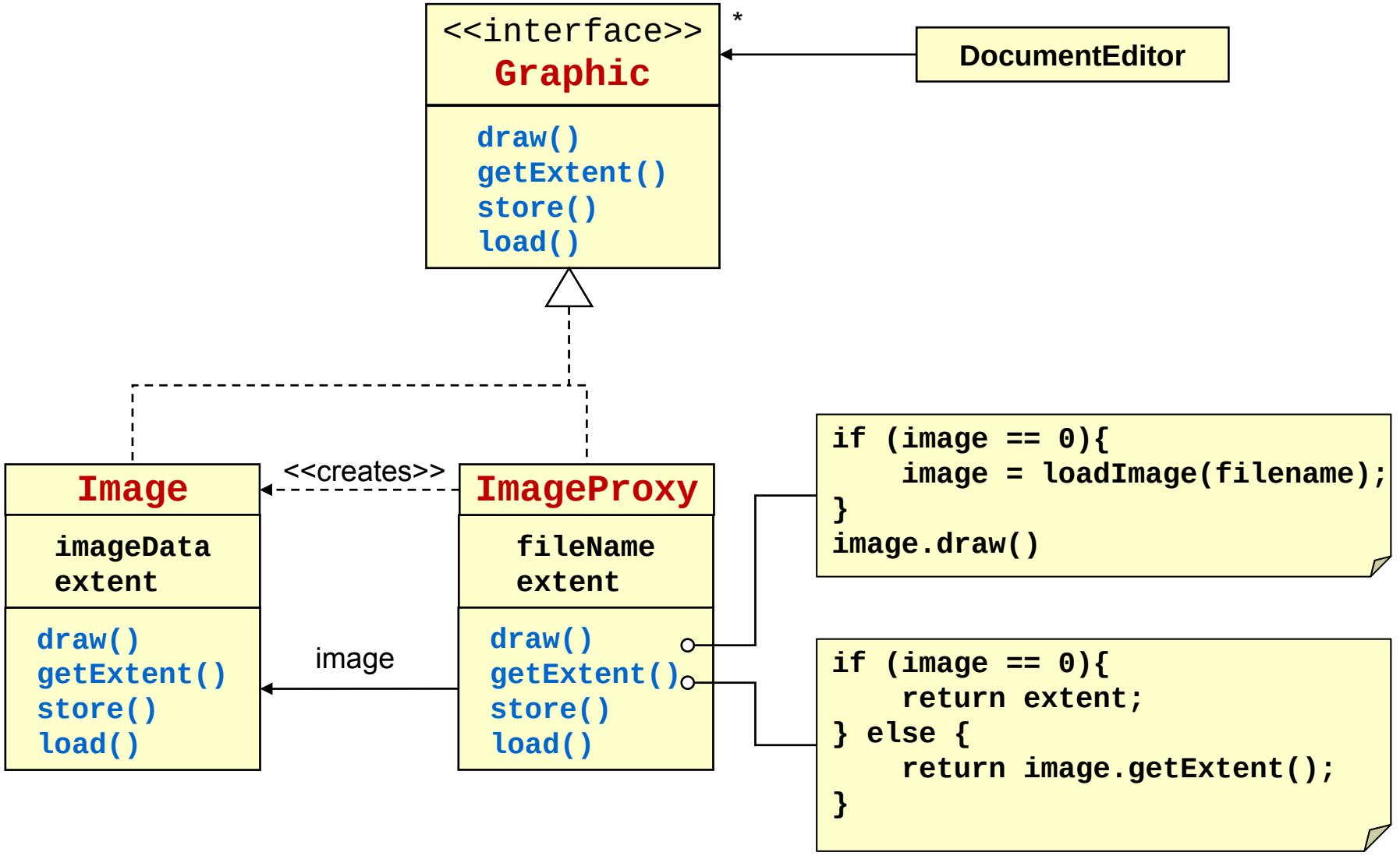
Das Proxy Pattern

Proxy Pattern (auch: Surogate, Smart Reference)

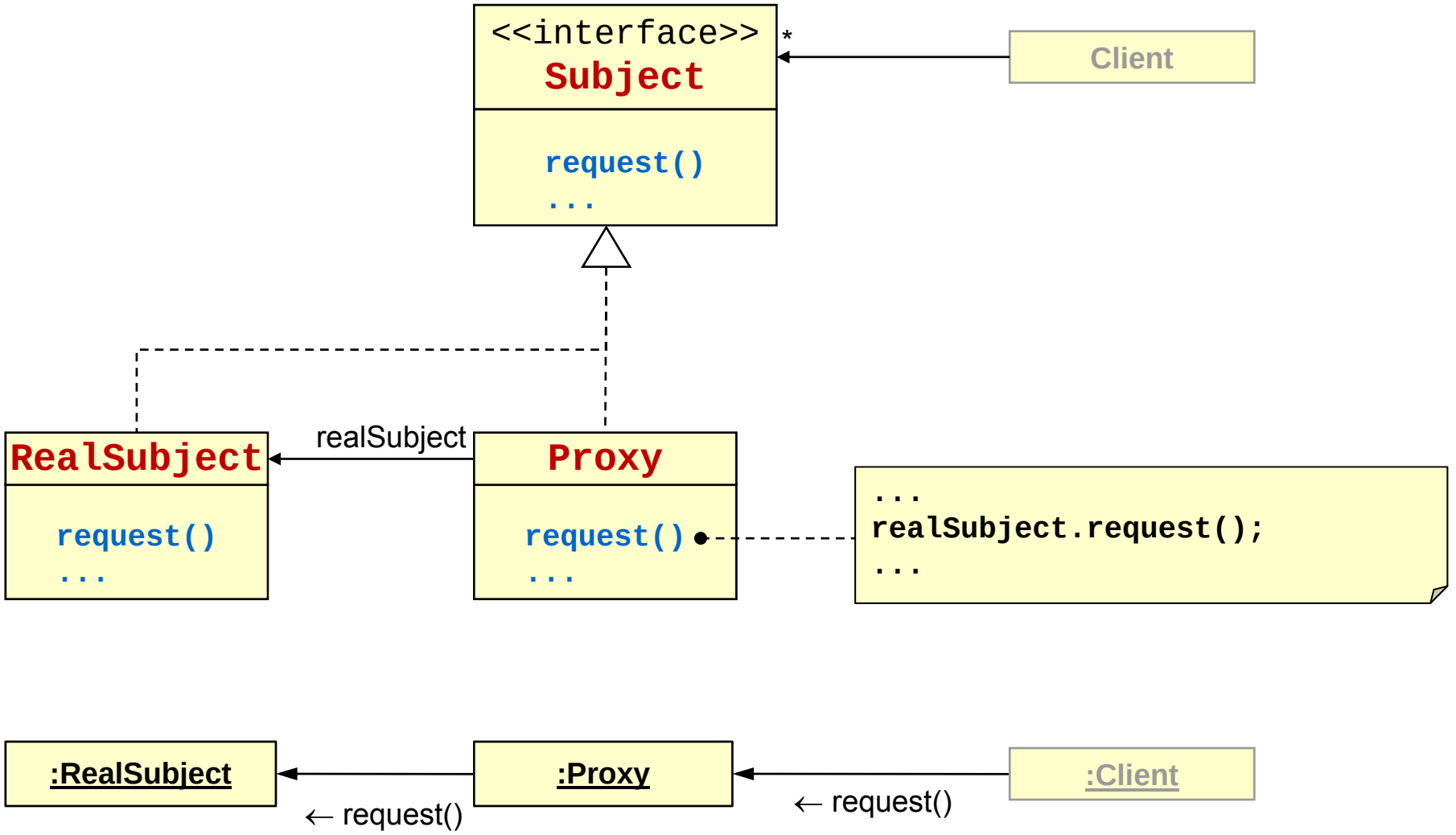
- Absicht
  - Stellvertreter für ein anderes Objekt
  - bietet Kontrolle über Objekt-Erzeugung und -Zugriff
- Motivation
  - kostspielige Objekt-Erzeugung verzögern (zB: große Bilder)
  - verzögerte Objekterzeugung soll Programmstruktur nicht global verändern
- Idee
  - Bild-Stellvertreter (Proxy) verwenden
  - Bild-Stellvertreter verhält sich aus Client-Sicht wie Bild
  - Bild-Stellvertreter erzeugt Bild bei Bedarf



Proxy Pattern: Beispiel



Proxy Pattern: Schema



Proxy Pattern: Verantwortlichkeiten

- Proxy
  - bietet gleiches Interface wie "Subject"
  - referenziert eine "RealSubject"-Instanz
  - kontrolliert alle Aktionen auf dem "RealSubject"
- Subject
  - definiert das gemeinsame Interface
- RealSubject
  - das Objekt das der Proxy vertritt
  - eigentliche Funktionalität
- Zusammenspiel
  - selektives Forwarding

Proxy Pattern: Anwendbarkeit

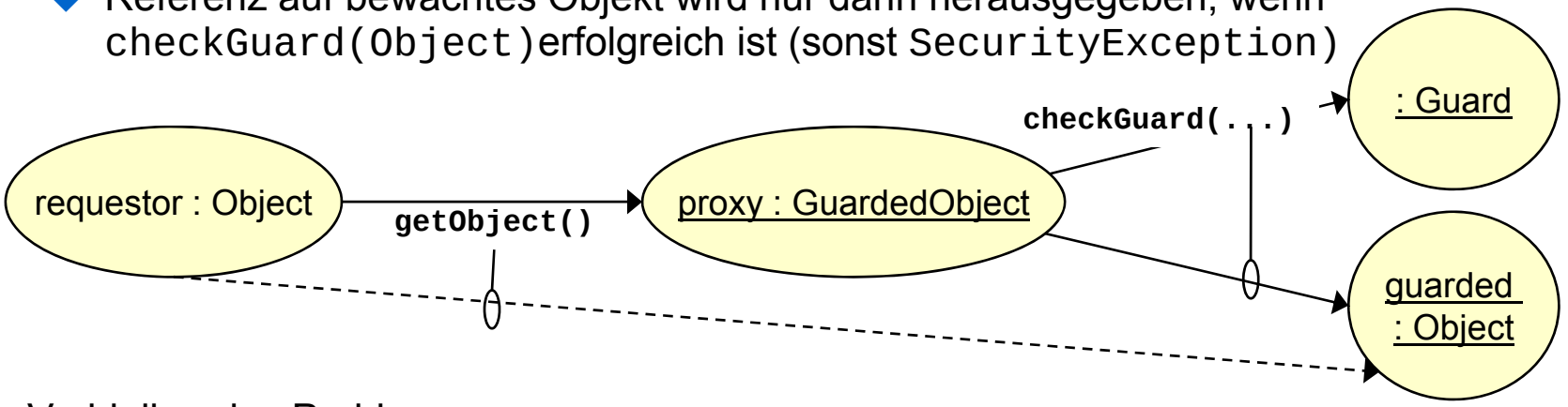
- Virtueller Proxy
  - verzögerte Erzeugung "teurer" Objekte bei Bedarf
  - Beispiel: Bilder in Dokument, persistente Objekte
- Remote Proxy
  - Zugriff auf entferntes Objekt
  - Objekt-Migration
  - Beispiele: CORBA, RMI, mobile Agenten
- Concurrency Proxy
  - nur eine direkte Referenz auf RealSubject
  - locking des RealSubjects vor Zugriff (threads)
- Copy-on-Write
  - kopieren erhöht nur internen "CopyCounter"
  - wirkliche Kopie bei Schreibzugriff und "CopyCounter">0
  - ➔ Verzögerung teurer Kopier-Operationen

Proxy Pattern: Anwendbarkeit

- Protection Proxy (Zugriffskontrolle)
  - Schmaleres Interface
    - ⇨ "Kritische" Operationen ausgeblendet
    - ⇨ andere via Forwarding implementiert
  - ganz anderes Interface
    - ⇨ Autorisierung prüfen
    - ⇨ direkten Zugriff gewähren oder Forwarding
  - Beispiel: "CHOICES" Betriebssystem, JDK

Protection-Proxy im JDK (ab 1.2): GuardedObject

- Problem
  - Sichere Weitergabe eines schützenwerten Objektes an unbekannten Empfänger
  - Objektspezifische Zugriffsrechte
  - Verzögerte Überprüfung der Zugriffsrechte
- Idee: GuardedObject
  - Enthält "bewachtes Objekt" und "Wächter" (Guard)
  - `Guard`-Interface enthält nur die Methode `checkGuard(Object)`
  - Referenz auf bewachtes Objekt wird nur dann herausgegeben, wenn `checkGuard(Object)`erfolgreich ist (sonst `SecurityException`)



- Verbleibendes Problem
  - Man muß sich darauf verlassen, daß der "Requestor" das "bewachte Objekt" selbst nur in ein GuardedObject verpackt weitergibt!

Proxy Pattern: Implementierung

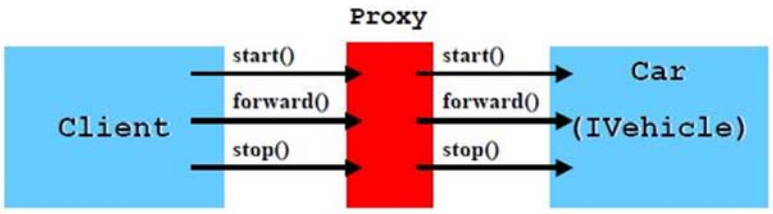
- „Consultation“ = Weiterleiten von Anfragen
  - Allgemein: manuell erstellte Forwarding-Methoden
  - C++: Operator-Overloading
    - ⇨ Proxy redefiniert Dereferenzierungs-Operator:*anImage
    - ⇨ Proxy redefiniert Member-Accesss-Operator:anImage->extent()
  - Smalltalk: Reflektion
    - ⇨ Proxy redefiniert Methode "doesNotUnderstand: aMessage"
  - Lava: eigenes Sprachkonstrukt
    - ⇨ Proxy deklariert "consultee"-Variable

```
class Proxy {
   private consultee RealImage realImage;
   ...
}
```

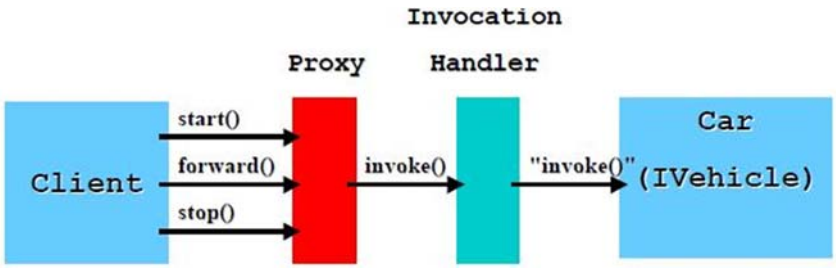
- Falls der Typ von "RealSubject„ dem Proxy bekannt sein muß:
  - Je eine spezifische Proxy-Klasse für jeden RealSubject-Typ
- ... dem Proxy nicht bekannt sein muß:
  - Nur eine Proxy-Klasse für verschiedene RealSubject-Typen
    - ⇨ Beispiel: „Guarded Object“ (vorherige Folie)

Proxy Pattern: Implementierung mit „Dynamic Proxies“ in Java

- Problem: Herkömliche Proxies, mit vielen für den „Subject“-Type spezifischen Weiterleitungsmethoden zu schreiben ist aufwendig und wartungsintensiv



- Wunsch: Nur eine Proxy-Klasse und nur eine Weiterleitungs-Methode für beliebige „Subject“-Typen an die weitergeleitet wird



- Nutzen
  - Generische Anfrageweiterleitung
  - Dynamische Erstellung von Stellvertretern für entfernte Objekte

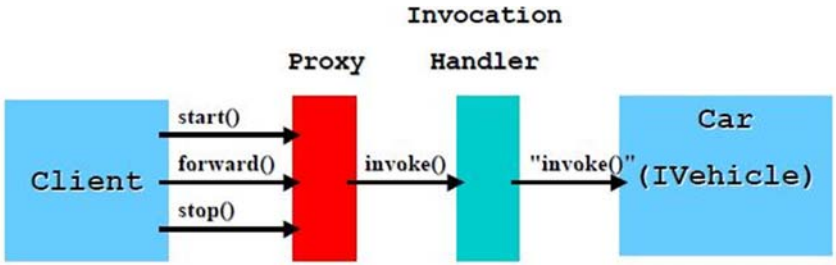
Proxy Pattern: Implementierung mit „Dynamic Proxies“ in Java

- **Eine Dynamic Proxy Class** ist eine zur Laufzeit erzeugte Klasse, die eine bei ihrer Erzeugung angegebene Liste von Interfaces implementiert

```
// Creates a proxy class and an instance of the proxy:
public static Object newProxyInstance(
                                ClassLoader loader,
                                Class[] interfaces,
                                InvocationHandler handler) throws IllegalArgumentException
```

Methode in java.lang.reflect.Proxy

- **Jede ihrer Instanzen** aggregiert ein Objekt dessen Klasse das Interface *InvocationHandler* implementiert



- **Jeder Aufruf** an die Proxy-Instanz wird (automatisch) per Reflektion explizit als Objekt dargestellt und an die invoke()-Method des zugehörigen InvocationHandler übergeben.

Proxy Pattern: Implementierung mit „Dynamic Proxies“ in Java

API und Tutorials

- Official JDK API: "Dynamic Proxy Classes"
  http://download.oracle.com/javase/1.3/docs/guide/reflection/proxy.html

- Brian Goetz:
  "Java theory and practice: Decorating with dynamic proxies",
  http://www.ibm.com/developerworks/java/library/j-jtp08305.html

- Bob Tarr:
  "Dynamic Proxies In Java",
  http://userpages.umbc.edu/~tarr/dp/lectures/DynProxies-2pp.pdf

- Mark Davidson:
  "Using Dynamic Proxies to Generate Event Listeners Dynamically"
  http://java.sun.com/products/jfc/tsc/articles/generic-listener2/index.html

Proxy Pattern: Implementierung

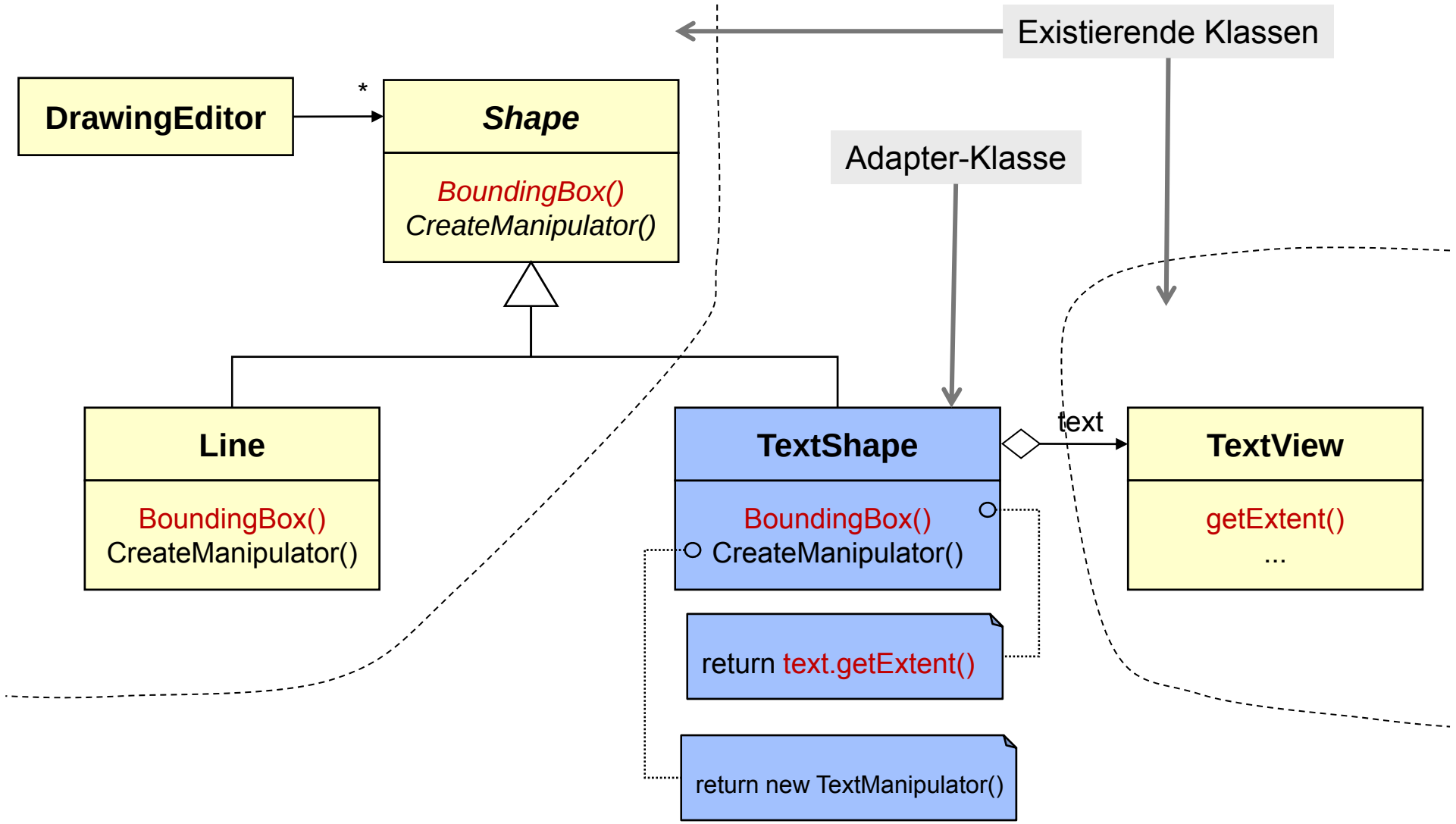
- Refenrenzierung des RealSubject vor Instantiierung
  - Orts- und Zeit-unabhängige "Ersatz-Referenzen"
  - Beispiele
    - ⇨ Dateinamen
    - ⇨ CORBA IOR (Interoperable Object Reference)

Das Adapter Pattern

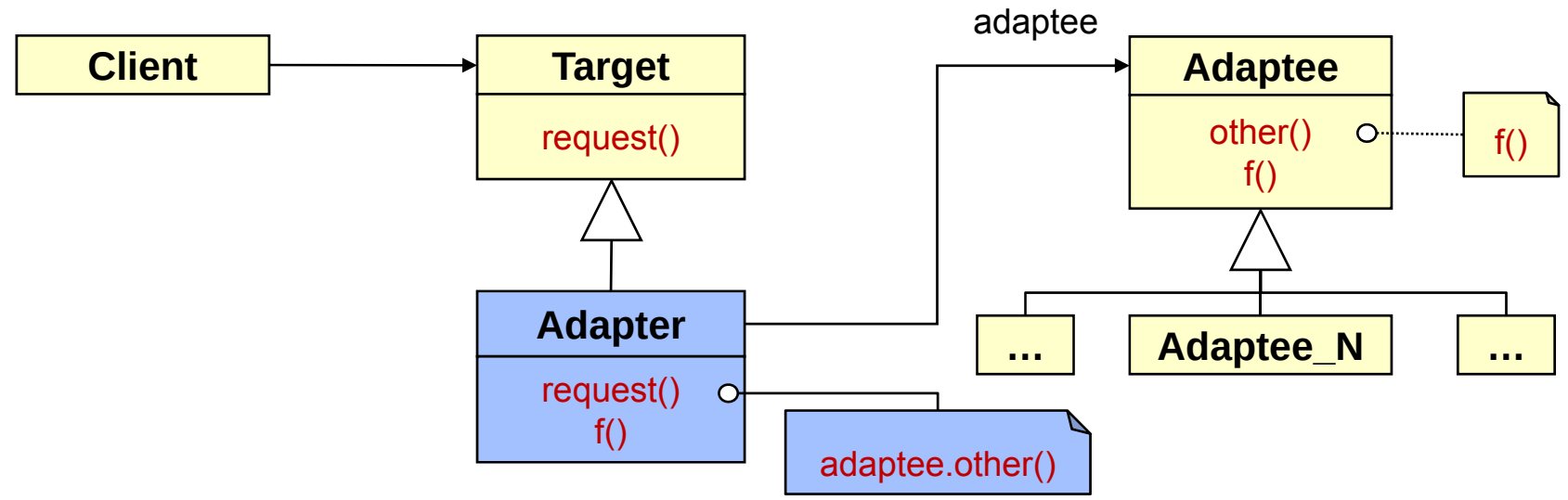
Adapter Pattern (auch: Wrapper)

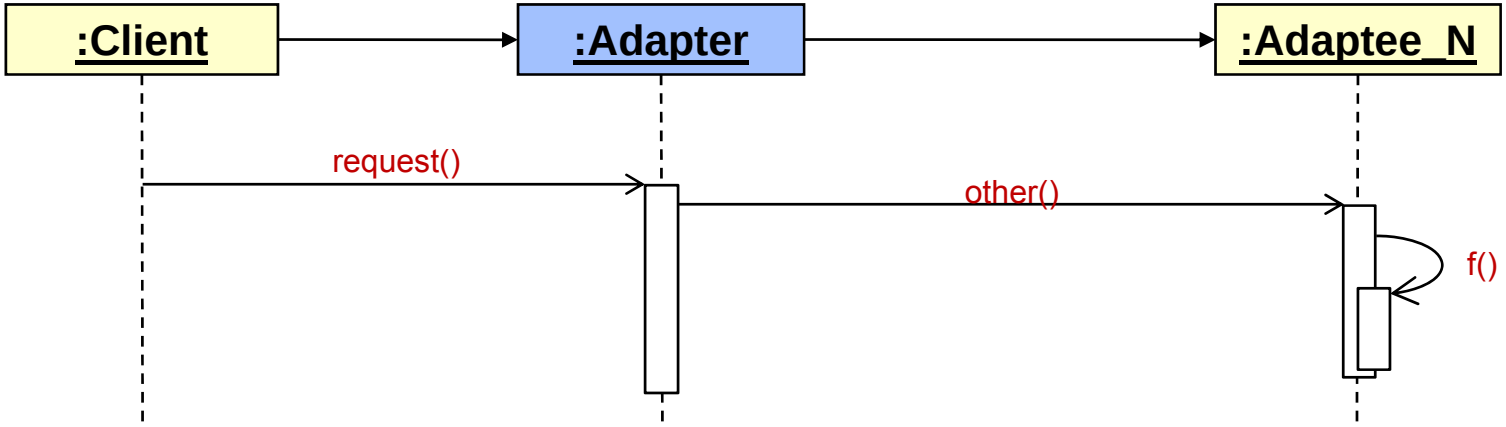
- Absicht
  - Schnittstelle existierender Klasse an Bedarf existierender Clients anpassen
- Motivation
  - Graphik-Editor bearbeitet Shapes
    - ⇨ Linien, Rechtecke, ...
    - ⇨ durch "BoundingBox" beschrieben
  - Textelemente sollen auch möglich sein
    - ⇨ Klasse TextView vorhanden
    - ⇨ bietet keine "BoundingBox"-Operation
  - Integration ohne
    - ⇨ Änderung der gesamten Shape-Hierarchie und ihrer Clients
    - ⇨ Änderung der TextView-Klasse
- Idee
  - Adapter-Klasse stellt Shape-Interface zur Verfügung
  - ... implementiert Shape-Interface anhand der verfügbaren TextView-Methoden

Adapter Pattern: Beispiel

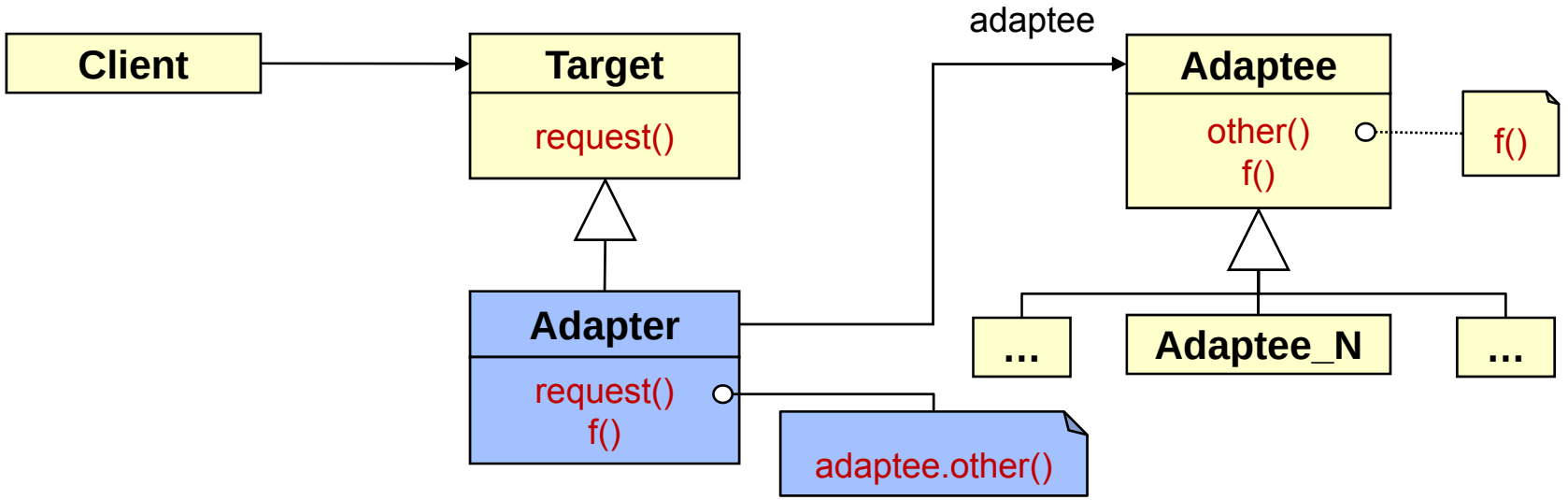


Adapter Pattern (Objekt-Adapter): Schema



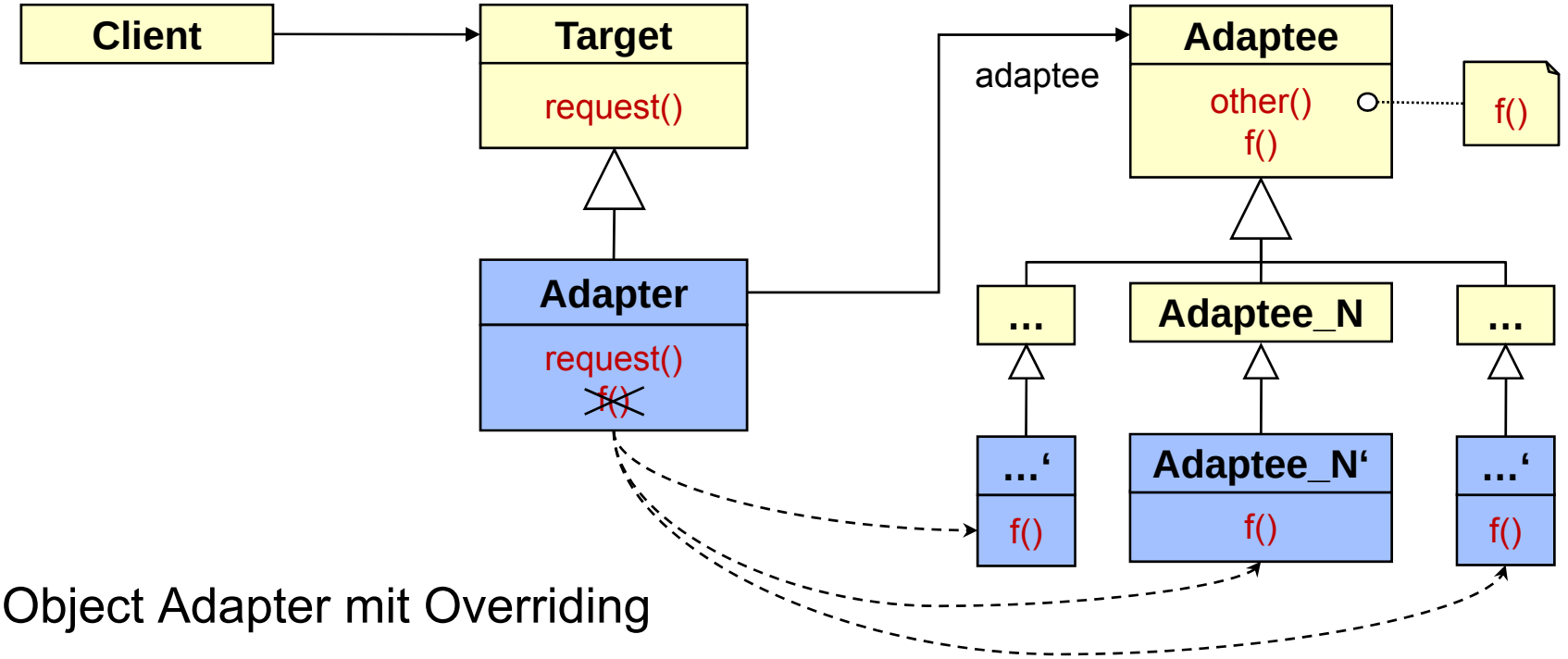


Adapter Pattern (Objekt-Adapter): Konsequenzen



- Adaptiert eine ganze Klassenhierarchie
  - Beliebige Adapter-Subtypen können mit beliebigen Adaptee-Subtypen kombiniert werden (→ siehe Objektdiagram auf vorheriger Folie)
  - Kombination wird erst zur Laufzeit, auf Objektebene, festgelegt
- Overriding nicht möglich
  - Die f()-Definition aus Adapter wird nicht anstelle der f()-Definition aus Adaptee für den f()-Aufruf aus der Methode other() verwendet (→ siehe Objektdiagram auf vorheriger Folie)

Adapter Pattern (Object Adapter): Variante



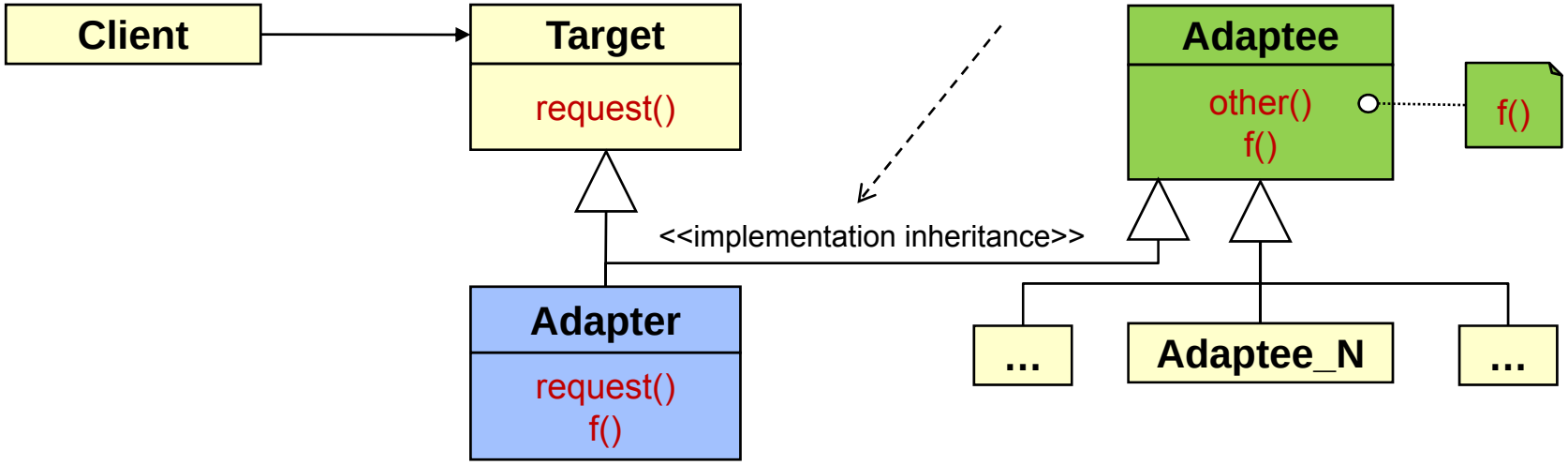
- Object Adapter mit Overriding
  - zu Adaptee und jede Unterklasse des Adaptees eine weitere Unterklasse einfügen, in die das redefinierte Verhalten eingefügt wird (also z.B. f())
    - ⇨ Warum neue Unterklassen? Weil die vorhandene Adaptee-Hierarchie nicht veränderbar ist!
  - Problem: Redundanz!
    - ⇨ Was konzeptionell nur ein mal in „Adapter“ stehen sollte wird in jeder neuen Unterklasse von „Adaptee“ redundant eingefügt → Wartungsprobleme!

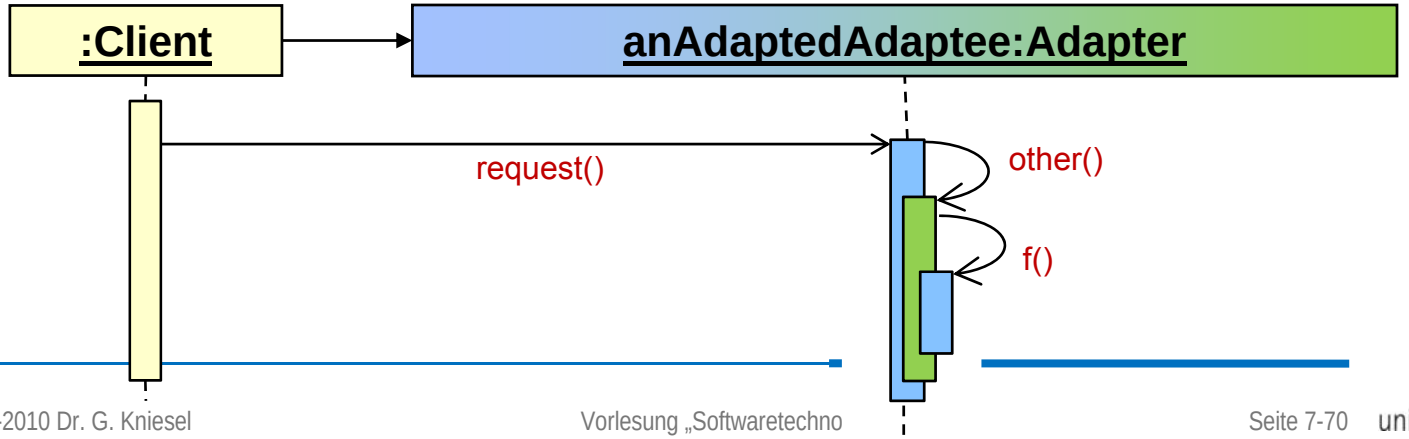
Class Adapter Idiom

„Vererbung ohne Subtyping“:
Erbender erbt Methoden die nicht als
Teil seines Interface sichtbar werden.

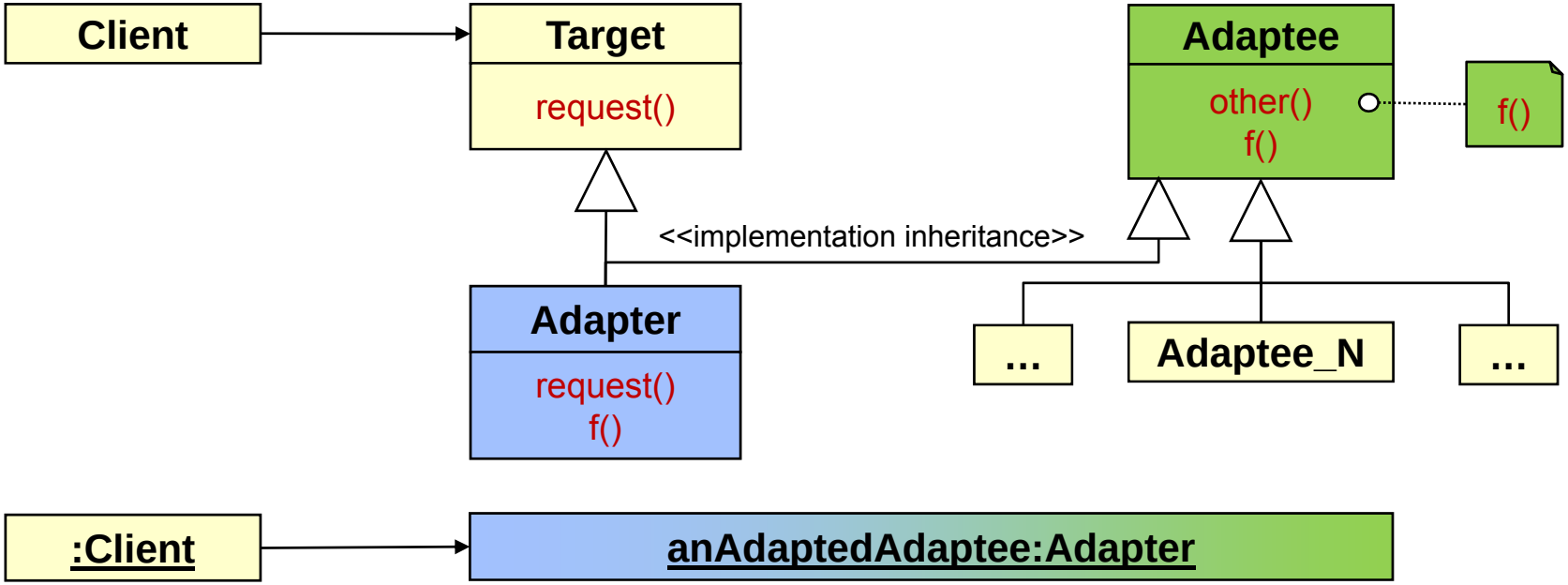
➔ "private inheritance" in C++

➔ "closed inheritance" in Eiffel





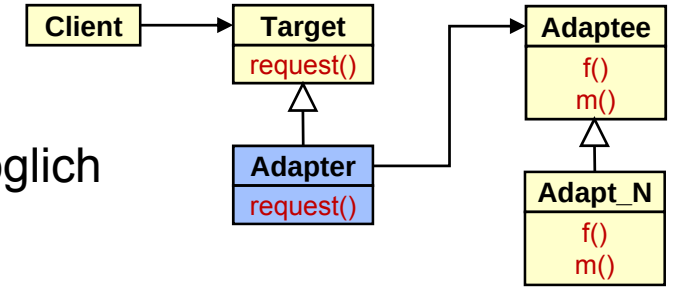
Class Adapter Idiom: Konsequenzen



- Overriding des Adaptee-Verhaltens leicht möglich
  - Da Adapter eine Unterklasse von Adaptee ist, funktioniert das Overriding von f()
- Keine zusätzliche Indirektion
  - nur ein Objekt statt zwei
- Adaptiert nur eine Klasse
  - Die gelben Unterklassen von Adaptee werden nicht mit adaptiert

Adapter Pattern: Konsequenzen

- Class Adapter
  - adaptiert nur eine Klasse
  - ... nicht ihre Unterklassen
  - Overriding des Adaptee-Verhaltens leicht möglich
  - keine zusätzliche Indirektion (nur ein Objekt)



- Object Adapter
  - adaptiert eine ganze Klassenhierarchie
  - Overriding schwieriger
    - ⇨ redefiniertes Verhalten in spezifische Unterklasse des Adaptees einfügen
    - ⇨ Adapter benutzt diese Unterklasse
    - ⇨ Kombinierbarkeit mit anderen Unterklassen geht verloren

- Object Adapter mit Delegation (roots.iai.uni-bonn.de/research/darwin)
  - adaptiert eine ganze Klassenhierarchie
  - Overriding des Adaptee-Verhaltens leicht möglich

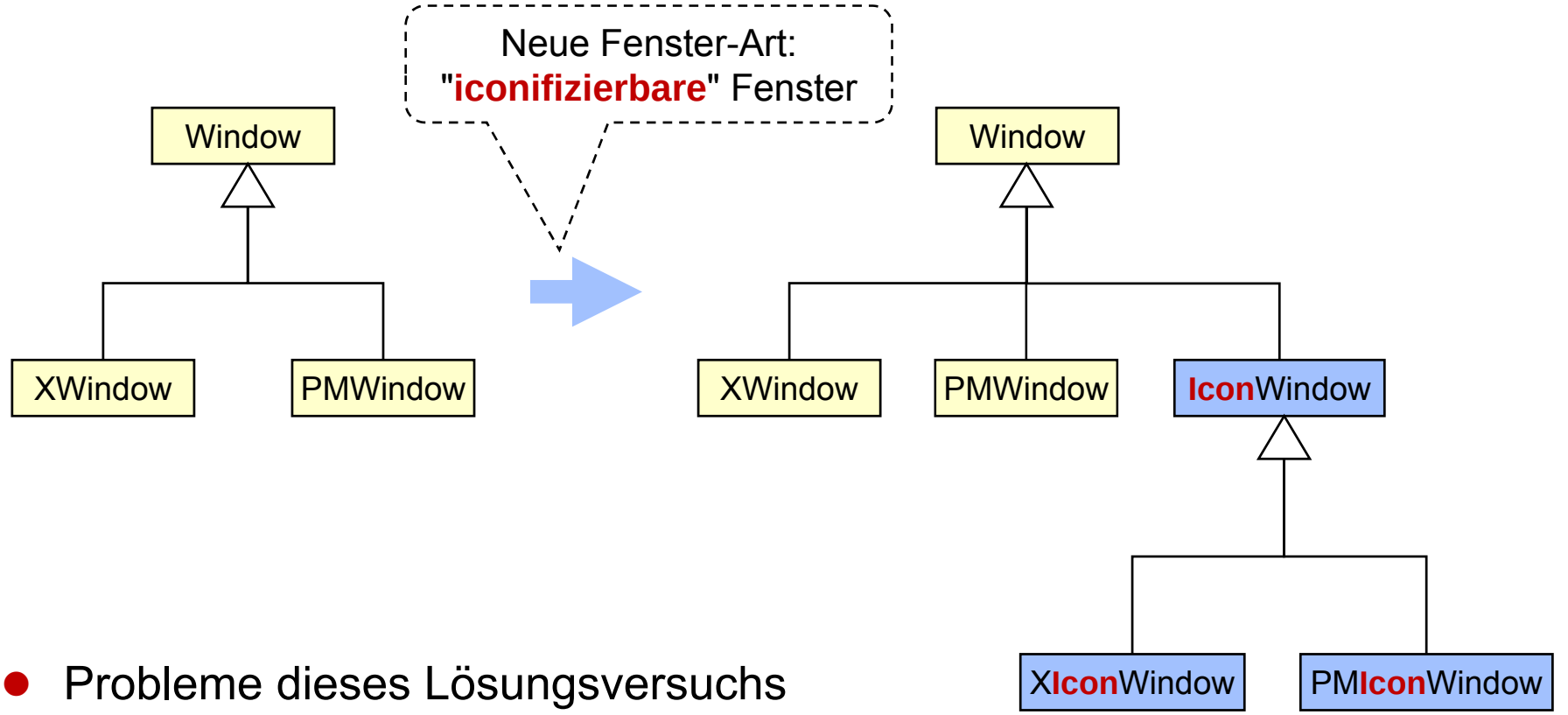
Das Bridge Pattern

Bridge Pattern (auch: Handle / Body)

- Absicht
  - Schnittstelle und Implementierung trennen
  - ... unabhängig variieren

- Motivation
  - portable "Window"-Abstraktion in GUI-Toolkit
  - mehrere Variations-Dimensionen
    - ⇨ Fenster-Arten:
      - normal / als Icon,
      - schließbar / nicht schließbar,
      - ...
    - ⇨ Implementierungen:
      - X-Windows,
      - IBM Presentation Manager,
      - MacOS,
      - Windows XYZ,
      - ...

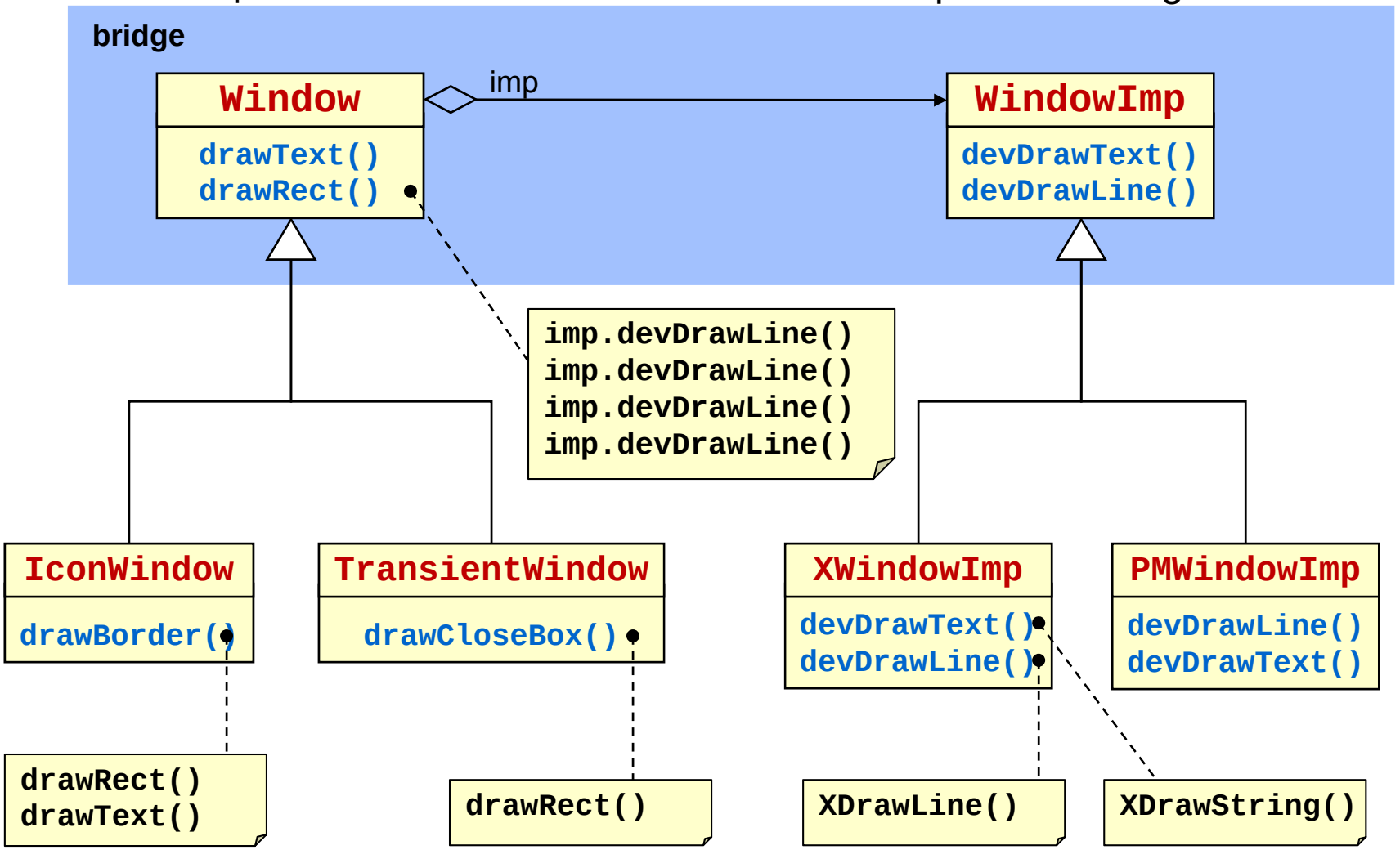
Bridge Pattern: Warum nicht einfach Vererbung einsetzen?



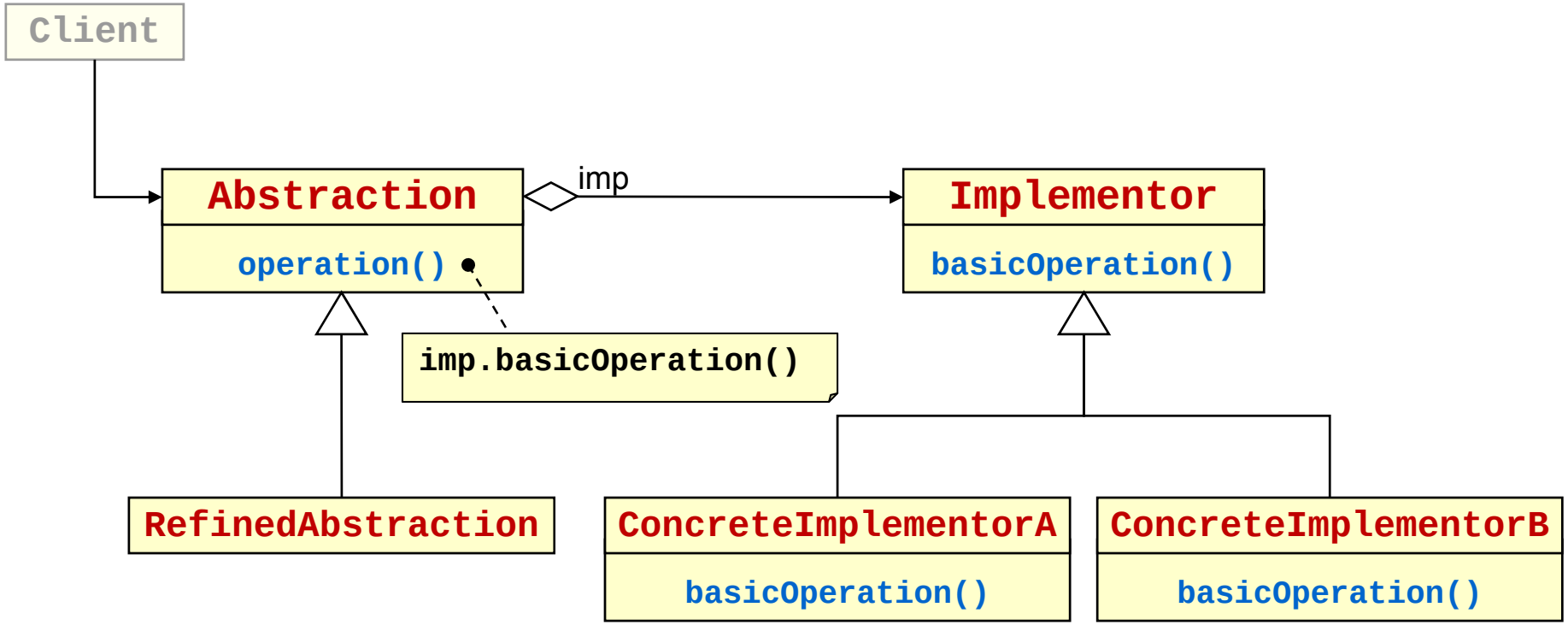
- Probleme dieses Lösungsversuchs
  - Eigene Klasse für jede Kombination Fenster-Art / Plattform
    - ⇨ unwartbar
  - Client wählt Kombination Fenster-Art / Plattform (bei der Objekterzeugung)
    - ⇨ plattformabhängiger Client-Code

Bridge Pattern: Idee

- Trennung von
  - Konzeptueller Hierarchie
  - Implementierungs-Hierarchie



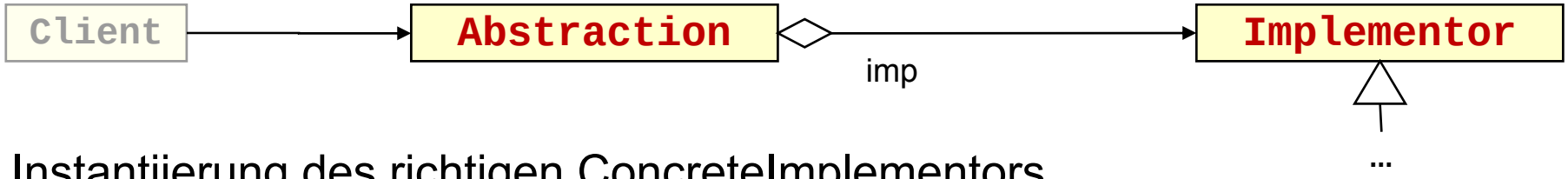
Bridge Pattern: Schema



Bridge Pattern: Anwendbarkeit

- Dynamische Änderbarkeit
  - Implementierung erst zur Laufzeit auswählen
- Unabhängige Variabilität
  - neue Unterklassen in beiden Hierarchien beliebig kombinierbar
- Implementierungs-Transparenz für Clients
  - Änderungen der Implementierung erfordern keine Änderung / Neuübersetzung der Clients
- Vermeidung von "Nested Generalisations"
  - keine Hierarchien der Art wie in der Motivations-Folie gezeigt
  - keine kombinatorische Explosion der Klassenanzahl
- Sharing
  - mehrere Clients nutzen gleiche Implementierung
  - z.B. Strings

Bridge Pattern: Implementierung



Instantiierung des richtigen ConcreteImplementors

- Falls Abstraction alle ConcreteImplementor-Klassen kennt:
  - Fallunterscheidung im Konstruktor der ConcreteAbstraction
  - Auswahl des ConcreteImplementor anhand von Parametern des Konstruktors
  - Alternativ: Default-Initialisierung und spätere situationsbedingte Änderung
- Falls Abstraction völlig unabhängig von ConcreteImplementor-Klassen sein soll:
  - Entscheidung anderem Objekt überlassen
  - ➔ Abstract Factory Pattern

Wichtige Entwurfsmuster, Teil 2
- Object Design Patterns -

Command

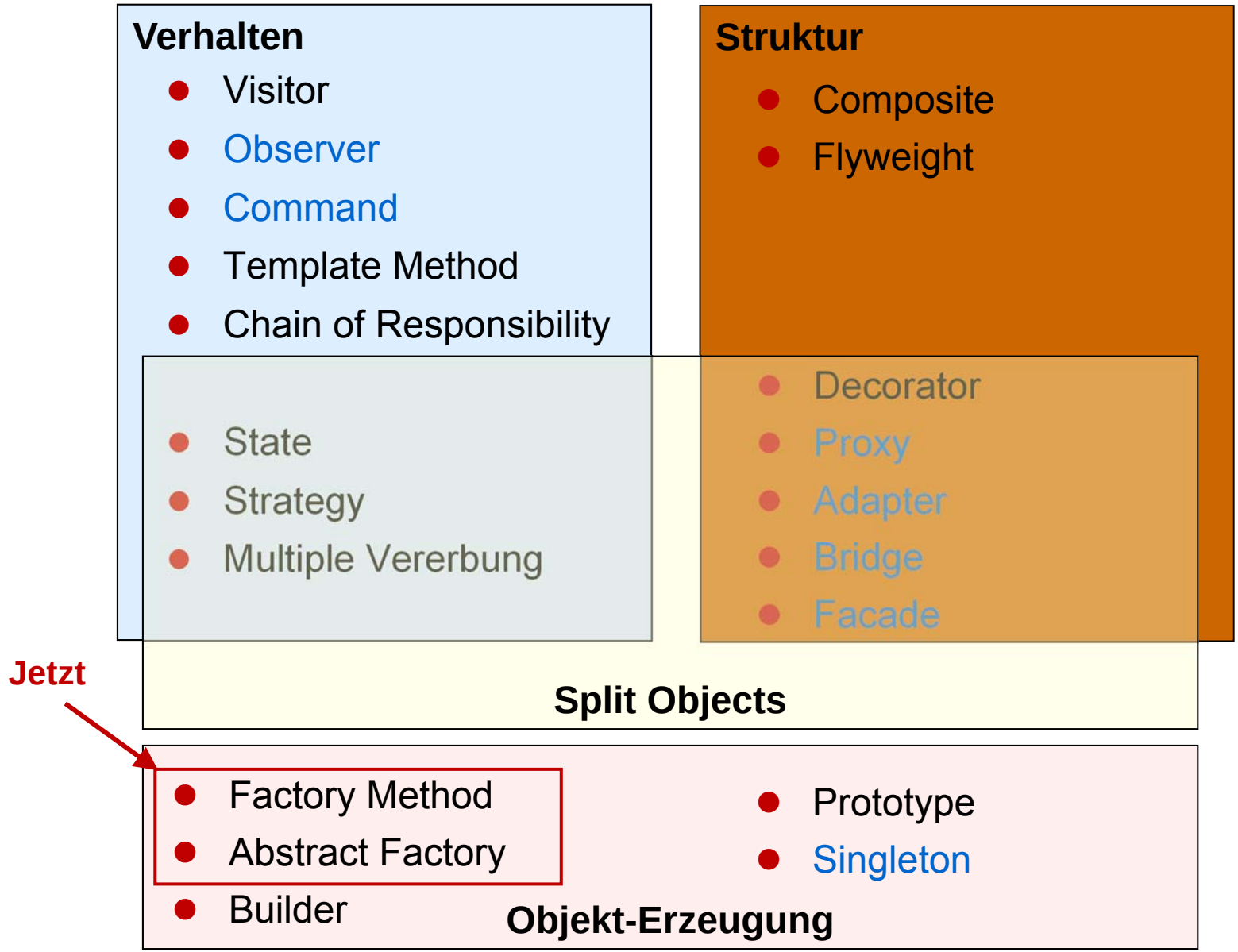
Factory Method

Abstract Factory

Composite

Visitor

"Gang of Four"-Patterns: Überblick und Klassifikation

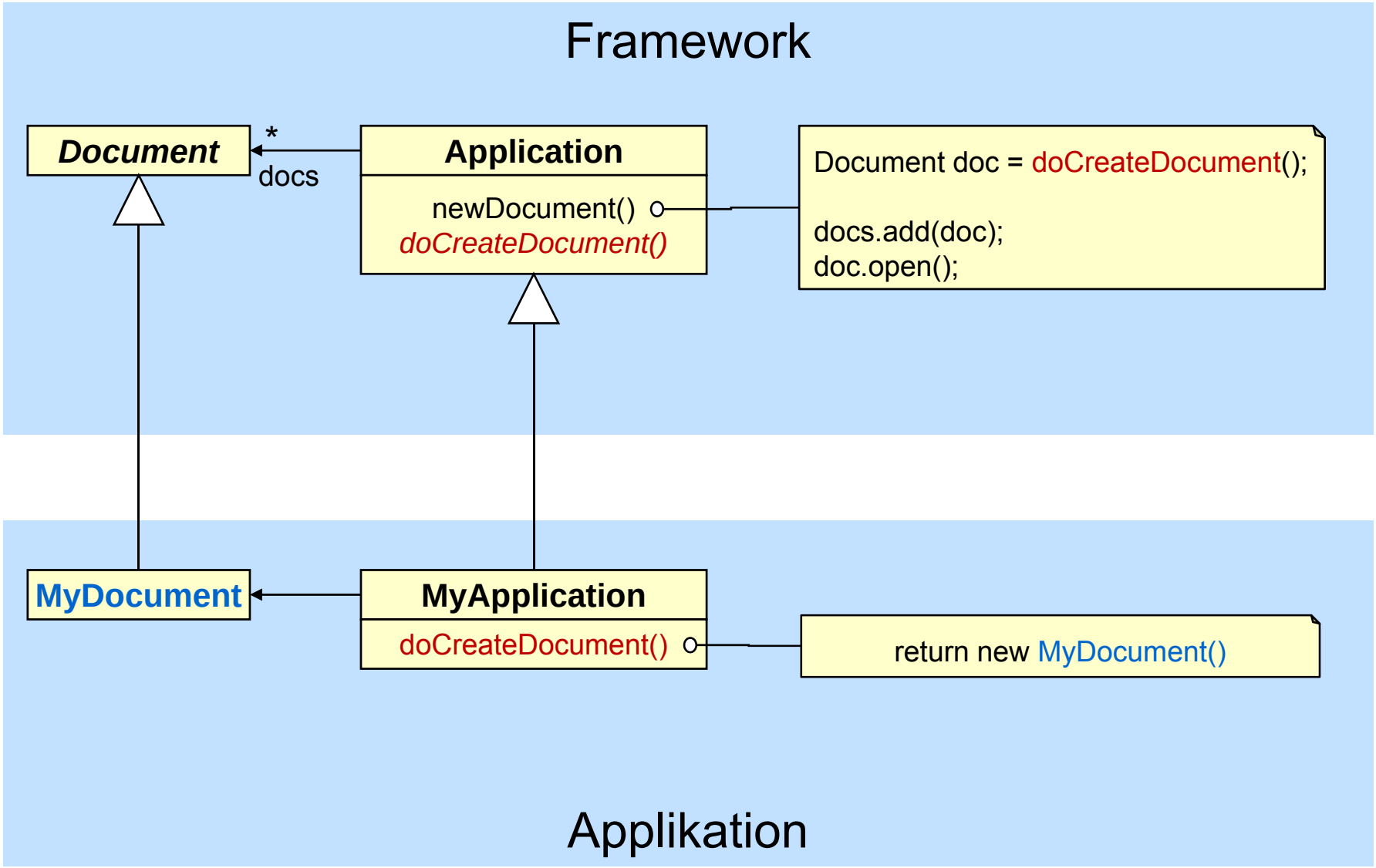


Das Factory Method Pattern

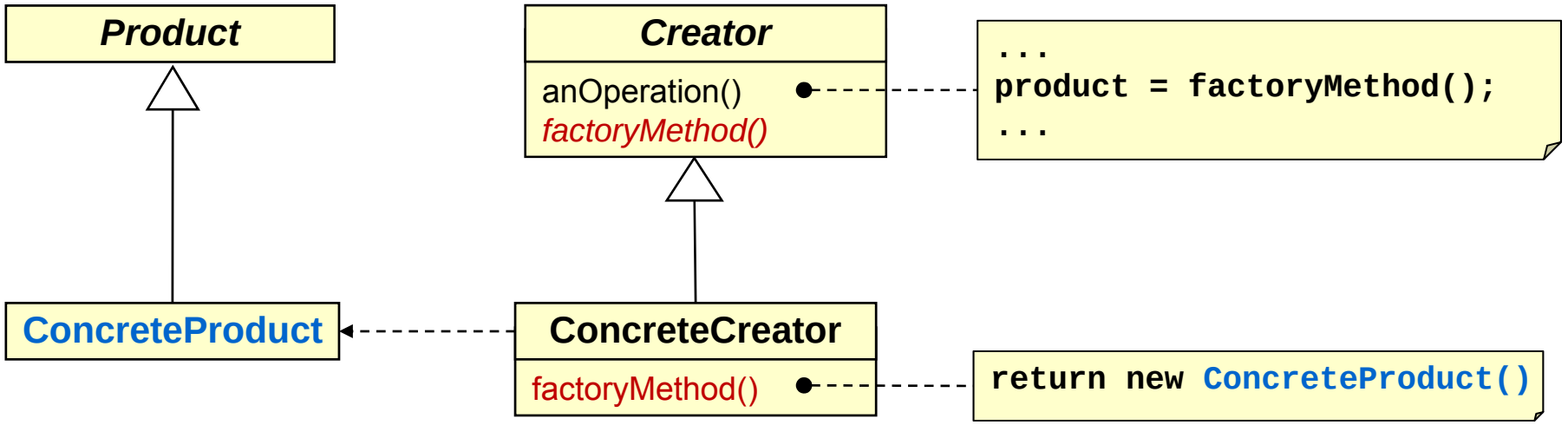
Factory Method

- Ziel
  - Entscheidung über konkreter Klasse neuer Objekte verzögern
- Motivation
  - Framework mit vordefinierten Klassen "Document" und "Application"
  - Template-Methode, für das Öffnen eines Dokuments:
    - ⇨ 1. Check ob Dokument-Art bekannt
    - ⇨ 2. Erzeugung einer Document-Instanz !?!
  - Erzeugung von Instanzen noch nicht bekannter Klassen!
- Idee
  - aktuelle Klasse entscheidet wann Objekte erzeugt werden
    - ⇨ Aufruf einer abstrakten Methode
  - Subklasse entscheidet was für Objekte erzeugt werden
    - ⇨ implementiert abstrakte Methode passend

Factory Method: Beispiel



Factory Method: Schema



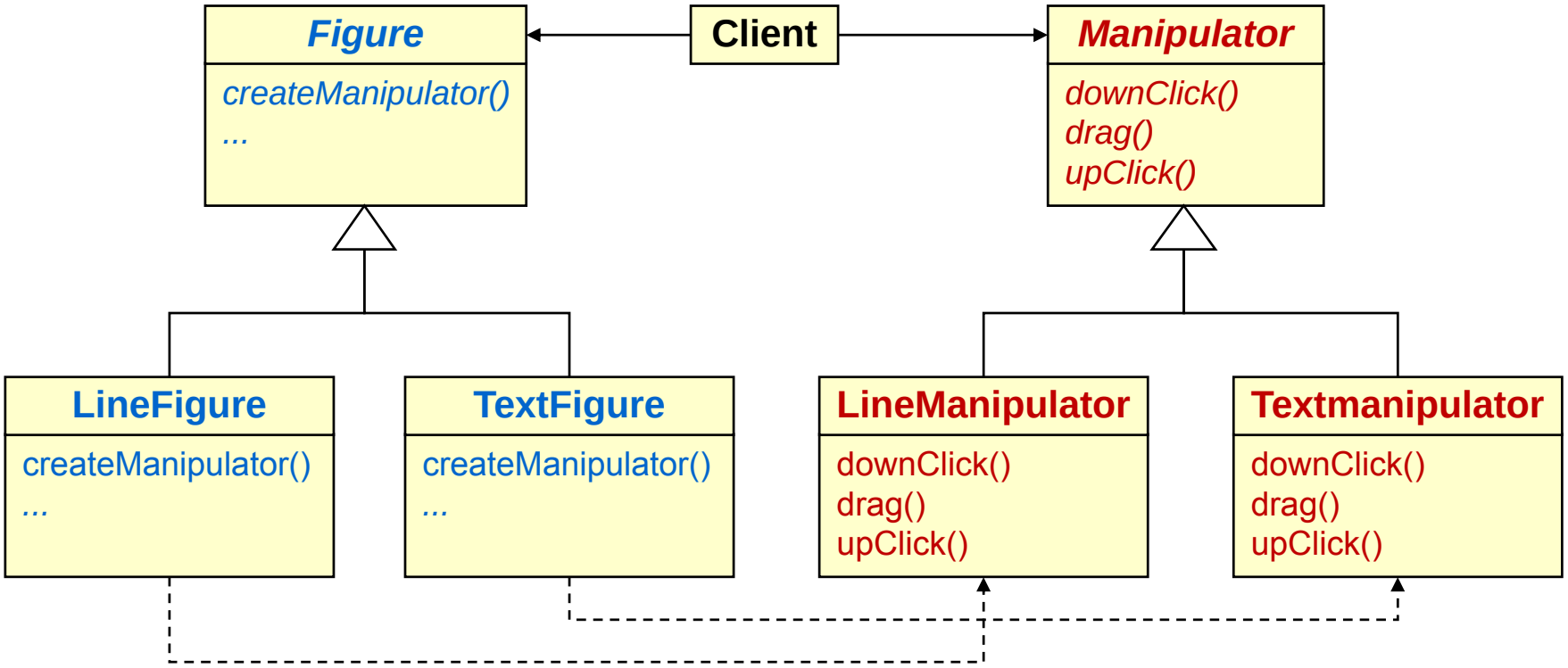
- Factory Method
  - kann abstrakt sein
  - kann Default-Implementierung haben

- Creator (Aufrufer der Factory Method)
  - kann Klasse sein, die die Factory Method definiert
  - kann Client-Klasse sein
    - ⇨ Beispiel: parallele Vererbungs-Hierarchien

Factory Method: Anwendbarkeit

- Klasse neuer Objekte unbekannt
- Verzögerte Entscheidung über Instantiierung
  - erst in Subklasse
  - erst beim Client
- Mehrere Hilfsklassen
  - Wissen über konkrete Hilfsklassen an einer Stelle lokalisieren
  - Beispiel: Parallele Hierarchien (nächste Folie)

Factory Method: Anwendbarkeit



- Verbindung paralleler Klassenhierarchien
  - Factory Method lokalisiert das Wissen über zusammengehörige Klassen
  - Restlicher Code der Figure-Hierarchie und Client-Code ist völlig unabhängig von *spezifischen* Manipulators (nur vom Manipulator-Interface)

Factory Method: Implementierung

- Fester "Produkt-Typ"
  - jede Unterklasse erzeugt festgelegte Produkt-Art

```
class Creator {
  Product create(){ MyProduct(); }
}
```

- Codierter "Produkt-Typ"
  - Parameter oder Objekt-Variable kodiert "Produkt-Typ"
  - Fallunterscheidung anhand Code
  - ➔ mehrere Produkte
  - ➔ mehr Flexibilität

```
class Creator {
  Product create(int id) {
    if (id==1) return MyProduct1();
    if (id==2) return MyProduct2();
    ...
  }
}
```

Idiom reflektiver Sprachen
- Smalltalk
- Java

- Klassen-Objekt als "Produkt-Typ"
  - Parameter oder Objekt-Variable ist "Produkt-Typ"
  - direkte Instantiierung
  - ➔ mehr Flexibilität
  - ➔ bessere Wartbarkeit
  - ➔ kein statischer Typ-Check

```
class Creator {
  Object create(Class prodType) {
    return prodType.getInstance();
  }
}
```

Reflektiver Aufruf des parameterelosen Default-Konstruktors

Factory Method: Konsequenzen

- Code wird abstrakter / wiederverwendbarer
  - keine festen Abhängigkeiten von spezifischen Klassen
- Verbindung paralleler Klassenhierarchien
  - Factory Method lokalisiert das Wissen über Zusammengehörigkeiten
- evtl. künstliche Subklassen
  - nur zwecks Objekterzeugung

Factory Method: Anwendungen

- überall in Toolkits, Frameworks, Class Libraries
  - Unidraw: Beispiel "Figure und Manipulator"
  - MacApp und ET++: Beispiel "Document und Application"
- Smalltalk's Model-View-Controller Framework
  - FactoryMethoden-Template: `defaultController`
  - Hook-Methode: `defaultControllerClass`
- Orbix
  - Erzeugung des richtigen Proxy
    - ⇨ leichte Ersetzung von Standard-Proxy durch Caching Proxy

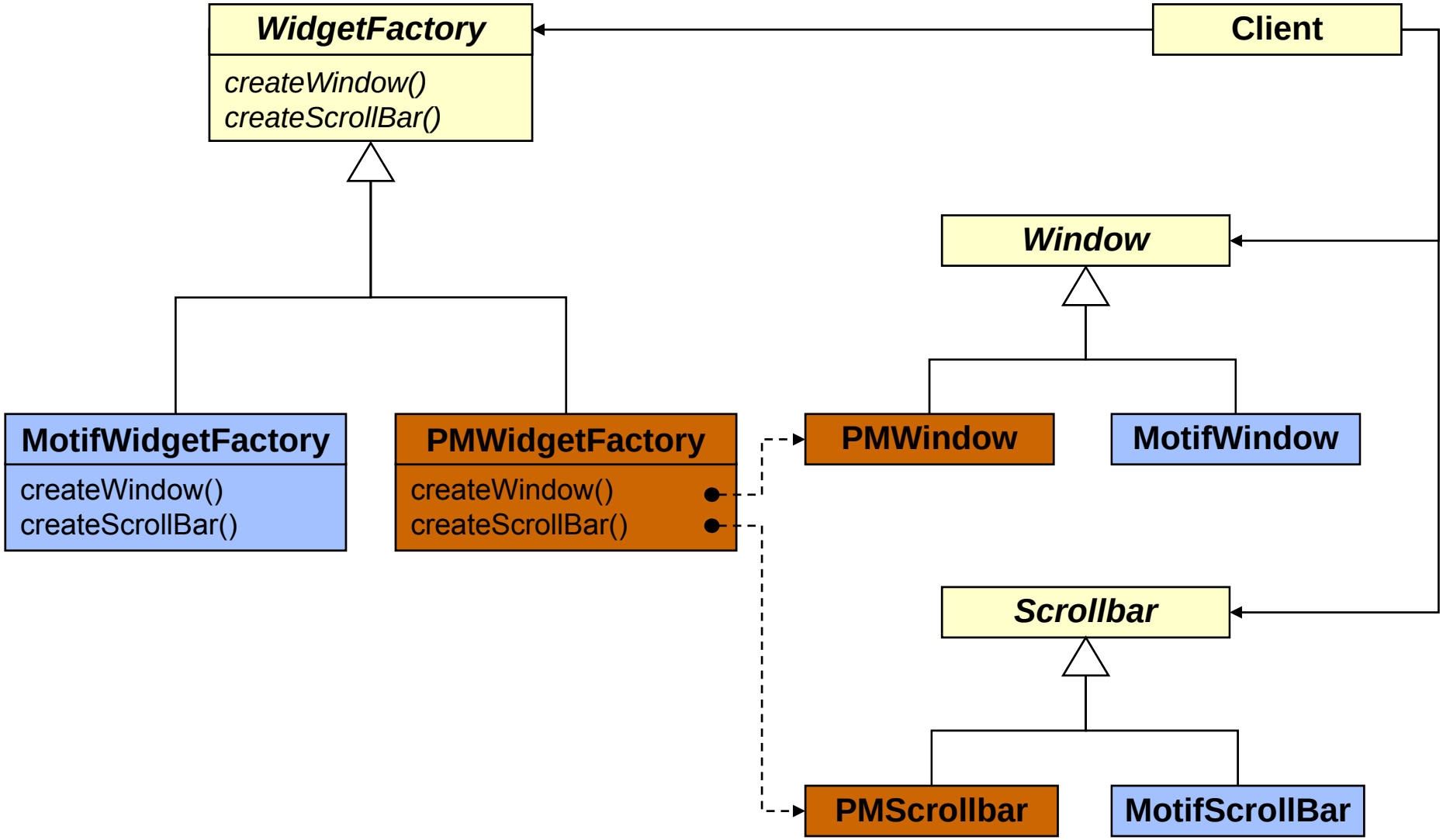
Das Abstract Factory Pattern

Abstract Factory

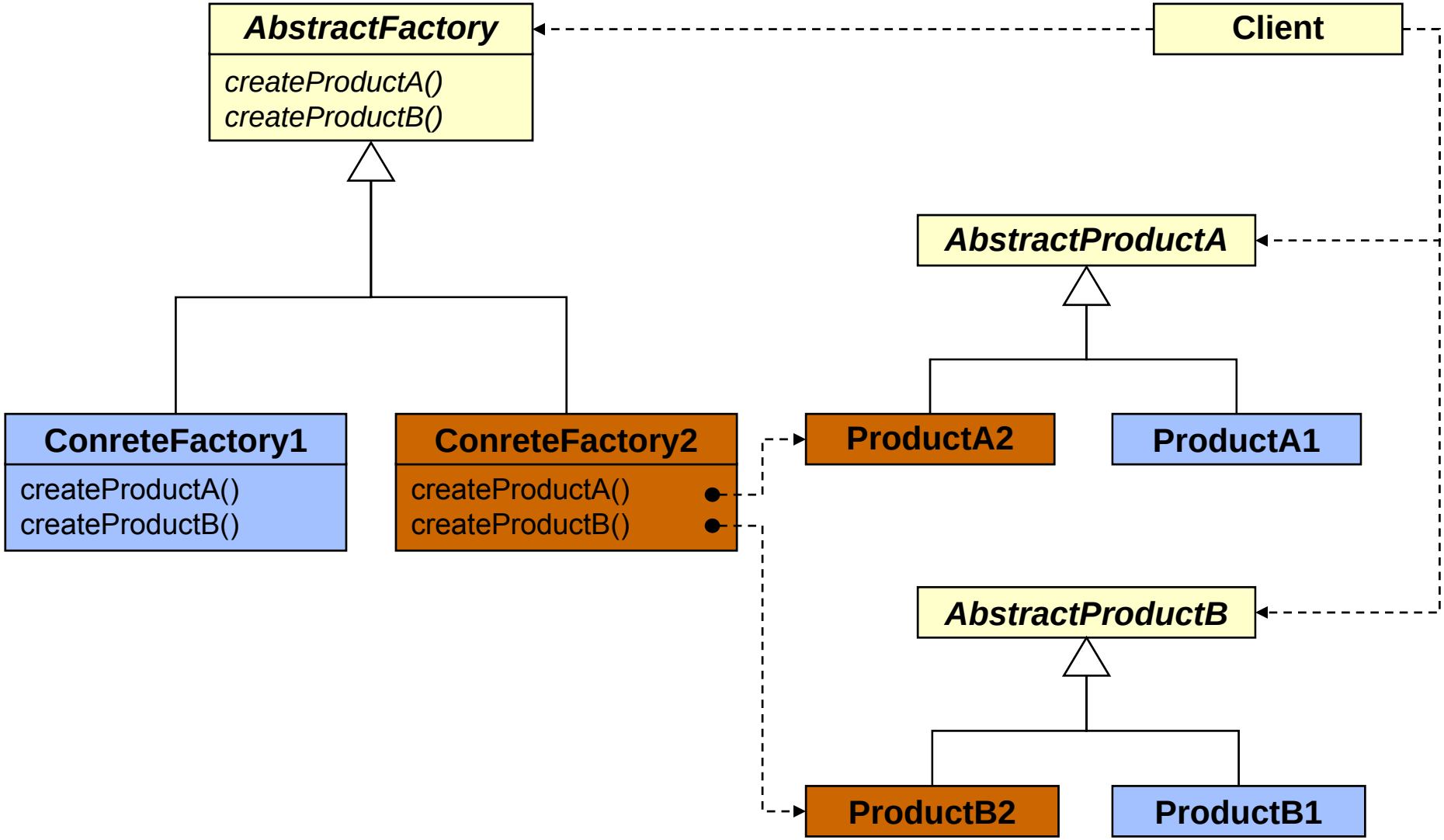
- Ziel
  - zusammengehörige Objekte verwandter Typen erzeugen
  - ... ohne deren Klassenzugehörigkeit fest zu codieren

- Motivation
  - GUI-Toolkit für mehrere Plattformen
  - Anwendungsklassen nicht von plattformspezifischen Widgets abhängig machen
  - Trotzdem soll die Anwendung
    - ⇨ alle Widgets konsistent zu einem "look and feel" erzeugen können
    - ⇨ "look and feel" umschalten können

Abstract Factory: Beispiel



Abstract Factory: Schema



Abstract Factory: Implementierung

- ConcreteFactories sind Singletons
- Produkt-Erzeugung via Factory-Methods
- fester Produkt-Typ (eine Methode für jedes Produkt)
  - Nachteil
    - ⇨ neues Produkt erfordert Änderung der gesamten Factory-Hierarchie
- Codierter "Produkt-Typ" (eine parametrisierte Methode für alle Produkte)
  - Vorteil
    - ⇨ leichte Erweiterbarkeit um neues Produkt
  - Nachteile:
    - ⇨ alle Produkte müssen gemeinsamen Obertyp haben
    - ⇨ Clients können nur die Operationen des gemeinsamen Obertyps nutzen
    - ⇨ Verzicht auf statische Typsicherheit
- Klassen-Objekt als "Produkt-Typ" (eine parametrisierte Methode)
  - Vorteil
    - ⇨ neues Produkt erfordert keinerlei Änderungen der Factory
  - Nachteil
    - ⇨ Verzicht auf jegliche statische Typinformation / Typsicherheit

Abstract Factory: Implementierung

- Produktfamilie = Subklasse
  - Vorteil
    - ⇨ Konsistenz der Produkte
  - Nachteil
    - ⇨ neue Produktfamilie erfordert neue Subklasse, auch bei geringen Unterschieden

- Produktfamilie = von Clients konfigurierte assoziative Datenstruktur
  - Varianten
    - ⇨ Prototypen und Cloning
    - ⇨ Klassen und Instantiierung
  - Vorteil
    - ⇨ keine Subklassenbildung erforderlich
  - Nachteil
    - ⇨ Verantwortlichkeit an Clients abgegeben
    - ⇨ konsistente Produktfamilien können nicht mehr garantiert werden

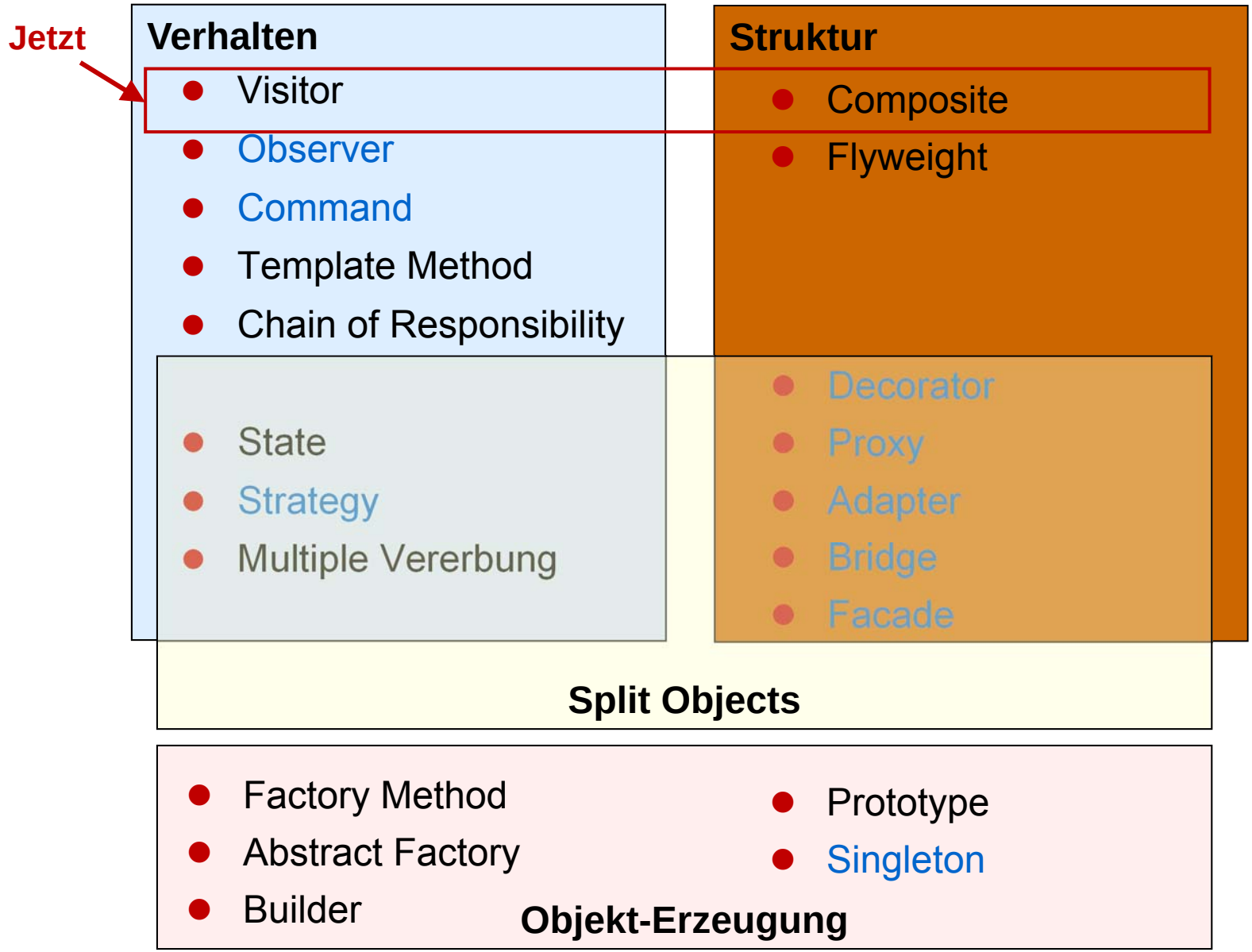
Abstract Factory: Konsequenzen

- Abschirmung von Implementierungs-Klassen
  - Namen von Implementierungsklassen erscheinen nicht im Code von Clients
  - Clients benutzen nur abstraktes Interface
- Leichte Austauschbarkeit von Produktfamilien
  - Name einer ConcreteFactory erscheint nur ein mal im Code
    - ⇨ bei ihrer Instantiierung
  - Leicht austauschbar gegen andere ConcreteFactory
  - Beispiel: Dynamisches Ändern des look-and-feel
    - ⇨ andere ConcreteFactory instantiieren
    - ⇨ alle GUI-Objekte neu erzeugen
- Konsistente Benutzung von Produktfamilien
  - Keine Motif-Scrollbar in Macintosh-Fenster
- Schwierige Erweiterung um neue Produktarten
  - Schnittstelle der AbstractFactory legt Produktarten fest
  - Neue Produktart = Änderung der gesamten Factory-Hierarchie

Abstract Factory: Anwendbarkeit

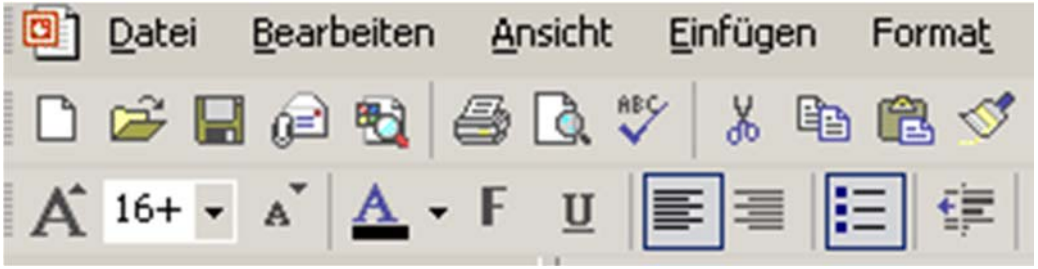
- System soll unabhängig sein von
  - Objekt-Erzeugung
  - Objekt-Komposition
  - Objekt-Darstellung
- System soll konfigurierbar sein
  - Auswahl aus verschiedenen Produkt-Familien
- konsistente Produktfamilien
  - nur Objekte der gleichen Familie "passen zusammen"
- Library mit Produktfamilie anbieten
  - Clients sollen nur Schnittstelle kennen
  - ... nicht die genauen Teilprodukt-Arten / -Implementierungen

"Gang of Four"-Patterns: Überblick und Klassifikation



Das Command Pattern

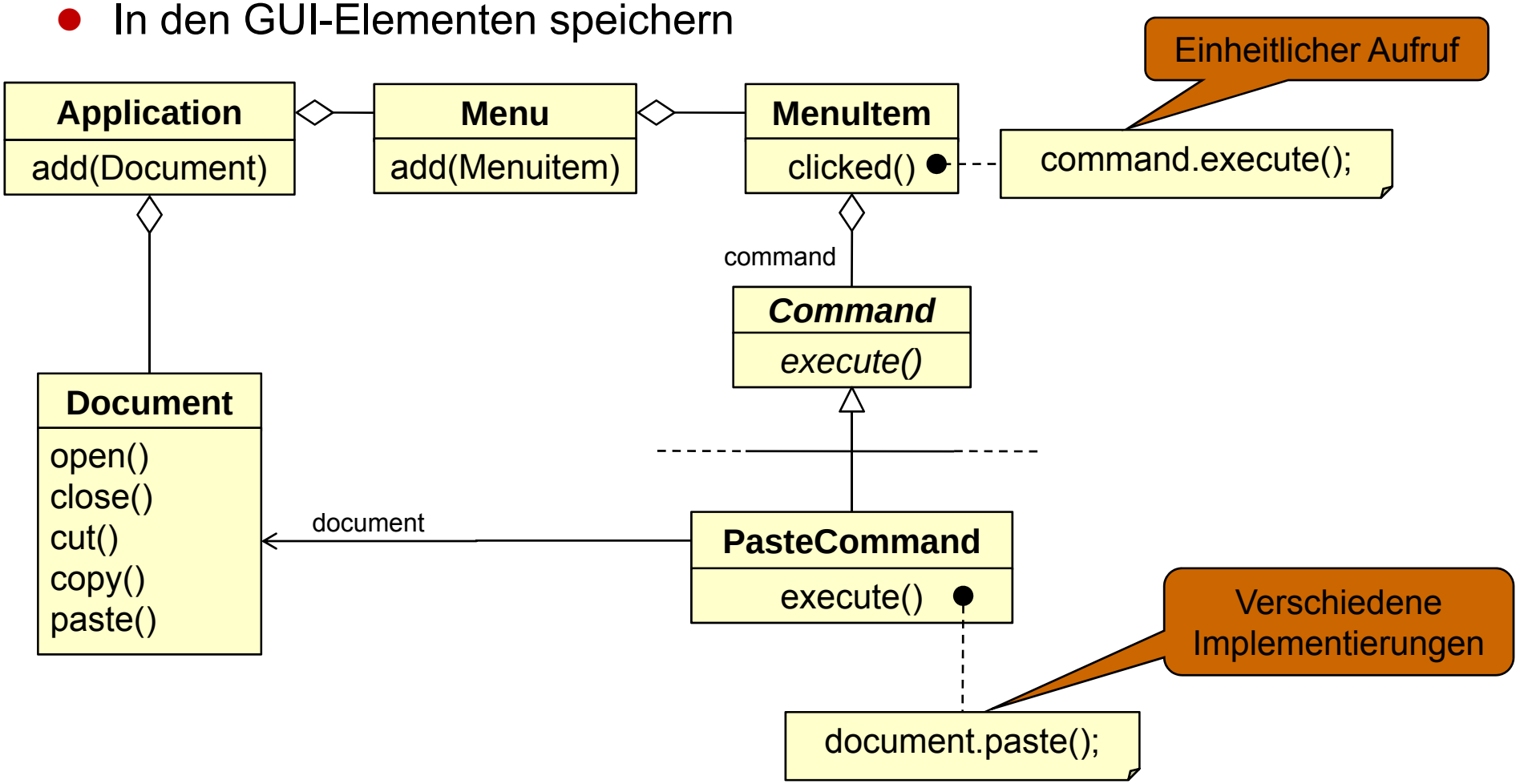
Das Command Pattern: Motivation



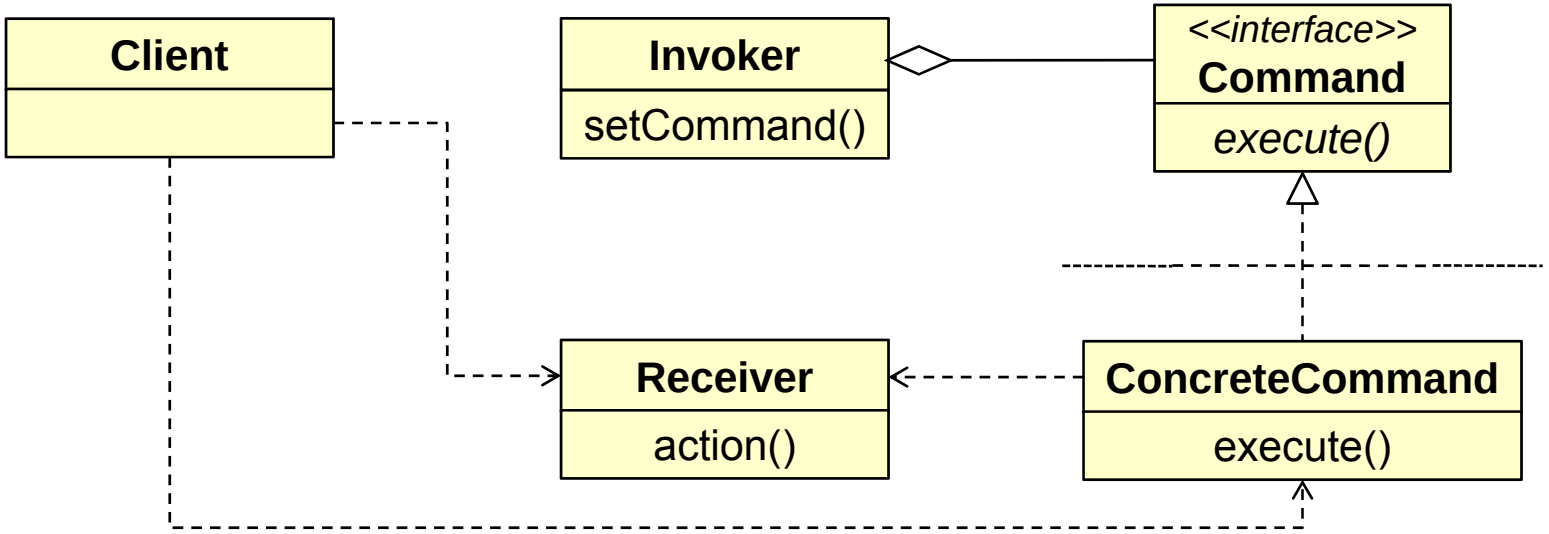
- Kontext
  - GUI-Toolkits mit Buttons, Menüs, etc.
- Forces
  - Vielfalt trotz Einheitlichkeit
    - ⇨ Einheitlicher Code in allen GUI-Elementen
    - ⇨ .. trotzdem verschiedene Effekte
  - Wiederverwendung
    - ⇨ Über verschiedene GUI-Elemente ansprechbare Operationen nur ein mal programmieren
  - Dynamik
    - ⇨ dynamische Änderung der Aktionen von Menu-Einträgen
    - ⇨ kontext-sensitive Aktionen

Das Command Pattern: Idee

- Operationen als Objekte mit Methode execute() darstellen
- In den GUI-Elementen speichern



Command Pattern: Schema und Rollen



- Command Interface
  - Schnittstelle, die festlegt, was Commands tun können
  - Mindestens Execute, optional auch Undo, Redo
- Concrete Command
  - Implementiert Command Interface
  - „Controllers“ sind oft „ConcreteCommands“
- Execute-Methode
  - Ausführen von Kommandos
- Undo-Methode
  - Rückgängig machen von Kommandos
- Redo-Methode
  - Rückgängig gemachtes Kommando wieder ausführen

Das Command Pattern: Konsequenzen

- Entkopplung
  - von Aufruf einer Operation und Spezifikation einer Operation.
- Kommandos als Objekte
  - Command-Objekte können wie andere Objekte auch manipuliert und erweitert werden.
- Komposition
  - Folgen von Command-Objekte können zu weiteren Command-Objekten zusammengefasst werden.
- Erweiterbarkeit
  - Neue Command-Objekte können leicht hinzugefügt werden, da keine Klassen geändert werden müssen.

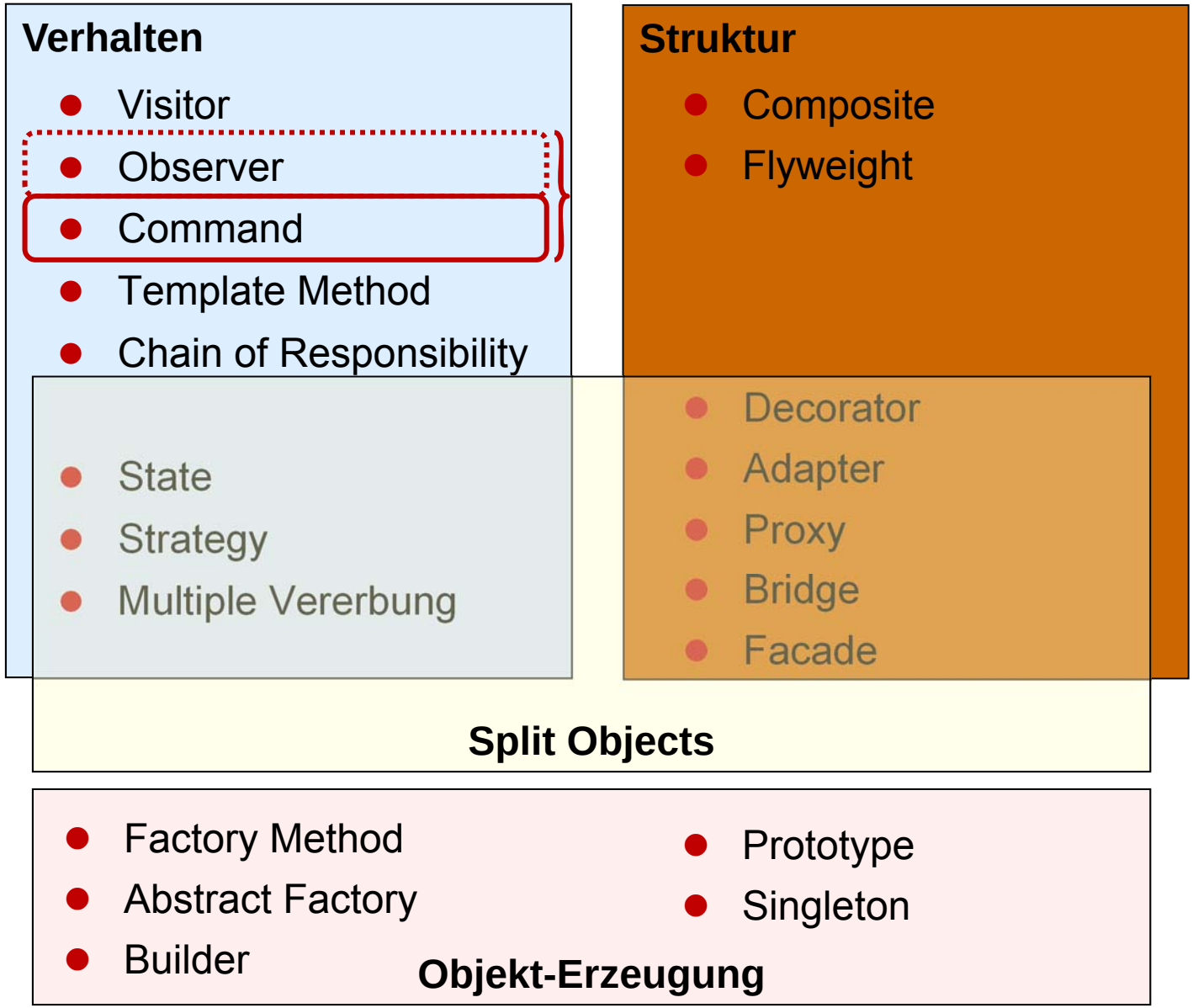
Das Command Pattern: Anwendbarkeit

- Operationen als Parameter
- Variable Aktionen
  - referenziertes Command-Objekt austauschen
- Zeitliche Trennung
  - Befehl zur Ausführung, Protokollierung, Ausführung
- Speicherung und Protokollierung von Operationen
  - History-Liste
  - Serialisierung
- "Undo" von Operationen
  - Command-Objekte enthalten neben execute() auch unexecute()
  - werden in einer History-Liste gespeichert
- Recover-Funktion nach Systemabstürzen
  - History-Liste wird gespeichert
  - Zustand eines Systems ab letzter Speicherung wiederstellbar
- Unterstützung von Transaktionen
  - Transaktionen können sowohl einfache ("primitive"), als auch komplexe Command-Objekte sein.

Implementierung des Command Patterns

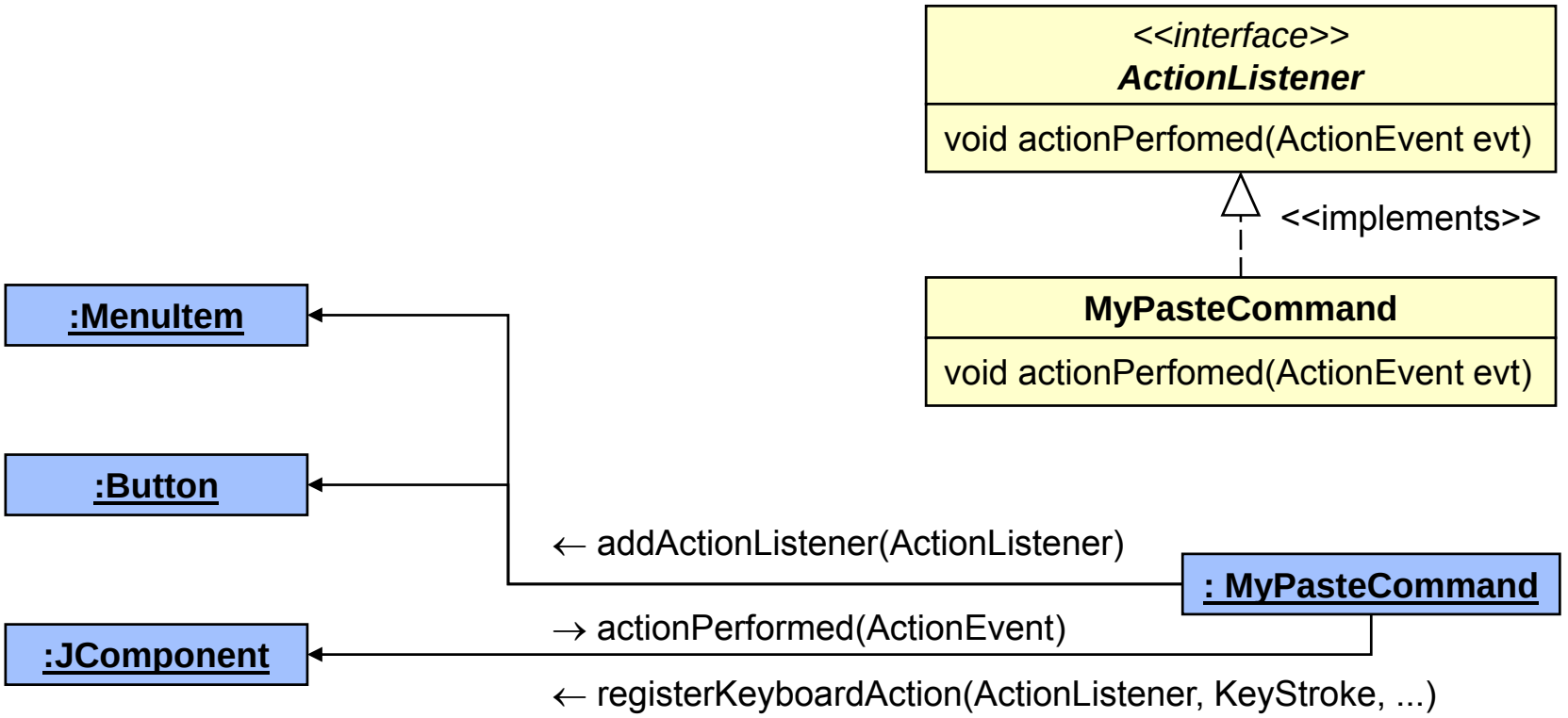
- Unterschiedliche Grade von Intelligenz
  - Command-Objekte können "nur" Verbindung zwischen Sender und Empfänger sein, oder aber alles selbstständig erledigen.
- Unterstützung von "undo"
  - Semantik
    - ⇨ Undo (unexecute()) und redo (execute()) müssen den exakt gegenteiligen Effekt haben!
  - Problem: In den wenigsten Fällen gibt es exact inverse Operationen
    - ⇨ Die Mathematik ist da eine Ausnahme...
  - Daher Zusatzinfos erforderlich
    - ⇨ Damit ein Command-Objekt "undo" unterstützen kann, müssen evtl. zusätzliche Informationen gespeichert werden.
    - ⇨ Typischerweise: Kopien des alten Zustands der Objekte die wiederhergestellt werden sollen.
  - History-Liste
    - ⇨ Für mehrere Levels von undo/redo
  - Klonen vor Speicherung in der History-Liste
    - ⇨ Es reicht nicht eine Referenz auf die Objekte zu setzen!
    - ⇨ Man muss das Objekt "tief" klonen, um sicherzustellen dass sein Zustand nicht verändert wird.

Patterns-Überblick



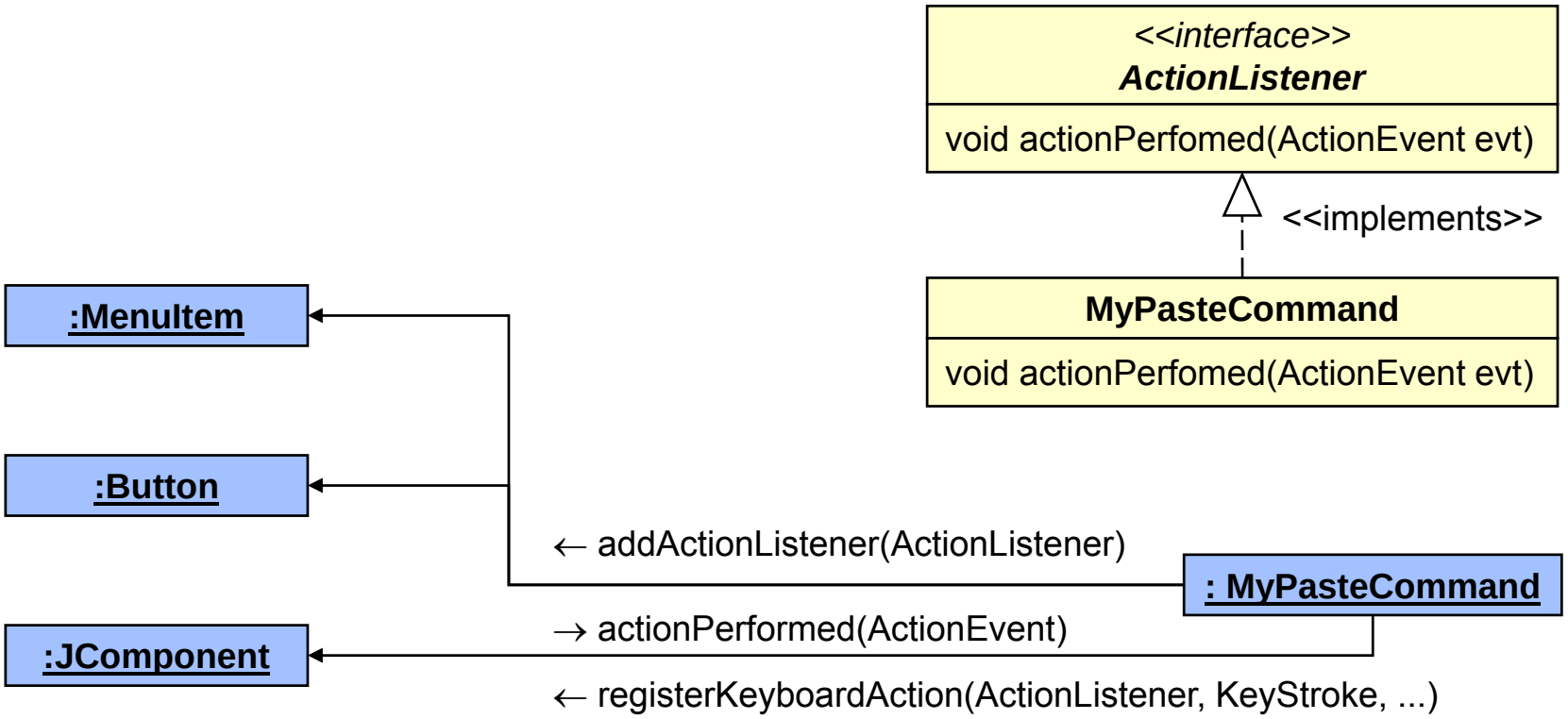
Verbindung von Command und Observer im JDK

Verbindung von Observer und Command in Java



- Observer
  - Buttons, Menue-Einträge und Tasten generieren "ActionEvents"
  - Interface "ActionListener" ist vordefiniert
  - ➔ "ActionListener" implementieren
  - ➔ ... und Instanzen davon bei Buttons, MenuItems, etc registrieren
- Command & Observer
  - gleiche Methode (z.B. actionPerformed) spielt die Rolle der run() Methode eines Commands und die Rolle der update() Methode eines Observers
  - implementierende Klasse (z.B. MyPasteCommand) ist gleichzeitig ein Command und ein Observer

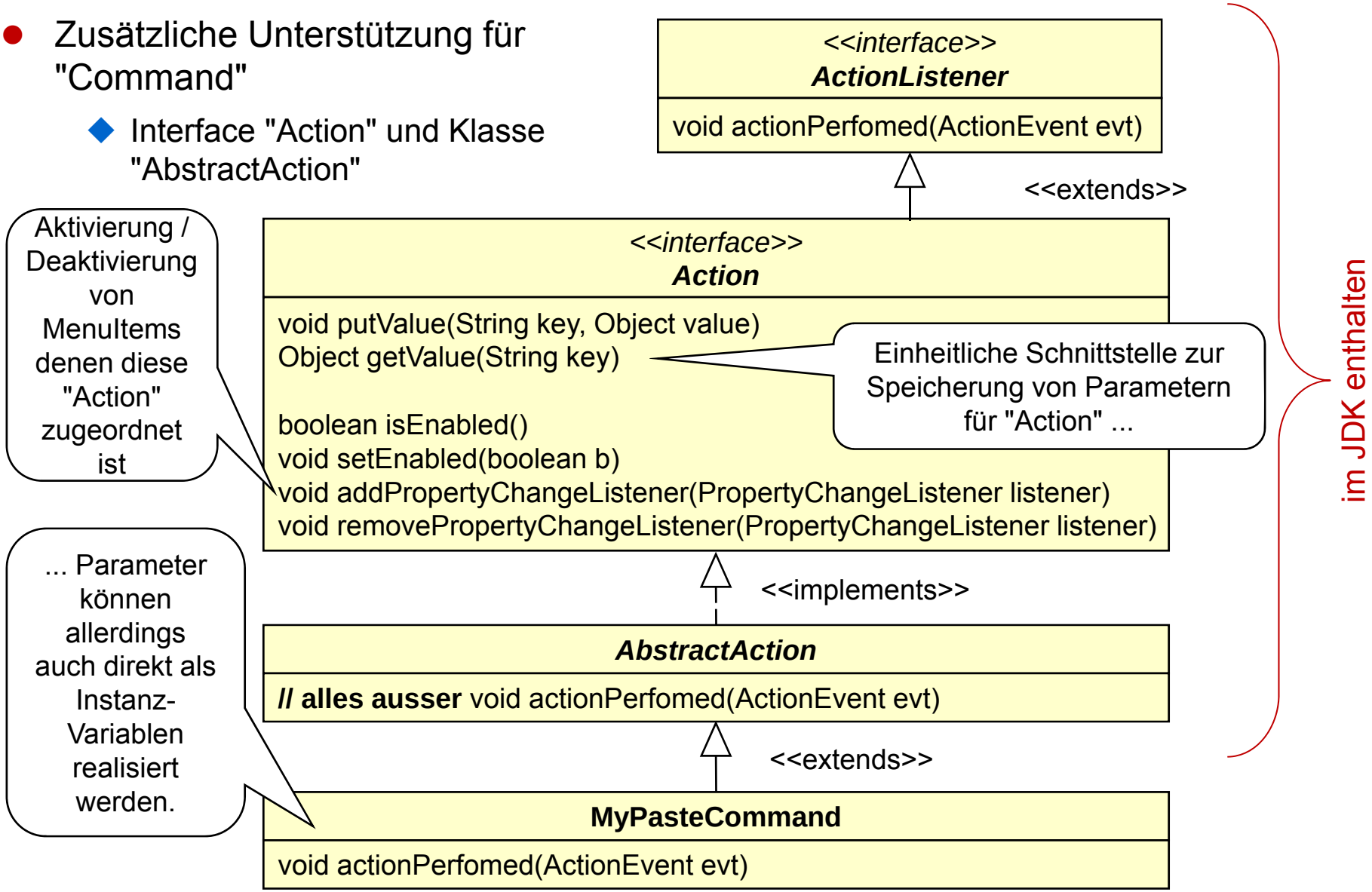
Verbindung von Observer und Command in Java verbindet auch Push und Pull



- Push Observer
  - Subject „pushed“ eine „Event“-Instanz
  - Der „Event“-Typ kann selbst definiert werden
  - In dieser Instanz können somit weitere Informationen mit „gepushed“ werden (als Werte von Instanzvariablen)
- Pull Observer
  - Die als Parameter übergebene „Event“-Instanz enthält immer eine Referenz auf die Quelle des Events
  - Somit ist es möglich von dort weitere Informationen zu anzufragen („pull“)

Verbindung von Observer und Command in Java (2)

- Zusätzliche Unterstützung für "Command"
  - Interface "Action" und Klasse "AbstractAction"



Beispiel: Änderung der Hintergrundfarbe (1)

```
class ColorAction extends AbstractAction
{  public ColorAction(..., Color c, Component comp)
   {  ...
      color = c;
      target = comp;
   }

   public void actionPerformed(ActionEvent evt)
   {  target.setBackground(color);
      target.repaint();
   }

   private Component target;
   private Color color;
}
```

```
class ActionButton extends JButton
{  public ActionButton(Action a)
   {  ...
      addActionListener(a);
   }
}
```

- ColorAction
  - Ändern der Hintergrundfarbe einer GUI-Komponente
- ActionButton
  - Buttons die sofort bei Erzeugung mit einer Action verknüpft werden

Beispiel: Änderung der Hintergrundfarbe (2)

- Nutzung der ColorAction
  - Erzeugung einer Instanz
  - Registrierung

```
class SeparateGUIFrame extends JFrame
{ public SeparateGUIFrame()
  {  ...
     JPanel panel = new JPanel();

     Action blueAction = new ColorAction("Blue", ...,..., panel);

     panel.registerKeyboardAction(blueAction,...);

     panel.add(new ActionButton(blueAction));

     JMenu menu = new JMenu("Color");
     menu.add(blueAction);
     ...
  }
}
```

Beispiel und Erläuterung siehe: "Core Java 2", Kapitel 8, Abschnitt "Separating GUI and Application Code".

Fazit

- ✓ Elegante Verbindung von Observer und Command
  - Commands sind **`ActionListener`** von Buttons, Menus, etc.
    - ⇨ Einheitlicher Aufru via **`actionPerformed(ActionEvent evt)`**
  - Buttons und Menus sind **`PropertyChangeListener`** von Commands
    - ⇨ Aktivierung / Deaktivierung

- ✓ Wiederverwendung
  - gleiche **`Action`** für Menu, Button, Key

- ● Dynamik
  - Wie ändert man die aktuelle Aktion?
  - ... konsistent für alle betroffenen MenuItems, Buttons, etc.???

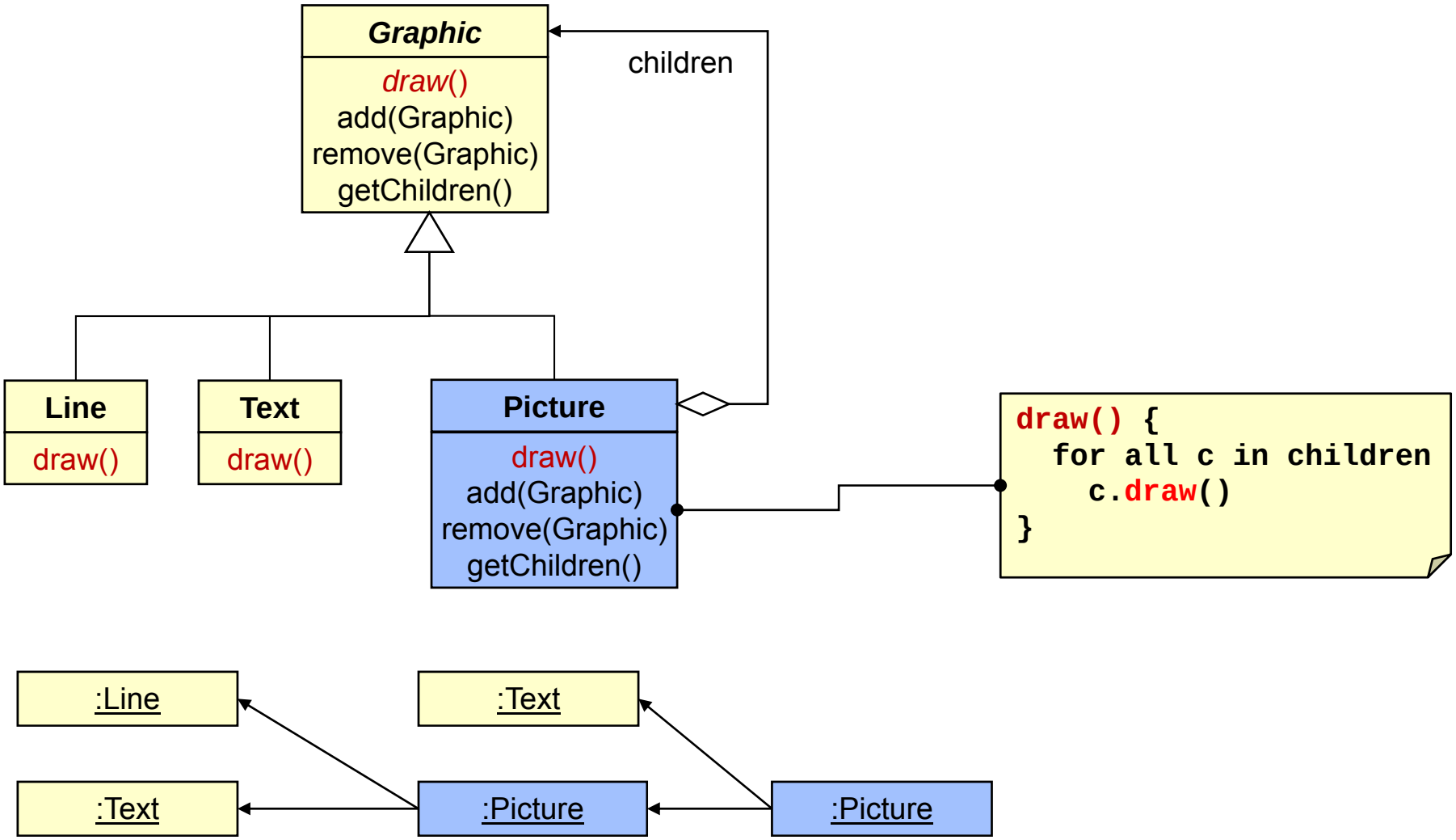
- ➔ Strategy Pattern!

Das Composite Pattern

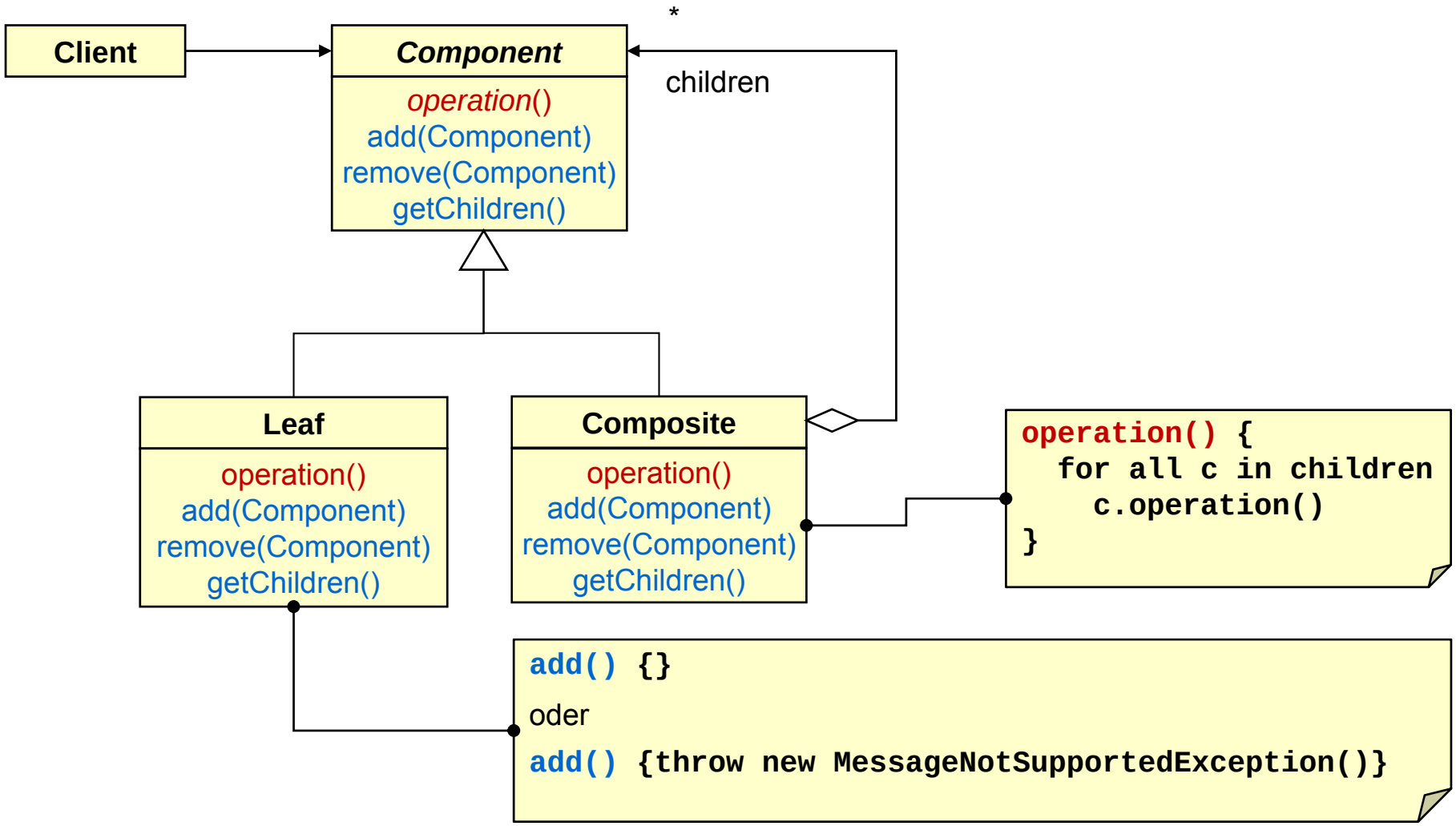
Composite Pattern

- Ziel
  - rekursive Aggregations-Strukturen darstellen ("ist Teil von")
  - Aggregat und Teile einheitlich behandeln
- Motivation
  - Gruppierung von Graphiken

Composite Pattern: Beispiel

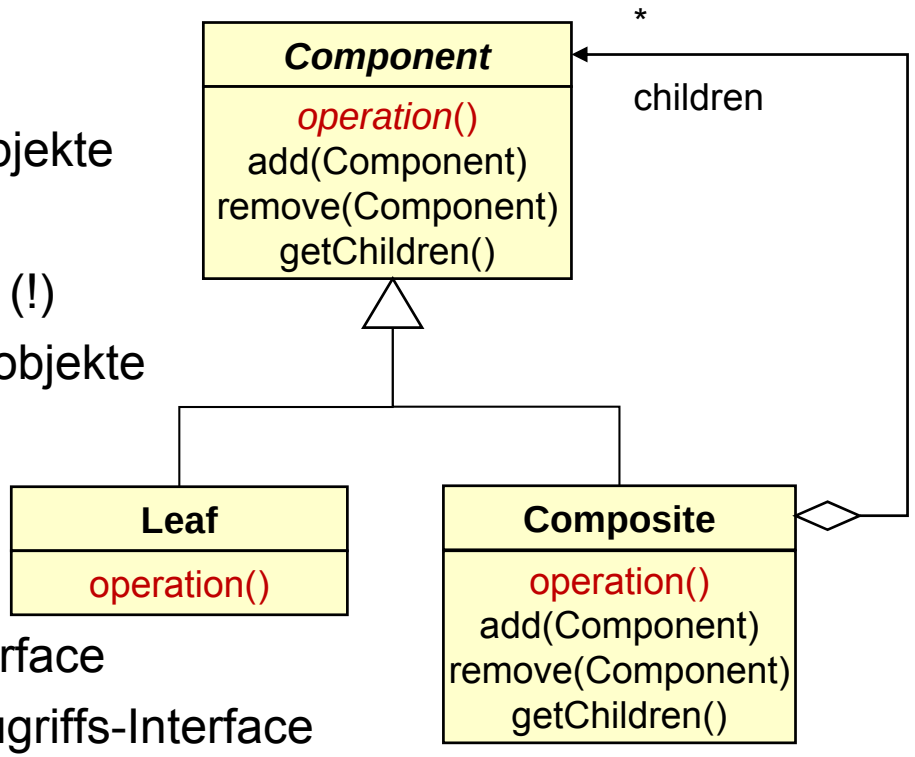


Composite Pattern: Struktur



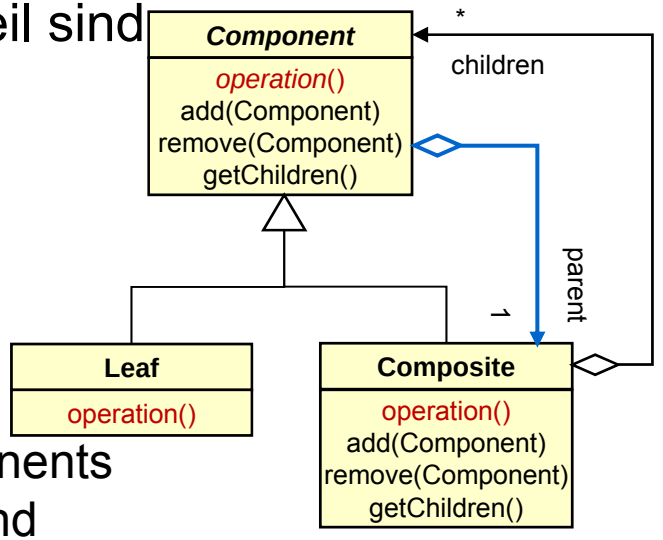
Composite Pattern: Verantwortlichkeiten

- Component (Graphic)
  - gemeinsames Interface aller Teilobjekte
  - default-Verhalten
  - Interface für Zugriff auf Teilobjekte (!)
  - evtl. Interface für Zugriff auf Elternobjekte
- Leaf (Rectangle, Line, Text)
  - "primitive" Teil-Objekte
  - implementieren gemeinsames Interface
  - leere Implementierungen für Teilzugriffs-Interface
- Composite (Picture)
  - speichert Teilobjekte
  - implementiert gemeinsames Interface durch forwarding
  - implementiert Teilzugriffs-Interface



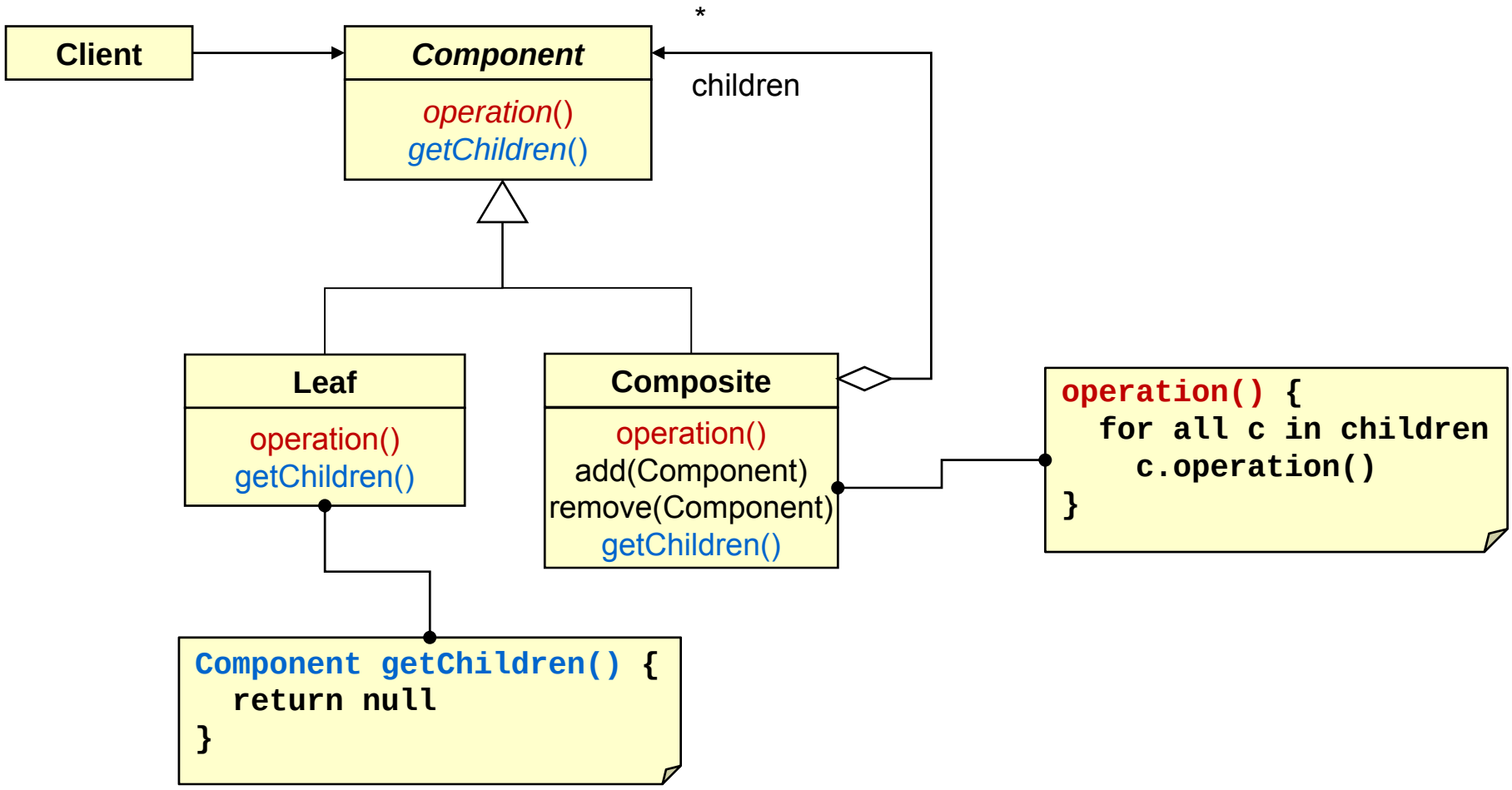
Composite Pattern: Implementierung

- Wenn Composites wissen sollen wovon sie Teil sind
  - Explizite Referenzen auf Composite in Component Klasse
- Wenn mehrere Composites Components gemeinsam nutzen sollen
  - Schließt explizite Referenz der Components auf Composite aus oder erfordert, dass Components wissen, dass sie Teile mehrerer Composites sind



- Component Interface
  - "Sauberes Design": Verwaltungs-Operationen (add, remove) in Composite, da sie für Leafs nicht anwendbar sind.
  - Wunsch nach einheitlicher Behandlung aller Graphic-Objekte durch Clients
    → Verwaltungs-Operationen in Component mit default-Implementierung die nichts tut
    → Leaf-Klassen sind damit zufrieden, Composites müssen die Operationen passend implementieren.

Composite Pattern: Alternative Struktur (add / remove nicht in „Component“)



Composite Pattern: Konsequenzen

- Einheitliche Behandlung
  - Teile
  - Ganzes
- Einfache Clients
  - Dynamisches Binden statt Fallunterscheidungen
- Leichte Erweiterbarkeit
  - neue Leaf-Klassen
  - neue Composite-Klassen
  - ohne Client-Änderung
- Evtl. zu allgemein
  - Einschränkung der Komponenten-Typen schwer
  - „run-time type checks“ (instanceof)

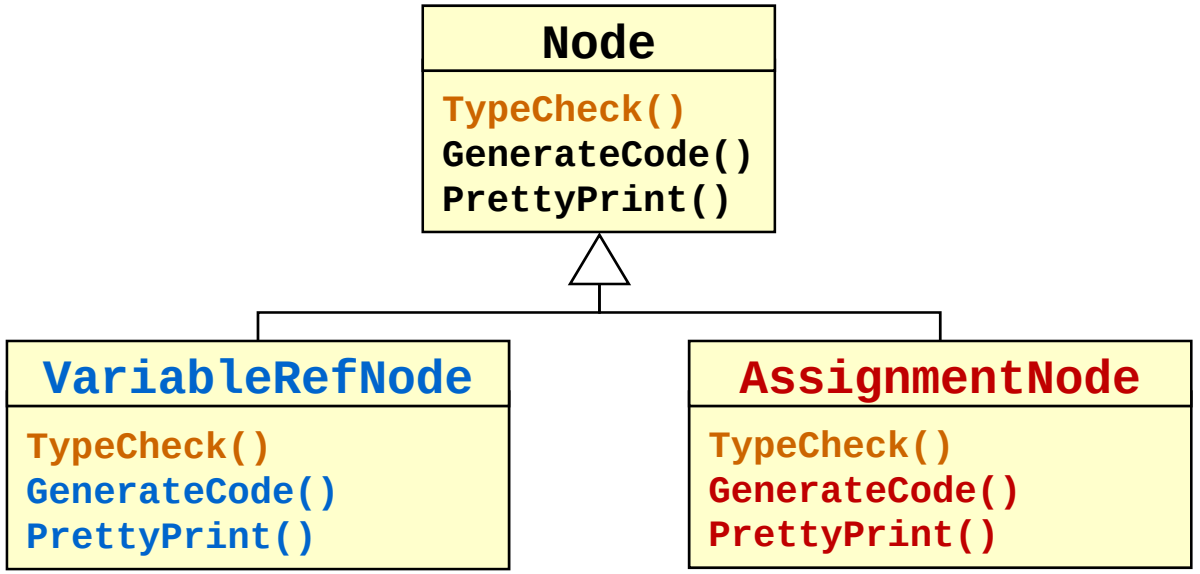
Das Visitor Pattern

Das Visitor Pattern

- Absicht
  - Repräsentation von Operationen auf Elementen einer Objektstruktur
  - Neue Operationen definieren, ohne die Klassen dieser Objekte zu ändern

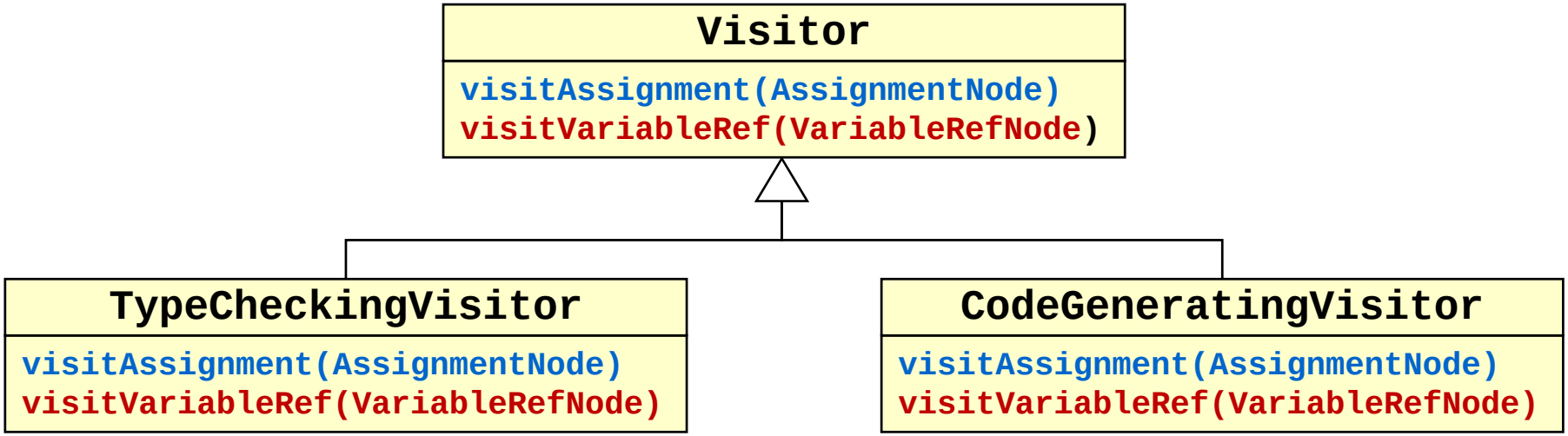
Visitor Pattern: Motivation

- Beispiel: Compiler
  - enthält Klassenhierarchie für Ausdrücke einer Programmiersprache
- Problem
  - Code einer Operation (z.B. Typüberprüfung) ist über mehrere Klassen einer Datenstruktur verteilt
  - Hinzufügen oder ändern einer Operation erfordert Änderung der gesamten Hierarchie



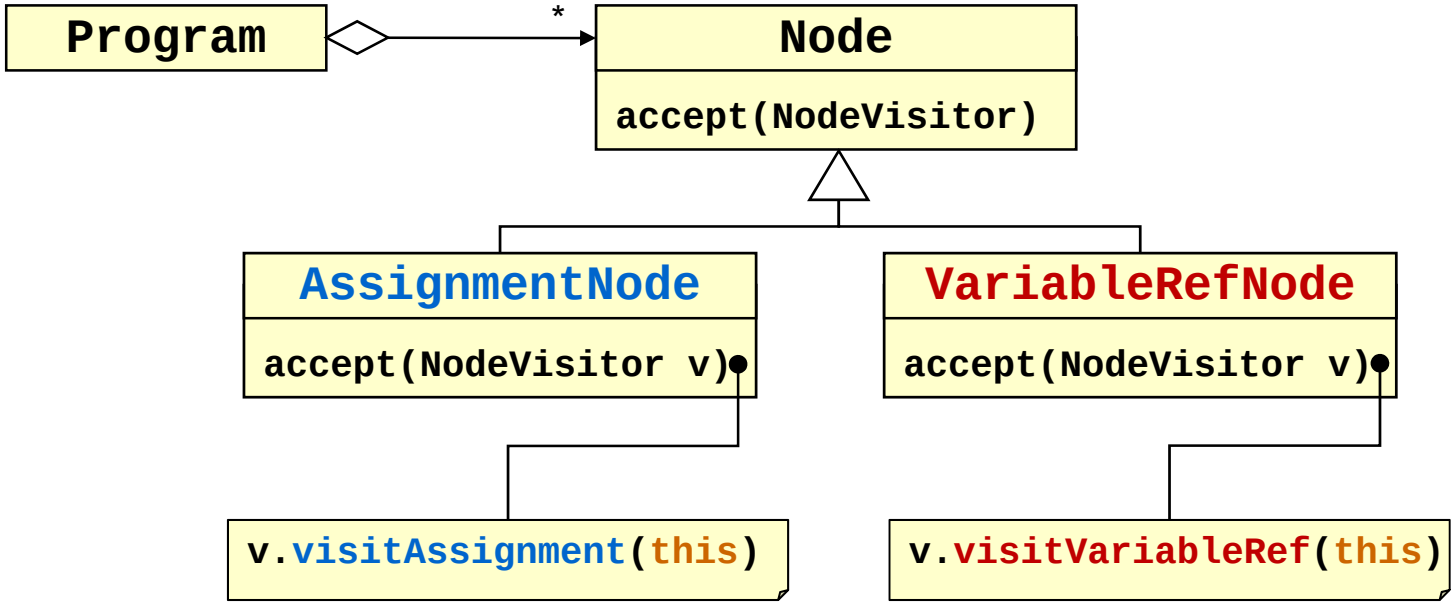
Visitor Pattern: Idee (1)

- Visitor
  - Klasse die alle visit...-Methoden zusammenfasst, die gemeinsam eine Operation auf einer Objektstruktur realisieren
- Visit...-Methode
  - Ausprägung der Operation auf einem bestimmtem Objekttyp
  - Hat Parameter vom entsprechenden Objekttyp
    - ⇨ Kann somit alle Funktionalitäten des Typs nutzen um das zu besuchende Objekt zu bearbeiten

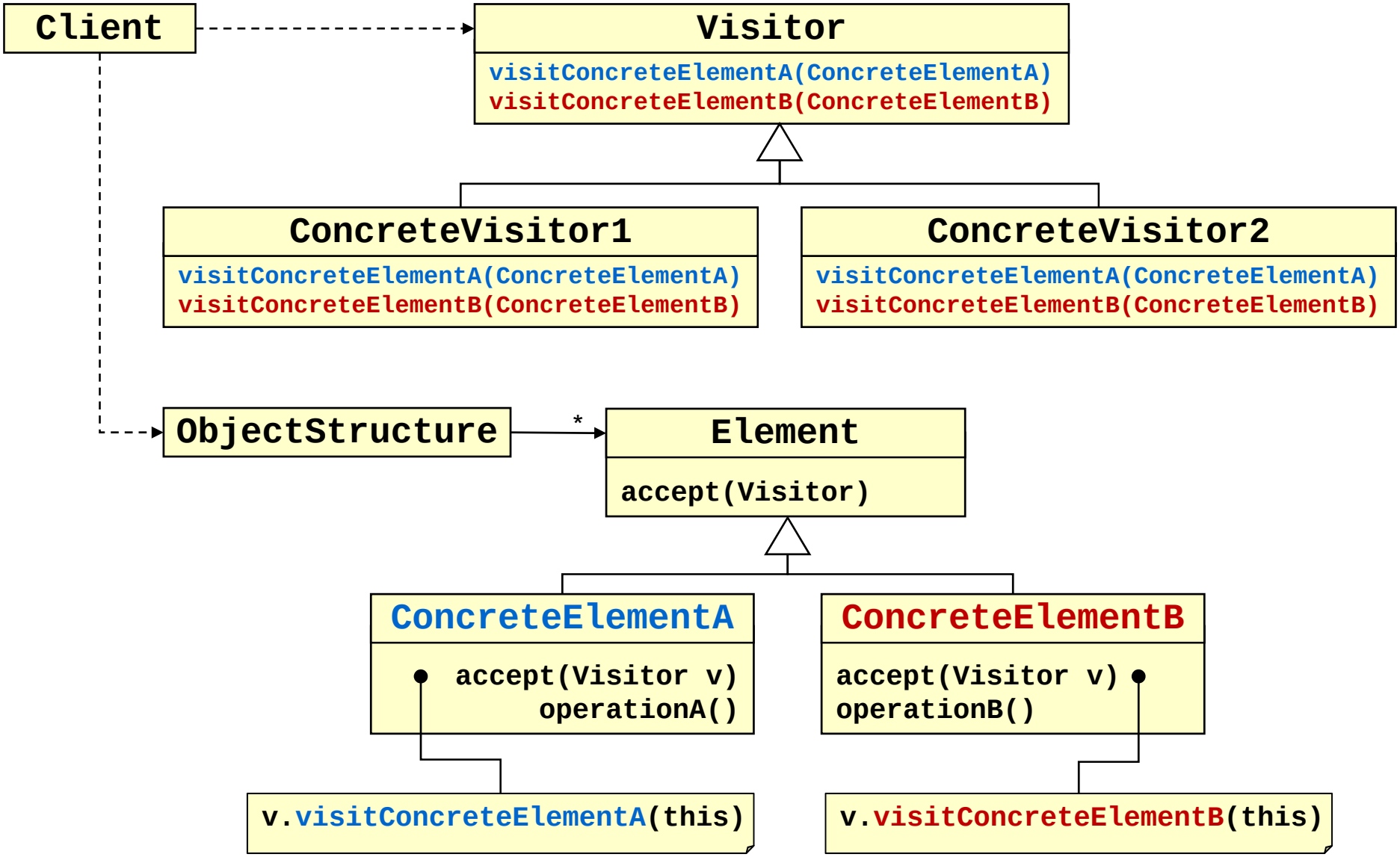


Visitor Pattern: Idee (2)

- Accept-Methoden in allen Klassen der betroffenen Klassenhierarchie
  - Haben Visitor als Parameter
    - ⇨ „Diese Operation soll auf mir ausgeführt werden!“
  - Rufen die jeweils zu ihnen passende visit...-Methode auf
    - ⇨ „Diese Variante der Operation muss auf mir ausgeführt werden!“
    - ⇨ Übergeben „this“ als Parameter



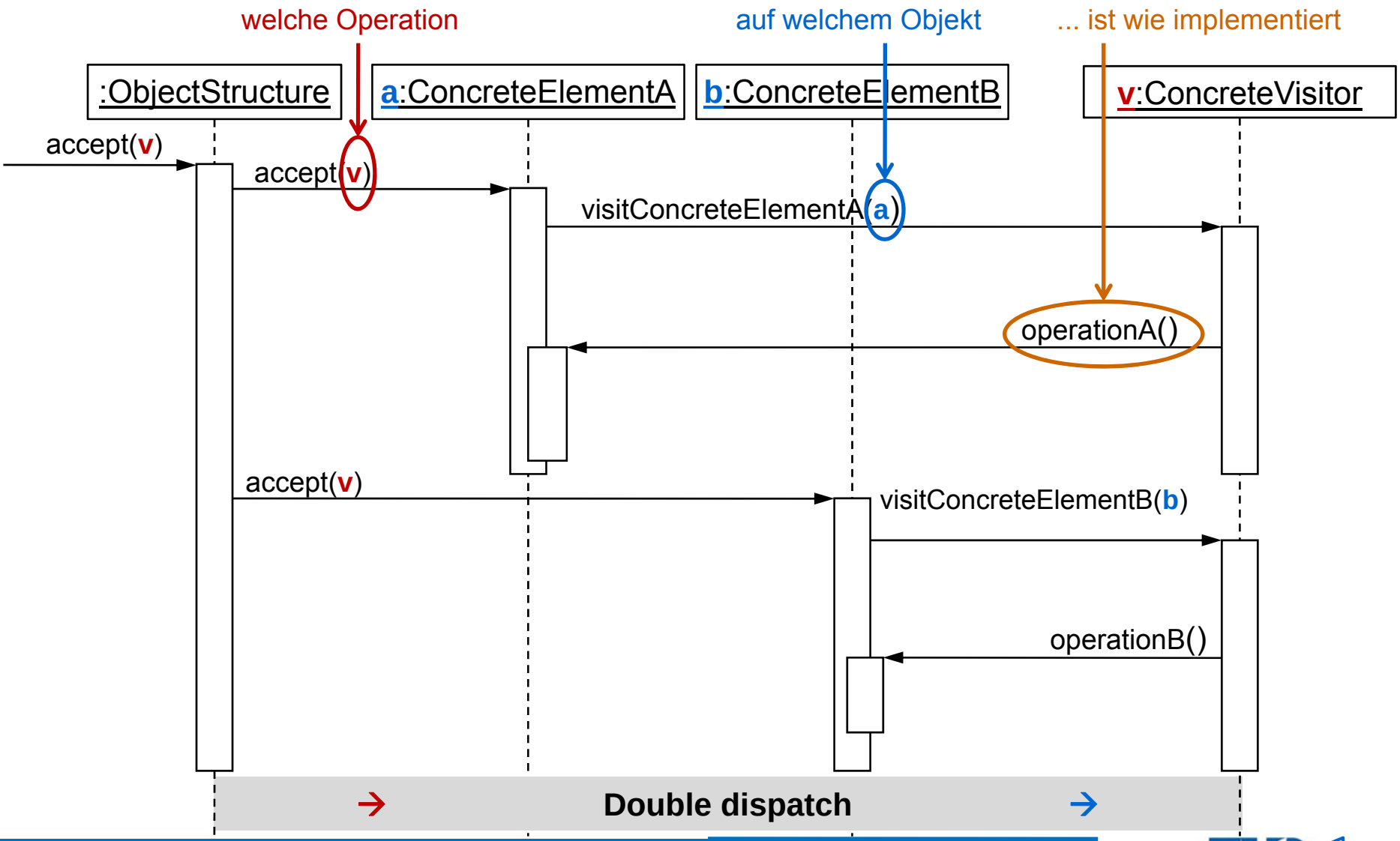
Visitor Pattern: Schema (Statisch)



Visitor Pattern: Verantwortlichkeiten / Implementation

- Objektstruktur-Hierarchie
  - Einheitliche accept-Methode
- Visitor-Hierarchie
  - Je eine visit-Methode für jede Klasse der Objektstruktur mit Parameter vom Typ der jeweilige Klasse
- Traversierung der Objektstruktur kann definiert sein in
  - der besuchten Objektstruktur (Methode accept(...)) oder
  - dem Visitor-Objekt (Method visit...(...))

Visitor Pattern: Zusammenarbeit



Das Visitor Pattern: Konsequenzen

- Hinzufügen neuer Operationen ist einfach.
  - Neue Visitor-Klasse
- Hinzufügen neuer Objektklassen ist sehr aufwendig.
  - Neue Objekt-Klasse
  - Neue visit... - Methode in allen Visitors
- Sammeln von Zuständen
  - Visitor-Objekte können Zustände der besuchten Objekte aufsammeln und (evtl. später) auswerten.
  - Eine Übergabe von zusätzlichen Parametern ist dafür nicht nötig.
- Verletzung von Kapselung
  - Die Schnittstellen der Klassen der Objektstruktur müssen ausreichend Funktionalität bieten, damit Visitor-Objekte ihre Aufgaben erledigen können.
  - Oft muss mehr preisgegeben werden als (ohne Visitor) nötig wäre.

Das Visitor Pattern: Anwendbarkeit

- Funktionale Dekomposition
  - Zusammengehörige Operationen sollen zusammengefasst werden
  - ... statt in einer Klassenhierarchie verteilt zu sein
- Stabile Objekt-Hierarchie
  - selten neue Klassen
  - aber oft neue Operationen
- Heterogene Hierarchie
  - viele Klassen mit unterschiedlichen Schnittstellen
  - Operationen die von den Klassen abhängen

- Anwendungsbeispiel
  - Java-Compiler des JDK 1.3

Das Visitor Pattern: Implementierung

- Abstrakter Visitor
  - Jede Objektstruktur besitzt **eine** (abstrakte) Visitor-Klasse.
  - **Für jeden Typ T** in der Objektstruktur, enthält die Visitor-Klasse **je eine** Methode mit einem Parameter vom Typ T → **`visitT(T)`**
- Konkrete Visitors
  - Jede Unterklasse der Visitor-Klasse redefinieren die visit-Methoden, um ihre jeweilige Funktionalität zu realisieren.
  - Jede konkrete **`visitT(T)`** Methode benutzt dabei die spezifischen Operationen des besuchten Objekttyps T
- Traversierung der Objektstruktur
  - kann in der Objektstruktur (**`accept(...)`** Methoden) definiert sein
  - ... oder im Visitor-Objekt (**`visit...(...)`** Methoden).

Gemeinsamkeiten und Unterschiede der Pattern

Abgrenzung: Facade, Singleton, Abstract Factory

- Facade
  - Versteckt Subsystem-Details (Typen und Objekte)
- Singleton
  - Facaden sind meist Singletons (man braucht nur eine einzige)
- Abstract Factory
  - Zur Erzeugung konsistenter Sätze von Subsystem-Objekten
  - Als Alternative zu Facade → "Verstecken" plattform-spezifischer Klassen

Abgrenzung: Proxy, Decorator, Adpater

- Proxy
  - gleiches Interface
  - kontrolliert Zugriff
  - "Implementierungs-Detail"
- Decorator
  - erweitertes Interface
  - zusätzliche Funktionen
  - „konzeptionelle Eigenschaft“
- Adapter
  - verschiedenes Interface
  - ähnlich Protection-Proxy

Abgrenzung: Bridge, Adapter, Abstract Factory

- Bridge
  - antizipierte Entkopplung von Schnittstelle und Implementierung
- Adapter
  - nachträgliche Anpassung der Schnittstelle einer Implementierung
- Abstract Factory
  - nutzbar zur Erzeugung und Konfiguration einer Bridge

Abgrenzung: Factory / Template Method, Abstract Factory, Prototype

- Factory Method
  - Verzögerte Entscheidung über die Klasse eines zu erzeugenden Objektes
- Template Method
  - ruft oft Factory Method auf
- Abstract Factory
  - gleiche Motivation
  - gruppiert viele Factory Methods die „zusammengehörige“ Objekte erzeugen
  - erzeugt feste Menge von Objekten von festen Obejkttypen
- Prototype
  - erfordert keine Unterklassenbildung
  - ... dafür aber explizite initialize()-Methode

„Patterns Create Architectures“

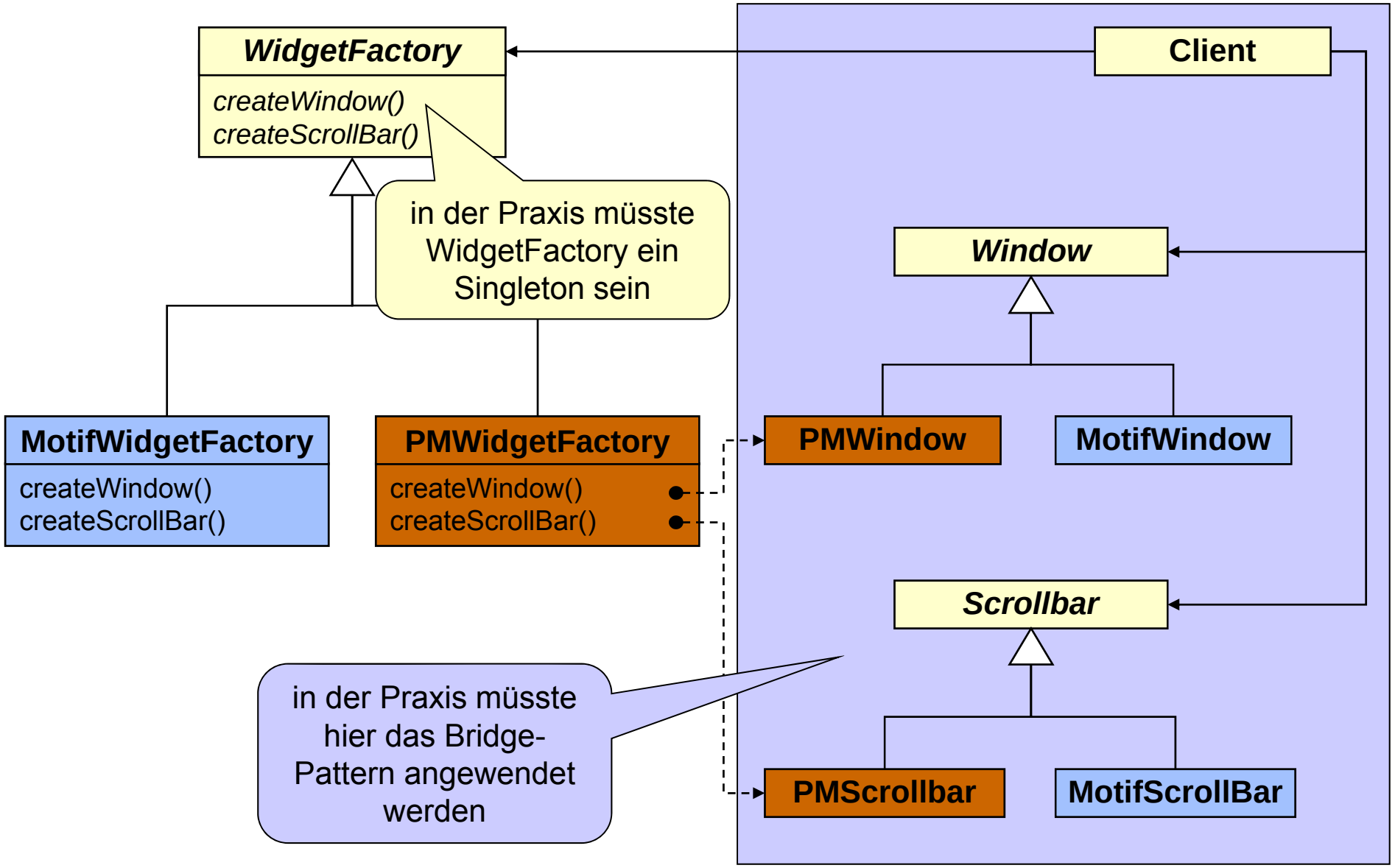
Ein Beispiel zum Zusammenspiel von Patterns

Bridge & Abstract Factory & Singleton

„Patterns Create Architectures“

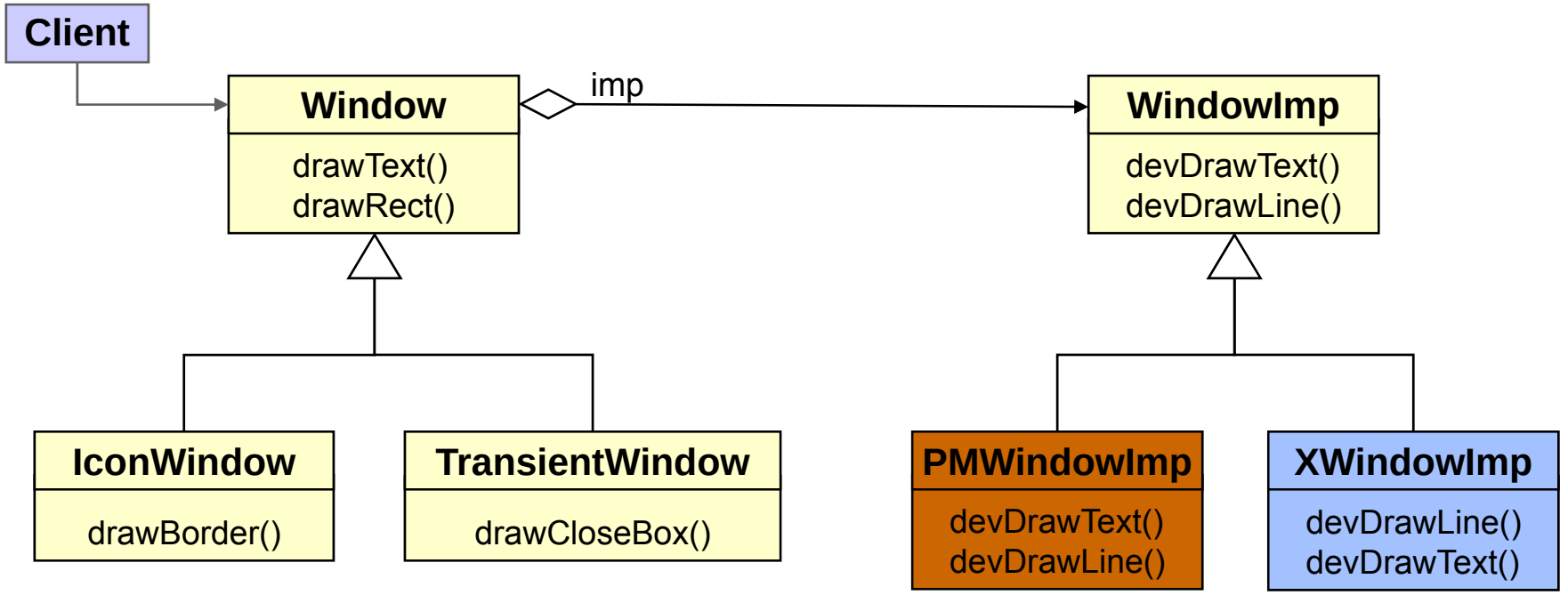
- Idee
  - Wenn man Patterns wohlüberlegt zusammen verwendet, entsteht ein Grossteil einer Software-Architektur aus dem Zusammenspiel der Patterns.
- Beispiel
  - Zusammenspiel von Bridge, Factory und Singleton

Erinnerung ans Abstract Factory Pattern

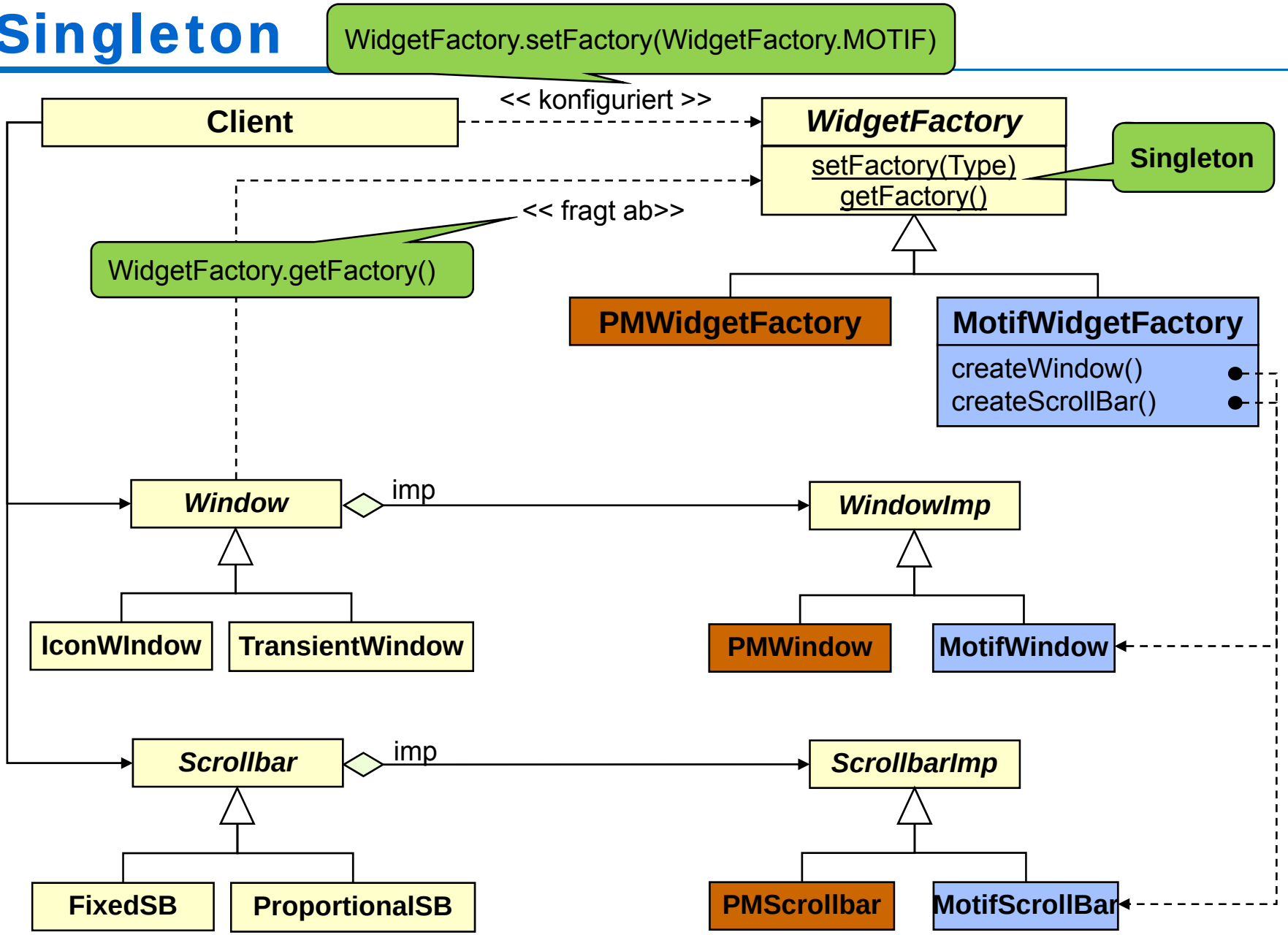


Erinnerung ans Bridge Pattern

- Trennung von
  - Konzeptueller Hierarchie
  - Implementierungs-Hierarchie



Zusammenspiel: Bridge, Factory, Singleton



Weitere Patterns

Kapitel „Systemenwurf“: Facade Pattern & Nutzung von Observer für Ebenen-Architekturen

Kapitel „Objektentwurf“: Alle „Split-Object“-Patterns (Strategy, State, Decorator, Overriding, Multiple Vererbung)

Rückblick: Was nützen Patterns?

Nutzen von Design Patterns (1)

- Abstraktionen identifiziere, die kein Gegenstück in der realen Welt / dem Analyse-Modell haben
  - Beispiel:
    - ⇨ Command Pattern
    - ⇨ Composite Pattern
    - ⇨ Strategy
    - ⇨ State
  - **"Strict modelling of the real world leads to a system that reflects today's realities but not necesarilly tomorrow's. The abstractions that emerge during design are key to making a design flexible."**

Nutzen von Design Patterns (2)

- Granularität der Objekte festlegen
  - Visitor
    - ⇨ Gruppe von konsistenten Aktionen
  - Command
    - ⇨ einzelne Aktion
  - Facade
    - ⇨ ein "Riesen-Objekt"
  - Flyweight
    - ⇨ viele kleine, gemeinsam verwendbare Teilobjekte
  - Builder
    - ⇨ Komposition von Gesamt-Objekt aus Teilobjekten

Nutzen von Design Patterns (3)

- Schnittstellen identifizieren
  - was gehört dazu
  - was gehört nicht dazu (Bsp. Memento)

- Beziehungen zwischen Schnittstellen festlegen
  - Subtyping
    - ⇨ Proxy
    - ⇨ Decorator
  - Je eine Methode pro Klasse aus einer anderen Objekthierarchie
    - ⇨ Abstract Factory
    - ⇨ Visitor
    - ⇨ Builder

Nutzen von Design Patterns (4)

- Wahl der Implementierung
  - Interface, Abstrakte Klasse oder konkrete Klasse?
    - ⇨ Grundthema fast aller Patterns
  - Abstrakte Methode oder Hook Methode?
    - ⇨ von template method aufgerufene Methoden
  - Overriding oder fixe Implementierung?
    - ⇨ Factory method
    - ⇨ Template method
  - Vererbung oder Subtyp-Beziehung?
    - ⇨ Adapter, Decorator, State, Strategy, Command, Chain of Responsibility → Gemeinsamer Obertyp, nicht gemeinsame Implementierung
  - Vererbung oder Aggregation?
    - ⇨ Vererbung ist statisch, Aggregation dynamisch
    - ⇨ Wenn das „geerbte“ nicht in der Schnittstelle auftauchen soll: Aggregation und Anfrageweiterleitung nutzen (anstatt Vererbun)
    - ⇨ Siehe alle "split object patterns"

Nutzen von Design Patterns (5):

Patterns verkörpern Grundprinzipien guten Designs

- Implementierungen austauschbar machen
  - Typdeklarationen mit Interfaces statt mit Klassen
  - Design an Interfaces orientieren, nicht an Klassen
  - Client-Code wiederverwendbar für neue Implementierungen des gleichen Interface
- Objekt-Erzeugung änderbar gestalten
  - "Creational Patterns" statt "new MyClass()"
  - Client-Code wiederverwendbar für neue Implementierungen des gleichen Interface
- Funktionalität änderbar gestalten
  - Aggregation und Forwarding statt Vererbung
  - späte Konfigurierbarkeit, Dynamik
  - weniger implizite Abhängigkeiten (kein "fragile base class problem")

Nichtfunktionale Anforderungen geben Hinweise zur Nutzung von Entwurfsmustern

Identifikation von Entwurfsmustern anhand von Schlüsselwörtern in der Beschreibung nichtfunktionaler Anforderungen

- Analog zu Abbot's Technik bei der Objektidentifikation

- Facade Pattern
  - „muss mit einer Menge existierender Objekte zusammenarbeiten",
  - „stellt Dienst bereit"
- Adapter Pattern
  - „muss mit einem existierenden Objekt zusammenarbeiten"
- Bridge Pattern
  - „muss sich um die Schnittstelle zu unterschiedlichen Systemen kümmern von denen einige erst noch entwickelt werden."
  - „ein erster Prototyp muss vorgeführt werden"

Nichtfunktionale Anforderungen geben Hinweise zur Nutzung von Entwurfsmustern (Fortsetzung)

- Proxy Pattern
  - “muss ortstransparent sein”
- Observer Pattern
  - “muss erweiterbar sein”, “muss skalierbar sein”
- Strategy Pattern
  - “muss Funktionalität X in unterschiedlichen, dynamisch auswählbaren Ausprägungen bereitstellen können”
- Composite Pattern
  - „rekursive Struktur“, “komplexe Struktur”
  - “muss variable Tiefe und Breite haben”
- Abstract Factory Pattern
  - “Herstellerunabhängig”,
  - “Geräteunabhängig”,
  - “muss eine Produktfamilie unterstützen”

Überblick

- Einführung
  - Grundidee, Literatur, MVC-Framework als Beispiel
- Beispiele wichtiger Patterns
  - Observer, Strategy, Command
  - Facade, Singleton, Proxy, Adapter, Bridge
  - Factory Method, Abstract Factory
  - Composite, Visitor
- Patterns Create Architectures
  - Bridge, Abstract Factory, Singleton
- Nutzen von Patterns
- Zusammenfassung und Ausblick
  - Arten von Patterns, Abgrenzung
  - Weiterführende Themen

Arten von Pattern

- Analysis Pattern
  - Wiederkehrende Problemen in der Analysephase eines Softwareprojekts
  - Martin Fowler: "Analysis Patterns", Addison-Wesley, 1997
- Architecture Pattern
  - ... beschreibt mögliche fundamentale Strukturen von Softwaresystemen.
  - ... enthält vordefinierte Subsysteme und ihre Verantwortlichkeiten.
  - ... enthält Regeln und Richtlinien für die Organisation ihrer Beziehungen.
  - Beispiel: Model-View-Controller
- Design Pattern
  - Schema für die Realisation von Subsystemen oder Komponenten eines Softwaresystems
- Idiom (auch: Coding Pattern)
  - Low-level design patterns für eine gegebene Programmiersprache.
  - Beispiel: Wie stelle ich sicher, dass eine Instanz einer Java-Klasse nur innerhalb einer bestimmten anderen Klasse erzeugt werden kann?

Weitere Arten von Pattern

- Organizational Patterns
  - Struktur und Praxis von Organisationen; also Gruppen, die ein gemeinsames Ziel verfolgen
  - http://en.wikipedia.org/wiki/Organizational_patterns
- Anti-Patterns
  - beschreiben typische Fehler
  - ... und bestenfalls auch wie man sie wieder beseitigt
  - http://de.wikipedia.org/wiki/Anti-Pattern

Abgrenzung ▸ Pattern versus Algorithmen

- Abstraktheit
  - Algorithmen lösen konkrete Probleme im Anwendungsbereicht (z.B. Suchen, Sortieren)
  - Pattern lösen generische Entwurfsprobleme (Dynamik, Wartbarkeit, ...)

- Unvollständigkeit / Schablonenhaftigkeit
  - Algorithmen sind vollständig → Komplexität genau ermittelbar
  - Pattern sind „nur“ Schablonen für gewisse Schlüsselinteraktionen, Rest ist beliebig

Abgrenzung ▸ Pattern versus Frameworks

- Framework
  - Menge von kooperierenden Klassen für einen spezifischen Anwendungsbereich
  - Erweiterbar durch Unterklassenbildung und Komposition von Instanzen
  - Hollywood-Prinzip ("Don't call us, we'll call you." --> Template Method Pattern)

- Pattern versus Frameworks
  - Patterns sind abstrakter
    - ⇨ Frameworks existieren als konkreter, wiederverwendbarer Code
    - ⇨ Patterns sind nur Schablonen für Code
  - Patterns sind nicht anwendungsabhängig
    - ⇨ Frameworks werden für konkrete Anwendungsbereiche eingesetzt
    - ⇨ Patterns sind anwendungsunabhängig
  - Frameworks nutzen Patterns

Weiterführende Themen

- Pattern Catalogs
  - Sammlungen von lose zusammenhängenden Patterns
  - http://hillside.net/patterns/patterns-catalog
- Pattern Systems
  - Sammlungen von stark zusammenhängenden Patterns mit engen Verzahnungen
- Pattern Languages
  - verfolgen ein gemeinsames Ziel, dass durch die Zusammenarbeit der enthaltenen Patterns erreicht werden kann
  - inkl. einer Art "Grammatik", die alle mögliche Kombinationen aufzeigt
  - http://en.wikipedia.org/wiki/Pattern_language

Pattern ▸ Zusammenfassung

- Betonung von Praktikabilität
  - Patterns sind bekannte Lösungen für erwiesenermaßen wiederkehrende Probleme
  - Lösungen, die sich noch nicht in der Praxis bewährt haben, sind keine Pattern.
- Patterns sind kein Allheilmittel
  - Originalität bei der Anwendung von Patterns ist nach wie vor gefragt.
  - Es muss immer noch abgewägt werden, welche Patterns eingesetzt werden.
- Gesamteffekt
  - Aufgabe des Softwarearchitekten verlagert sich von der Erfindung des Rades zur Auswahl des richtigen Rades und seiner kreativen Anwendung