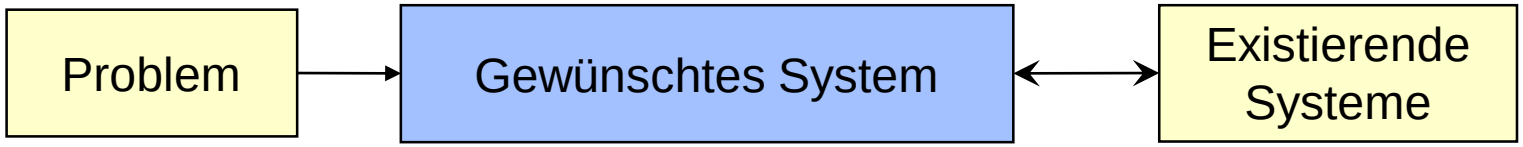
universitätbonn

Kapitel 7a) Systementwurf -- Dienste, Subsysteme, Komponenten

Stand: 21.11.2017

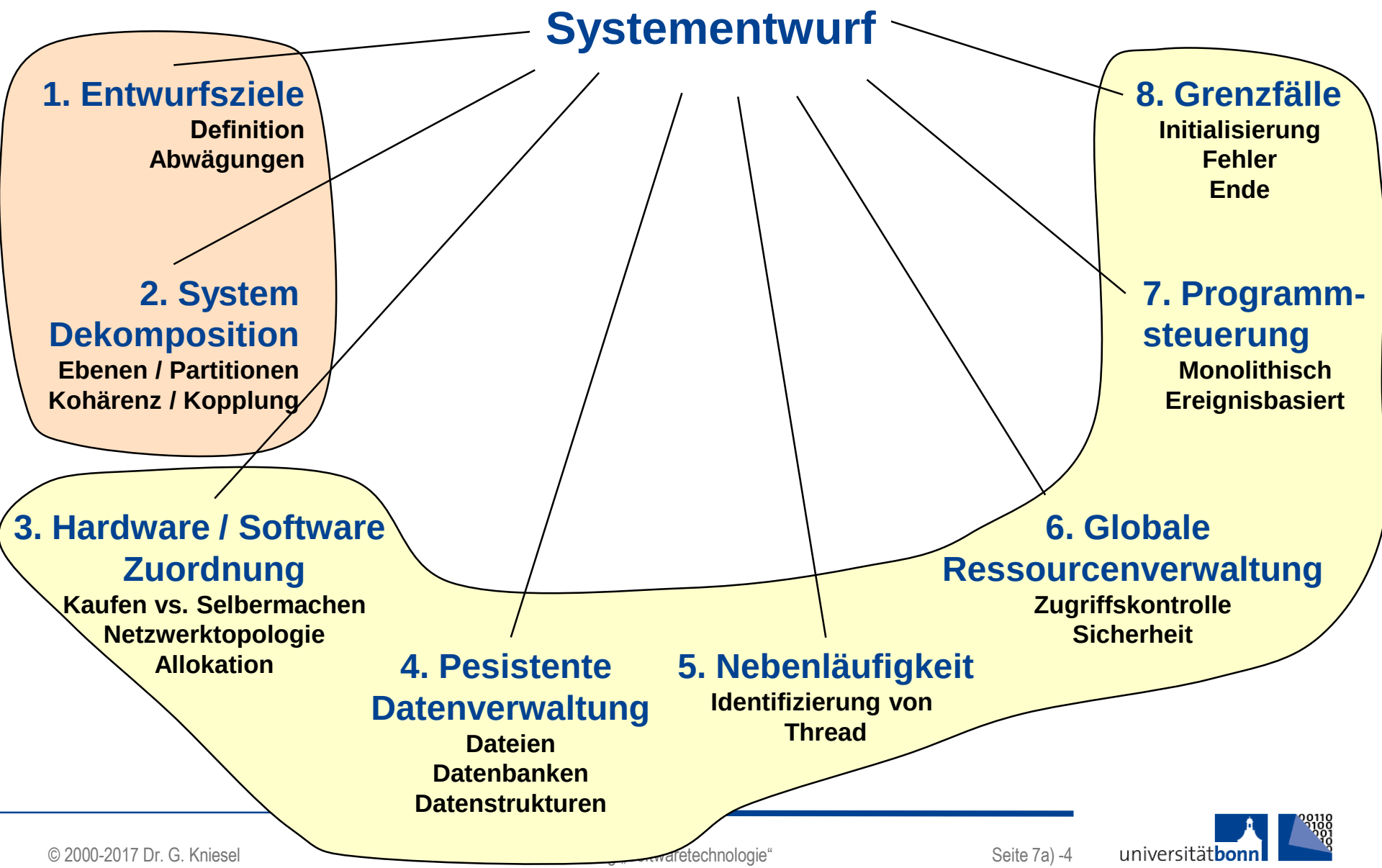
Systementwurf

- Ziel: Überbrücken der Lücke zwischen gewünschtem und existierendem System auf handhabbare Weise



- Idee: Anwendung des “Divide and Conquer”-Prinzips
  - Modellierung des neuen Systems als Menge von Subsystemen
- Folgeproblem: „Crosscutting concerns“ – Übergeordnete Belange die viele Subsysteme betreffen (z.B. Persistenz, Nebenläufigkeit, ...)
  - Erst wenn diese geklärt sind, kann man die Subsysteme unabhängig voneinander bearbeiten
- Weg: Zielbestimmung → Dekomposition → Klärung der übergeordneten Belangen
  - Danach erst Detailentwurf der Subsysteme

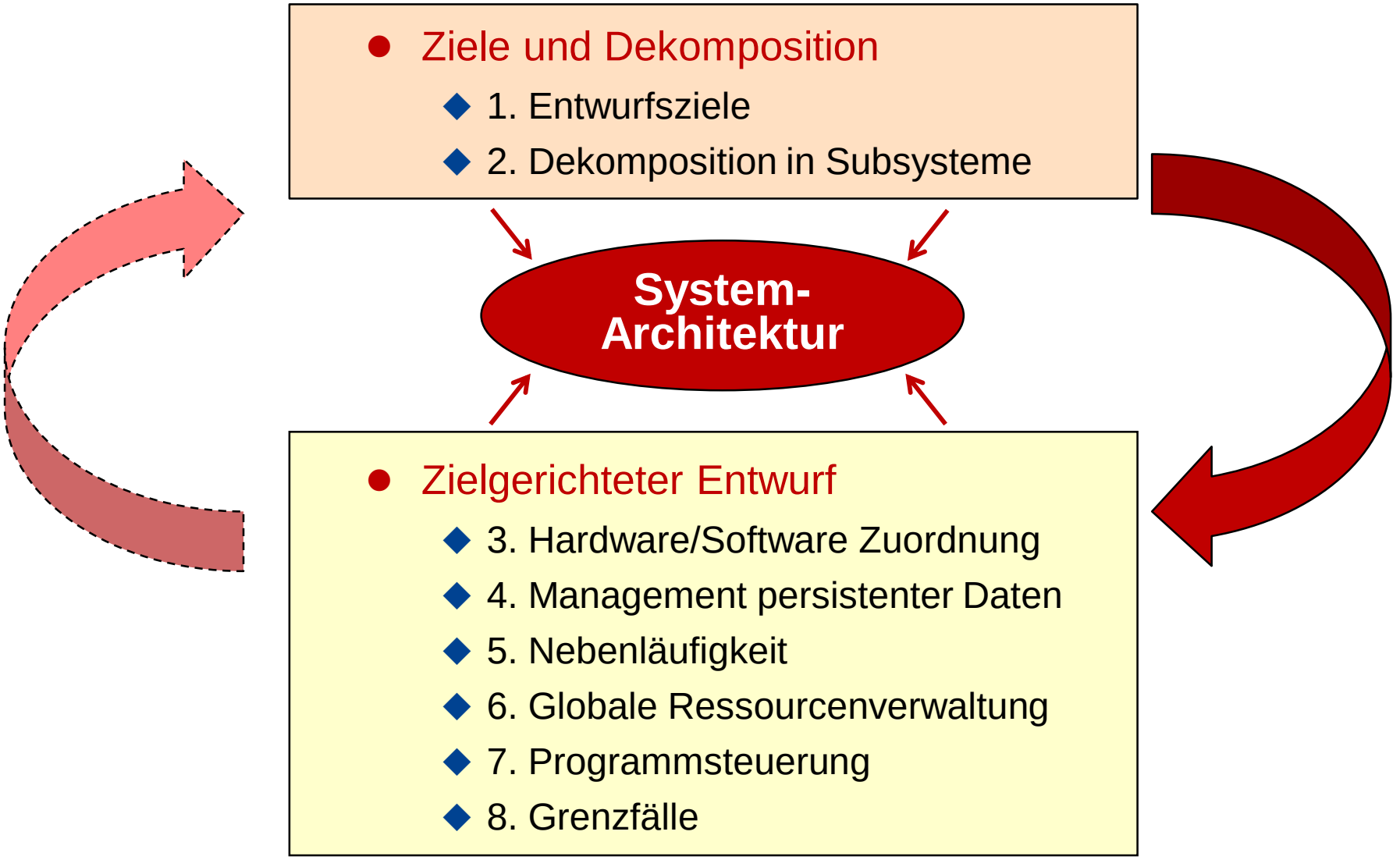
Systementwurf



Nutzung der Ergebnisse der Anforderungsanalyse für den Systementwurf

- Nichtfunktionale Anforderungen →
  - Aktivität 1: Definition der Entwurfsziele
- Statisches Analyse-Modell (Objektmodell mit Stereotypen) →
  - Aktivität 2: Systemdekomposition (Auswahl von Subsystemen nach funktionalen Anforderungen, Kohärenz und Kopplung)
  - Aktivität 3: Hardware/Software Zuordnung
  - Aktivität 4: Persistentes Datenmanagement
- Dynamisches Analyse-Modell →
  - Aktivität 5: Nebenläufigkeit
  - Aktivität 6: Globale Ressourcenverwaltung
  - Aktivität 7: Programmsteuerung
  - Aktivität 8: Grenzfälle

Kapitel-Überblick



universitätbonn

7.1 Ziele

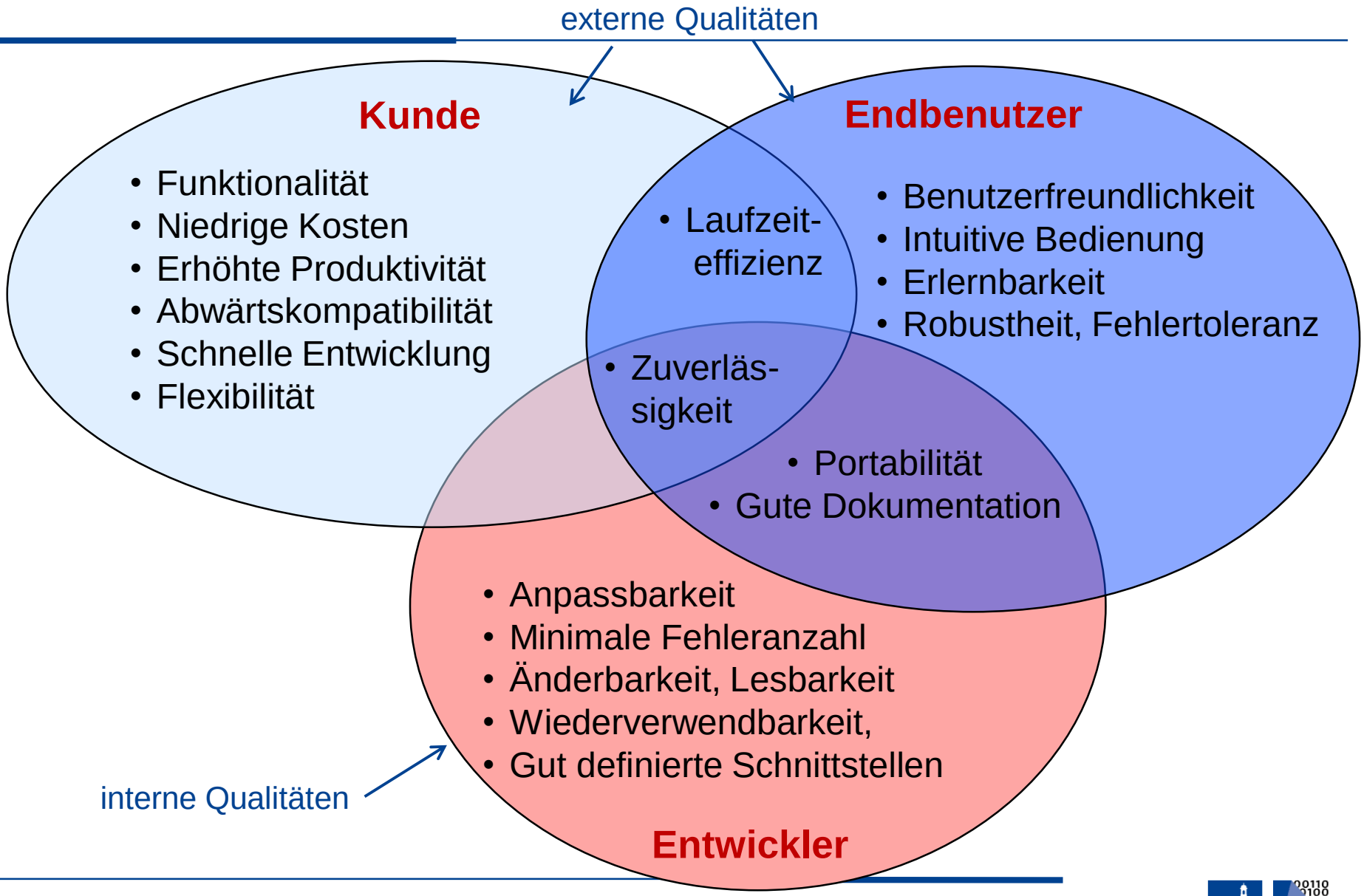
(→ Brügge & Dutoit, Kap. 6)

Entwurfsziele

Dienstidentifikation

Subsystemaufteilung

1. Entwurfsziele



Interessenskonflikte → Abwägungen

- Funktionalität vs. Benutzbarkeit
  - Je überladener, um so schwerer zu erlernen
- Funktionalität vs. schnelle Entwicklung
  - Viel Funktionalität zu implementieren braucht Zeit
- Kosten vs. Robustheit
  - Sparen an Qualitätssicherung
- Kosten vs. Wiederverwendbarkeit
  - Quick and dirty
- Effizienz vs. Portabilität
  - Effizienz durch Speziallösung für bestimmtes Betriebssystem, DBMS, ...
- Abwärtskompatibilität vs. Lesbarkeit
  - Viele Sonderfälle für Altversionen erschweren die Lesbarkeit

Bedeutung nichtfunktionaler Anforderungen für den Systementwurf

- Dilemma ▸ Zu viele Alternativen
  - Die gleiche Funktionalität ist auf verschiedenste Arten realisierbar
- Nutzen von NFA ▸ Auswahlkriterien
  - Nichtfunktionale Anforderungen dienen als Auswahlkriterien
  - Sie fokussieren die Entwurfsaktivitäten auf die relevanten Alternativen
- Beispiele (NF Anforderung → Lösungsmöglichkeiten)
  - „Hoher Durchsatz“ → Parallelität, optimistische Vorgehensweise, …
  - „Zuverlässigkeit“ → Einfache GUIs, Redundanz, …

universitätbonn

7.2. Subsystem-Dekomposition

(→ Brügge & Dutoit, Kap. 6)

Dienstidentifikation

Subsystemaufteilung

Kopplung und Kohärenz

Subsystem-Dekomposition

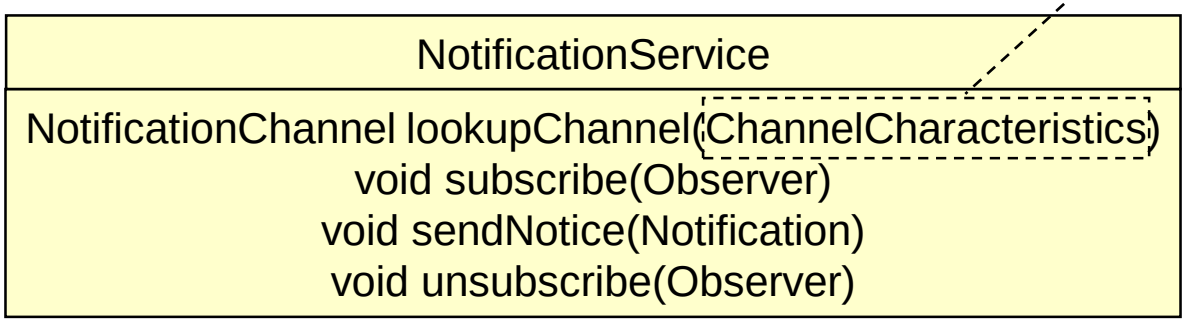
- Erster Schritt: Subsystem-Dekomposition
  - Welche Dienste werden von dem Subsystemen zur Verfügung gestellt (Subsystem-Interface)?
  - →1. Gruppiere Operationen zu Diensten
  - →2. Gruppiere Typen die einen Dienst realisieren zu Subsystemen

- Zweiter Schritt: Architektur (Subsystem-Anordnung)
  - Wie kann die Menge von Subsystemen strukturiert werden?
  - Wie interagieren sie?
    - ⇨ Nutzt ein Subsystem einseitig den Dienst eines anderen?
    - ⇨ Welche der Subsysteme nutzen gegenseitig die Dienste der anderen?
  - → 3. Software Architekturen

Dienst

- Dienst: Menge von Operationen mit gemeinsamem Zweck
  - Beispiel: Benachrichtigungsdienst
    - ⇨ lookupChannel(), subscribe(), sendNotice(), unsubscribe()
  - Dienste werden während des Systementwurfs identifiziert und spezifiziert

- Dienstspezifikation: Vollständig typisierte Menge von Operationen
  - In UML und Java würde das einem 'Interface' entsprechen
  - Beispiel: Spezifikation des obigem Dienstes



Entscheidung: Suche nach Channel der bestimmte Fähigkeiten hat soll möglich sein.

Alternative: Suche anhand von Namen

  - Verwendete Schnittstellen (Observer, ...) müssen natürlich auch spezifiziert werden

Subsystem-Schnittstelle

- Besteht aus einem oder mehreren zusammenhängenden Diensten
  - Vollständig typisiert → Parameter und Ergebnistypen
  - Zusammengehörig → Dienen gemeinsam einem bestimmten Zweck bzw. sinngemäß verwandten Funktionen
    - ⇨ Beispiel: Druckdienst (Druckerinstallation, -suche, -anmeldung, …, Drucken, Drucken anhalten, …)
- Spezifiziert Interaktion und Informationsfluss von/zu den Grenzen des Subsystems, aber nicht innerhalb des Subsystems
- Sollte wohldefiniert und schlank sein

Subsystem

- Subsystem (UML: Package)
  - Stark kohärente Menge von Klassen, Assoziationen, Operationen, Events und Nebenbedingungen die einen Dienst realisieren
  - Wenn es gute Gründe gibt kann ein Subsystem mehr als einen Dienst anbieten

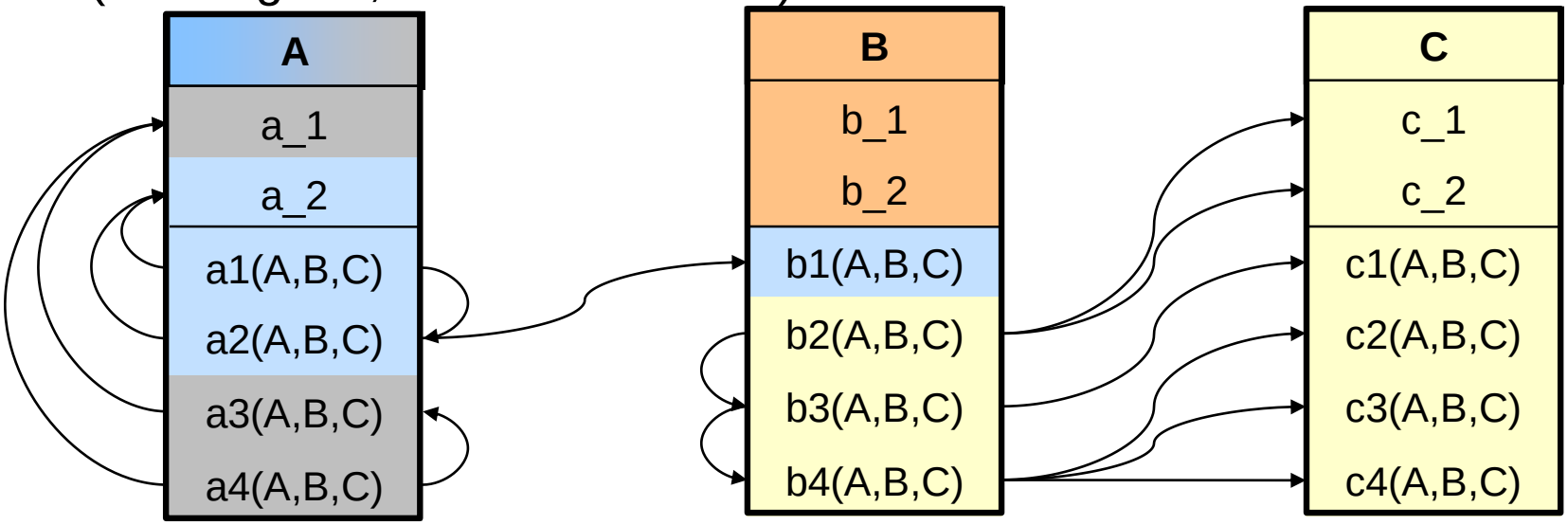
- Frage: Was ist Kohärenz?

Kopplung und Kohärenz

- Kohärenz = Maß der Abhängigkeiten innerhalb der Kapselungsgrenzen (hier: innerhalb eines Subsystems)
  - Starke Kohärenz: Die Klassen im Subsystem haben ähnliche Aufgaben und sind untereinander verknüpft (durch Assoziationen)
- Kopplung = Maß der Abhängigkeiten zwischen den Kapselungsgrenzen (hier: zwischen den Subsystemen)
  - Starker Kopplung: Modifikation eines Subsytems hat gravierende Auswirkungen auf die anderen (Wechsel des Modells, breite Neukompilierung, usw.)
- Ziel: Wartbarkeit
  - Die meisten Abhängigkeiten sollten innerhalb einzelner Subsysteme bestehen, nicht über die Subsystemgrenzen hinweg.
- Kriterien
  - Subsysteme sollten maximale Kohärenz und minimale Kopplung haben

Beispiel: Kopplung und Kohärenz

- Gegeben folgende drei Klassen. Die Pfeile zeigen Abhängigkeiten (Feldzugriffe, Methodenaufrufe):



Klasse mit 2 unabhängigen Kohäsionseinheiten
→ aufsplitten in 2 Klassen!

Kaum Kohäsion.
→ b_1, b_2 ungenutzt
→b1 gehört nach A!
→ b2 - b4 gehören nach C!

Völlig unkohäsive Klasse.
B kümmert sich mehr um C-Elemente als C selbst!

universitätbonn

7.3 Implementierung von Subsystemen

1. Einheitlicher Einstiegspunkt → „Facade“ Pattern
2. Einziger Einstiegspunkt → „Singleton“ Pattern

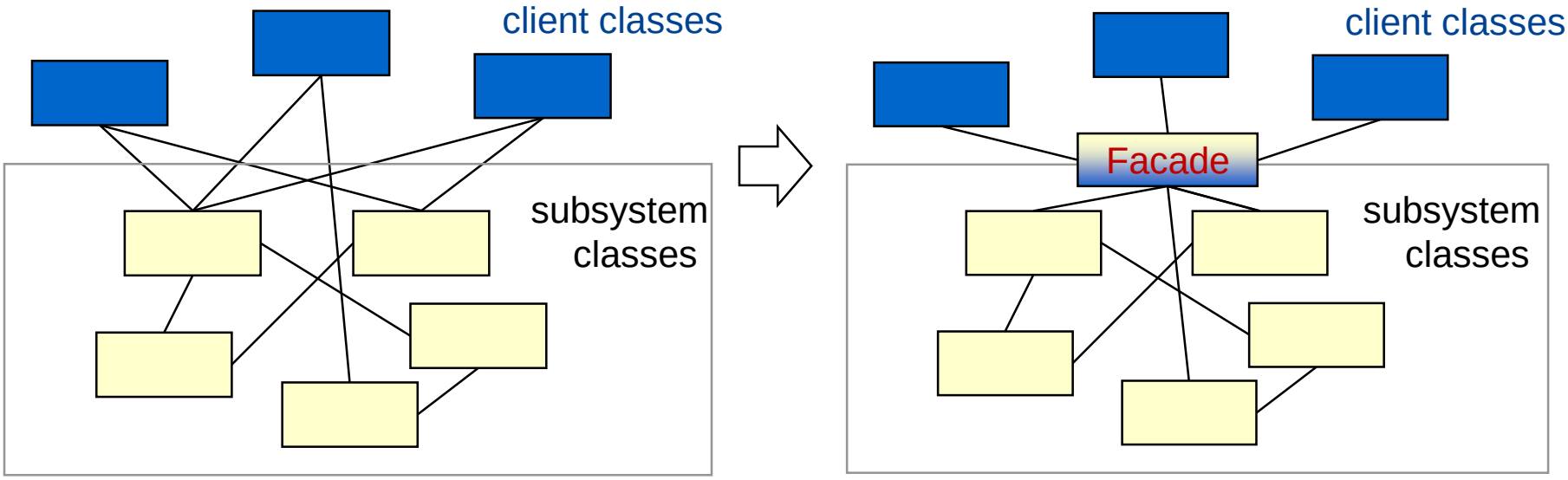
universitätbonn

7.3.1 Das Facade Pattern

Facades als Einstiegspunkte in Subsysteme

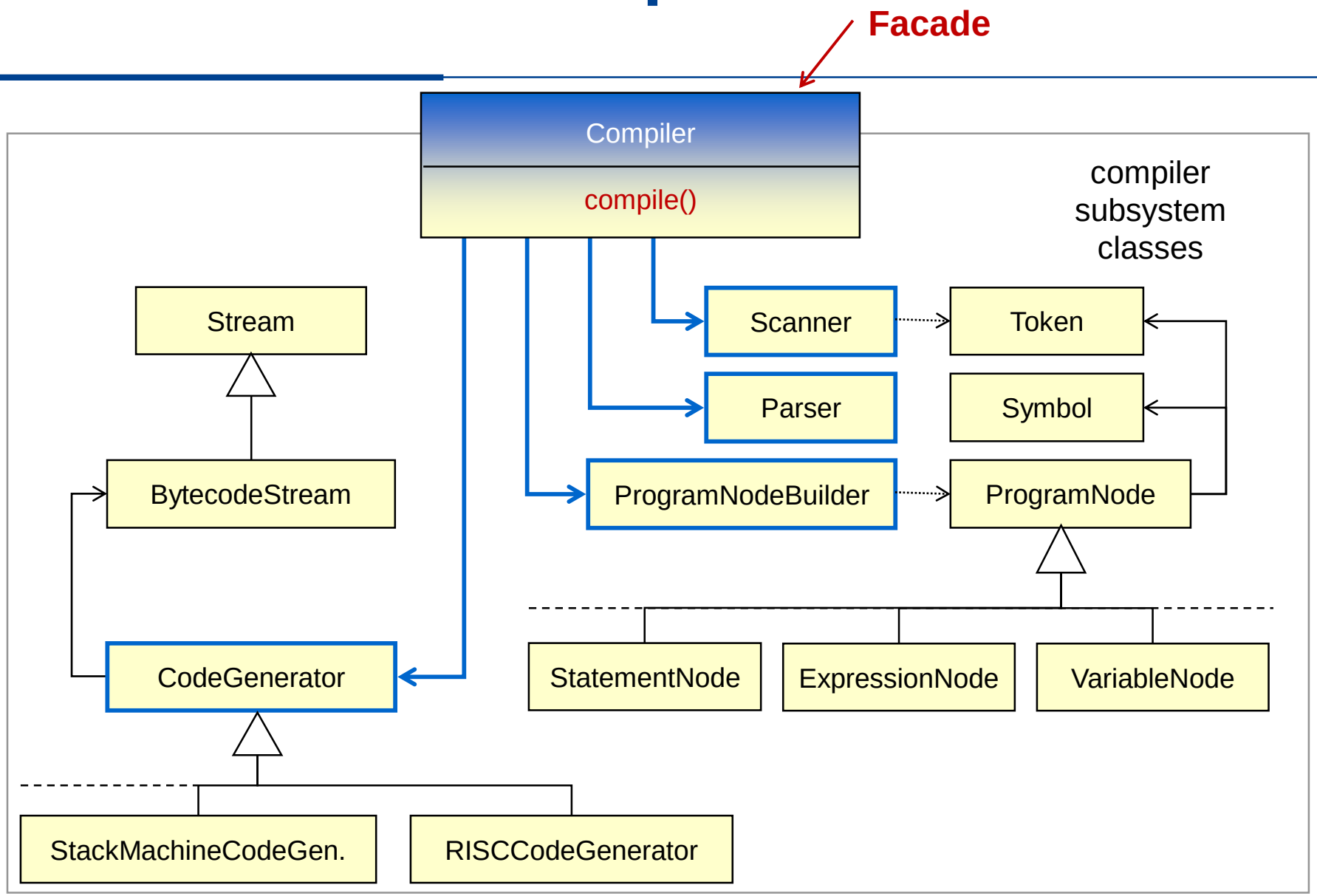
Subsystem-Implementierung mit „Façade Pattern“

- Absicht
  - Abhängigkeiten der Clients von der Struktur eines Subsystems reduzieren



- Idee: Façade = “Dienst”-Objekt
  - Funktionen einer Menge von Klassen eines Subsystems zu einem Dienst zusammenfassen
  - Objekt, das den Dienst eines Subsystems nach außen darstellt
  - Bietet alle Methoden des Dienstes
  - Vorteil: Clients müssen nichts über die Interna des Subsystems wissen

Facade Pattern: Beispiel



Facade Pattern: Anwendbarkeit

- Viele Abhängigkeiten zwischen Klassen
  - Reduzieren durch Facade-Objekte
- Einfaches Interface zu einem komplexen Subsystem
  - Einfache Dinge einfach realisierbar (aus Client-Sicht)
  - Anspruchsvolle Clients dürfen auch "hinter die Facade schauen"
    - ⇨ zB für seltene, komplexe Anpassungen des Standardverhaltens
- Hierarchische Strukturierung eines System
  - Eine Facade als Einstiegspunkt in jede Ebene

Facade Pattern: Konfigurierbarkeit

Beispiel: Verwendung des „StackMachineCodeGenerator“ versus „RISCCodeGenerator“

Realisierungsalternativen

- Eigene Facade-Subklasse pro Konfiguration

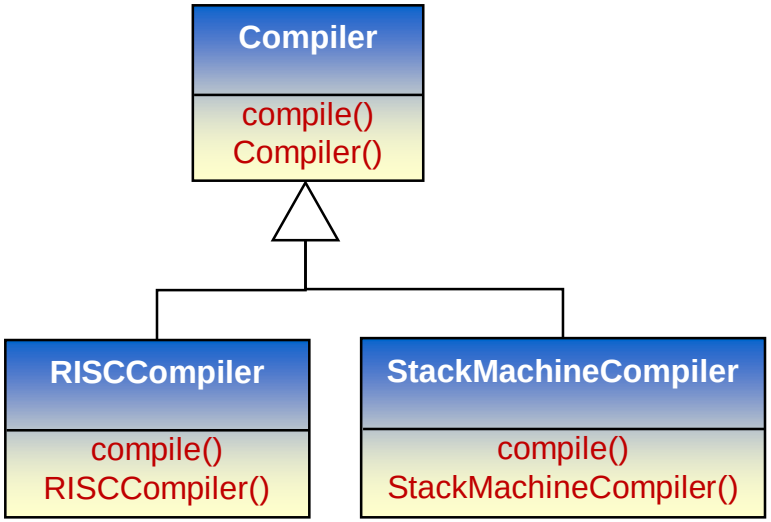
  oder

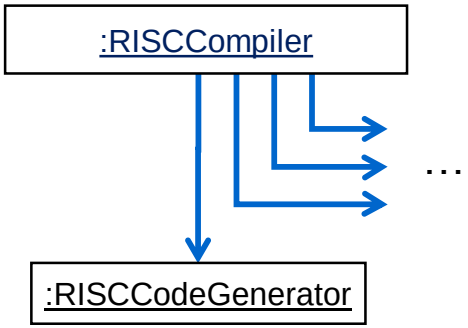
- Nur eine Facade-Klasse deren Instanzen durch das explizite Setzen verschiedener Subsystem-Objekte konfiguriert werden

➢ Grafik hierzu siehe nächste Seite

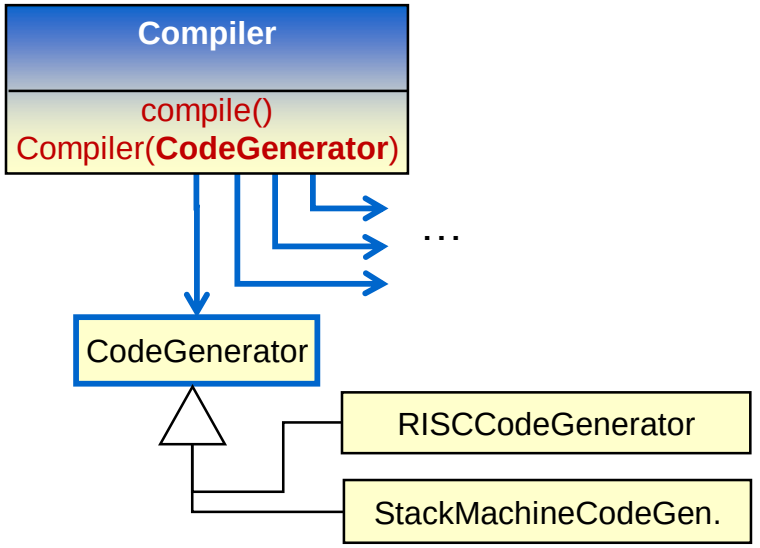
Facade Pattern: Konfigurierbarkeit

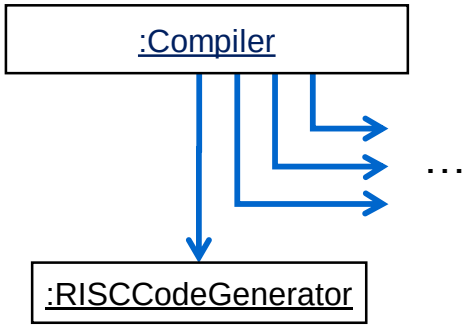
Konfiguration = Subklasse





Konfiguration = Parameter



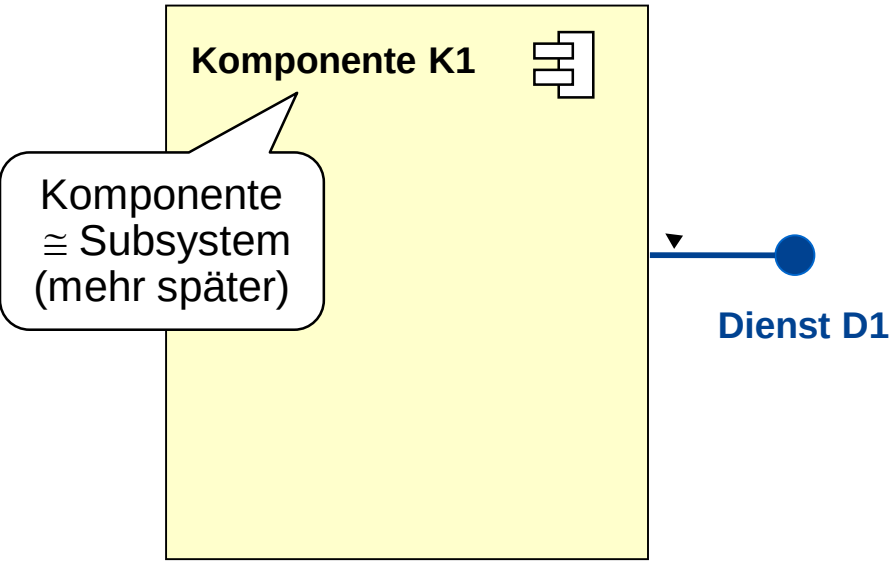


Façade als Realisierung eines Dienstes

Black-Box Sicht

Komponente bietet der Außenwelt einen Dienst

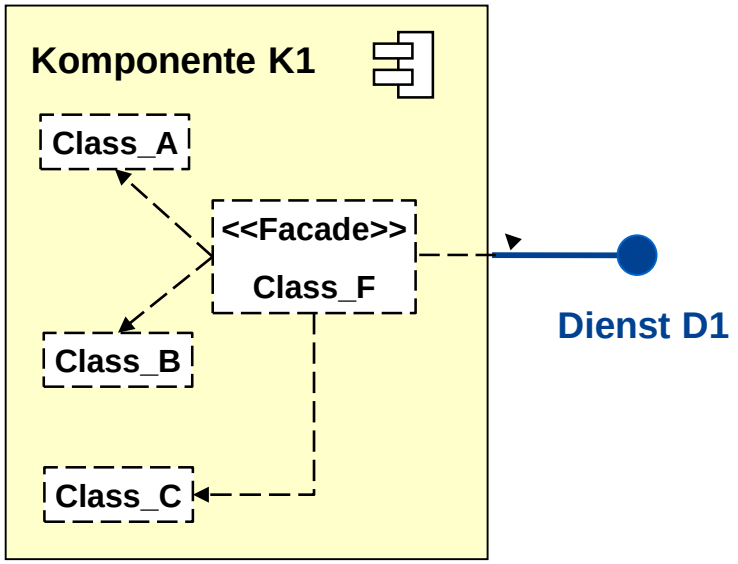
- K1 bietet D1
- Wie das geschieht ist egal



Interne Sicht

Dienst wird intern durch eine Façade implementiert

- Class_F implementiert D1 und agiert als Façade



universitätbonn

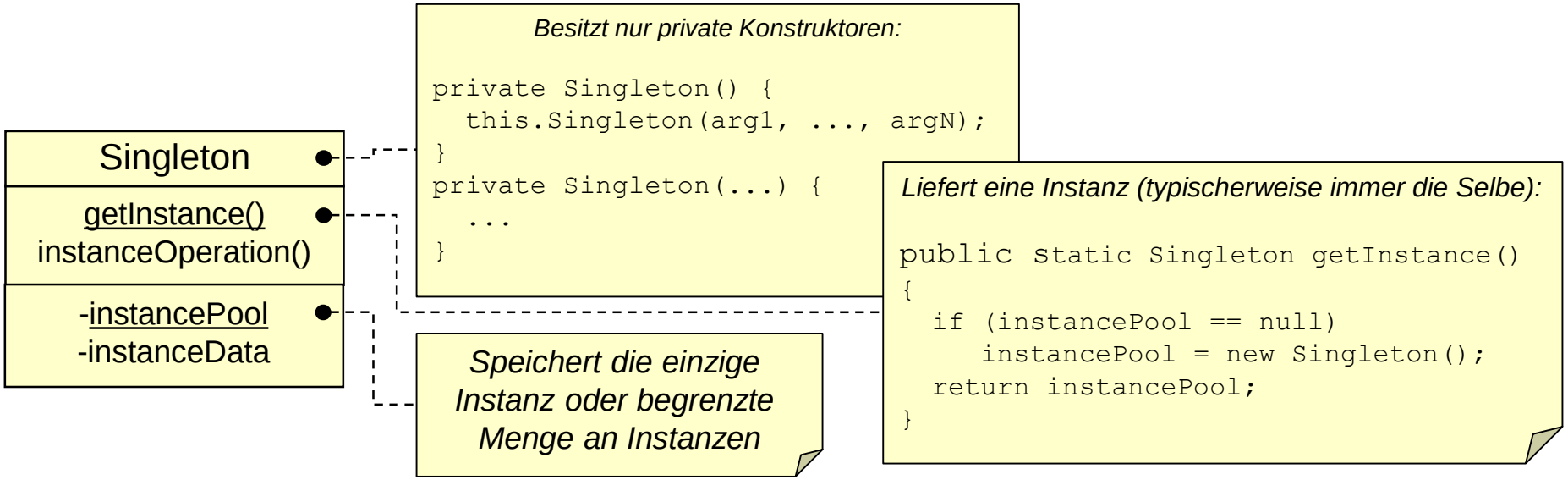
7.3.2 Das Singleton Pattern

Facades sind typischerweise Singletons

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

universitätbonn

7.4 Beispiel: Vom Analysemodell zur Systemdekomposition

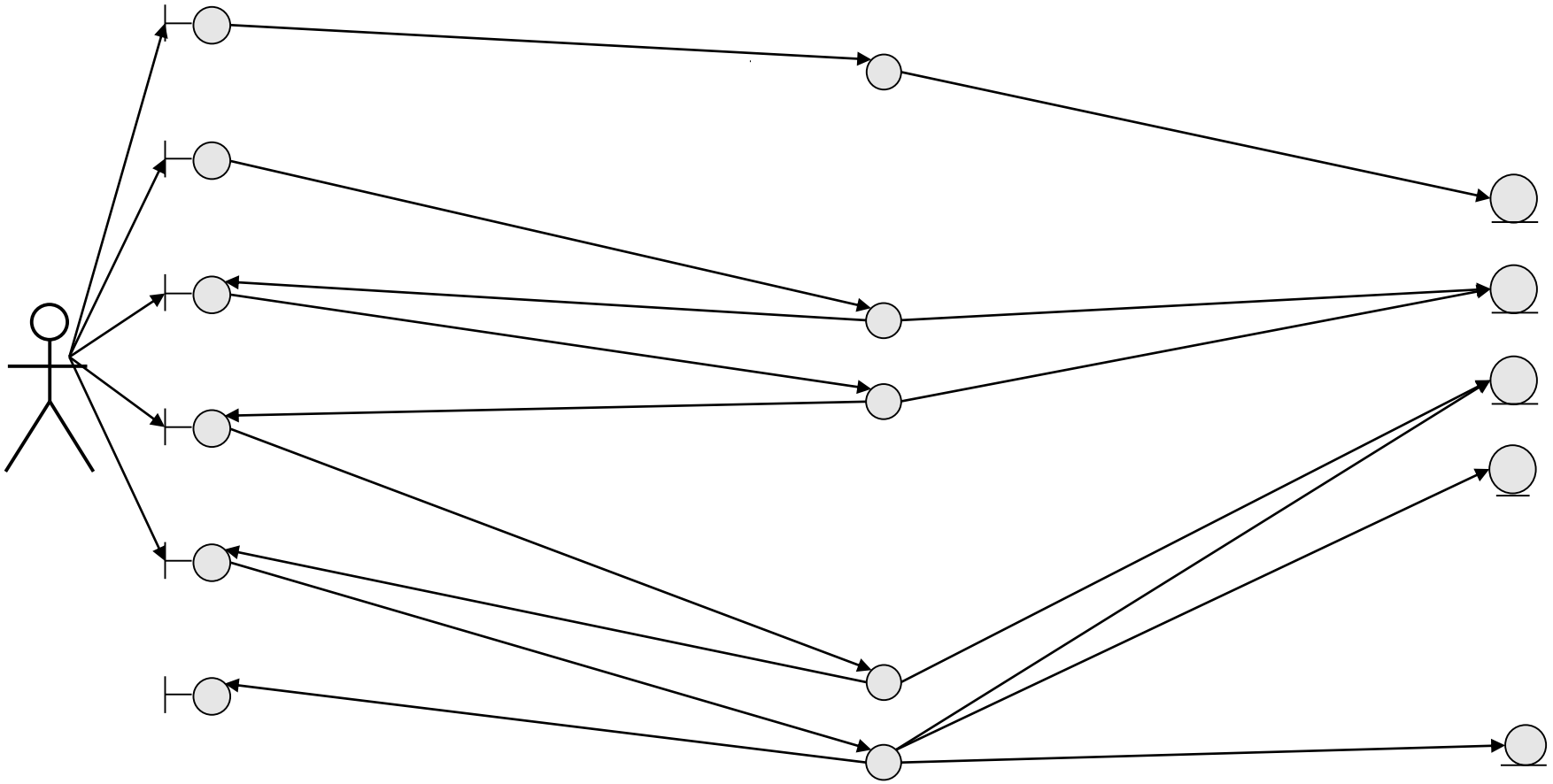
Gruppieren nach ähnlichen Funktionalitäten

Angebotene und genutzte Dienste identifizieren (Schnittstellen)

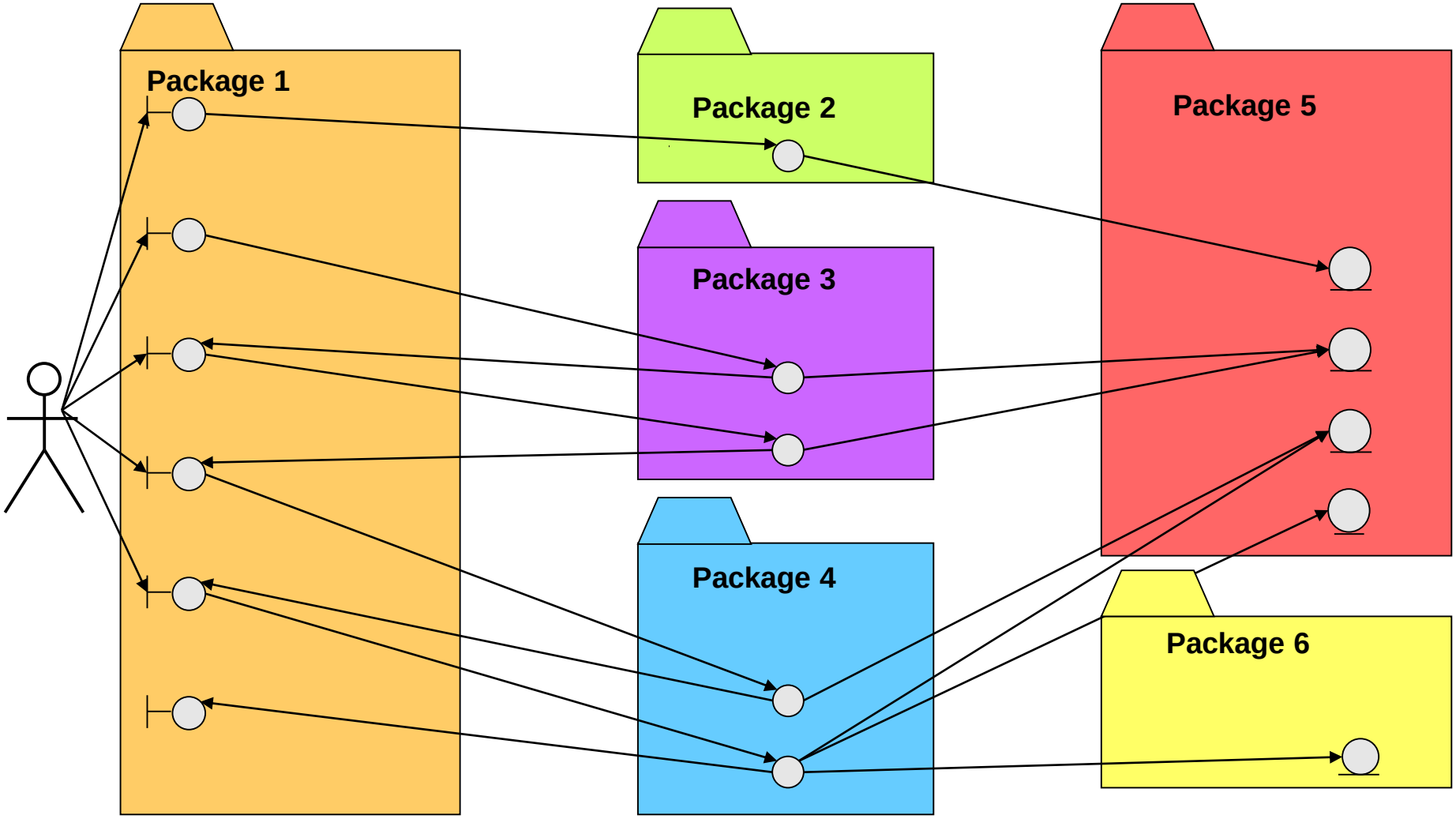
Subsysteme einführen (Komponenten)

Facades als Einstiegspunkte in die Subsysteme hinzufügen

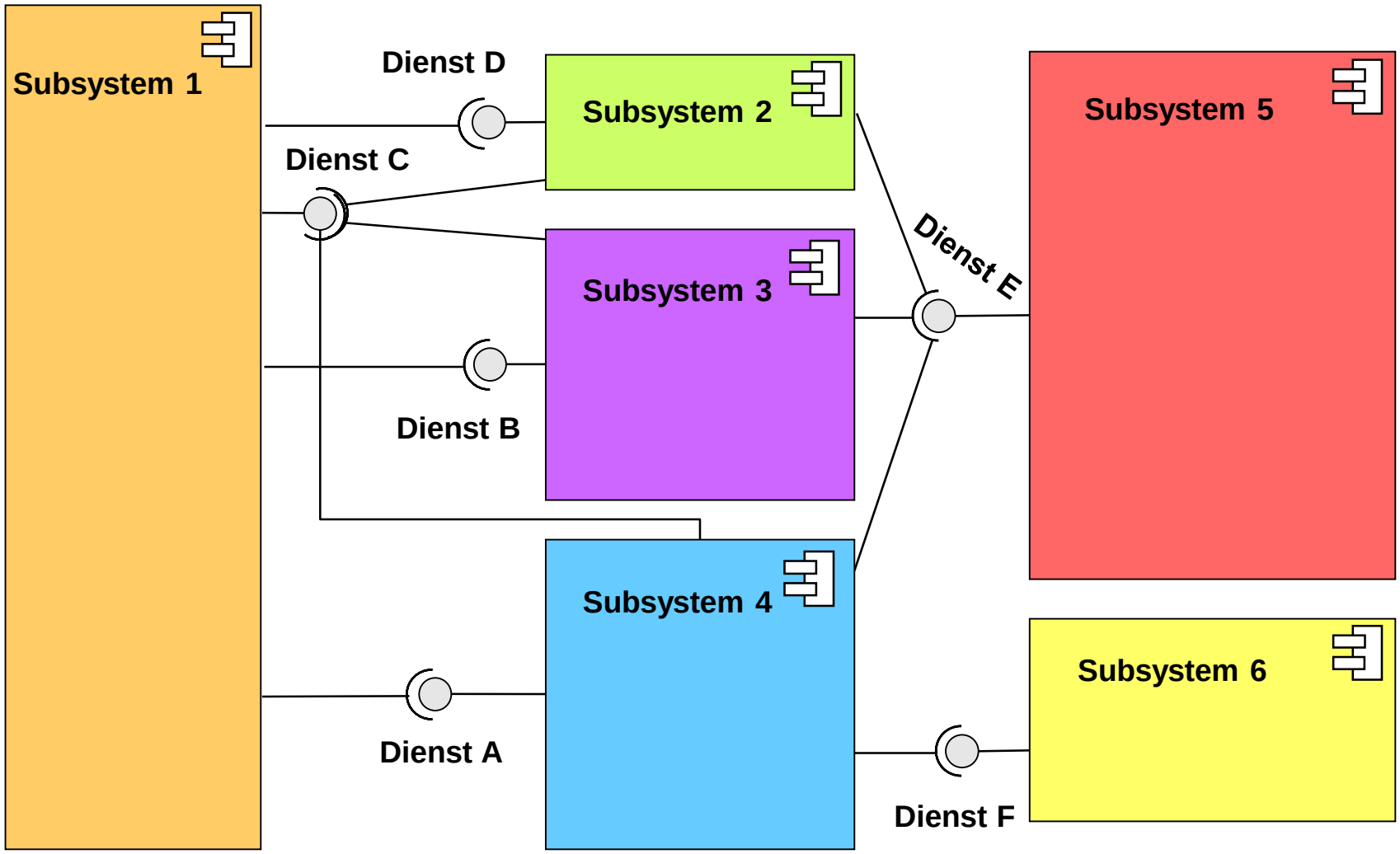
Ausgangspunkt: Objektmodell der Analyse



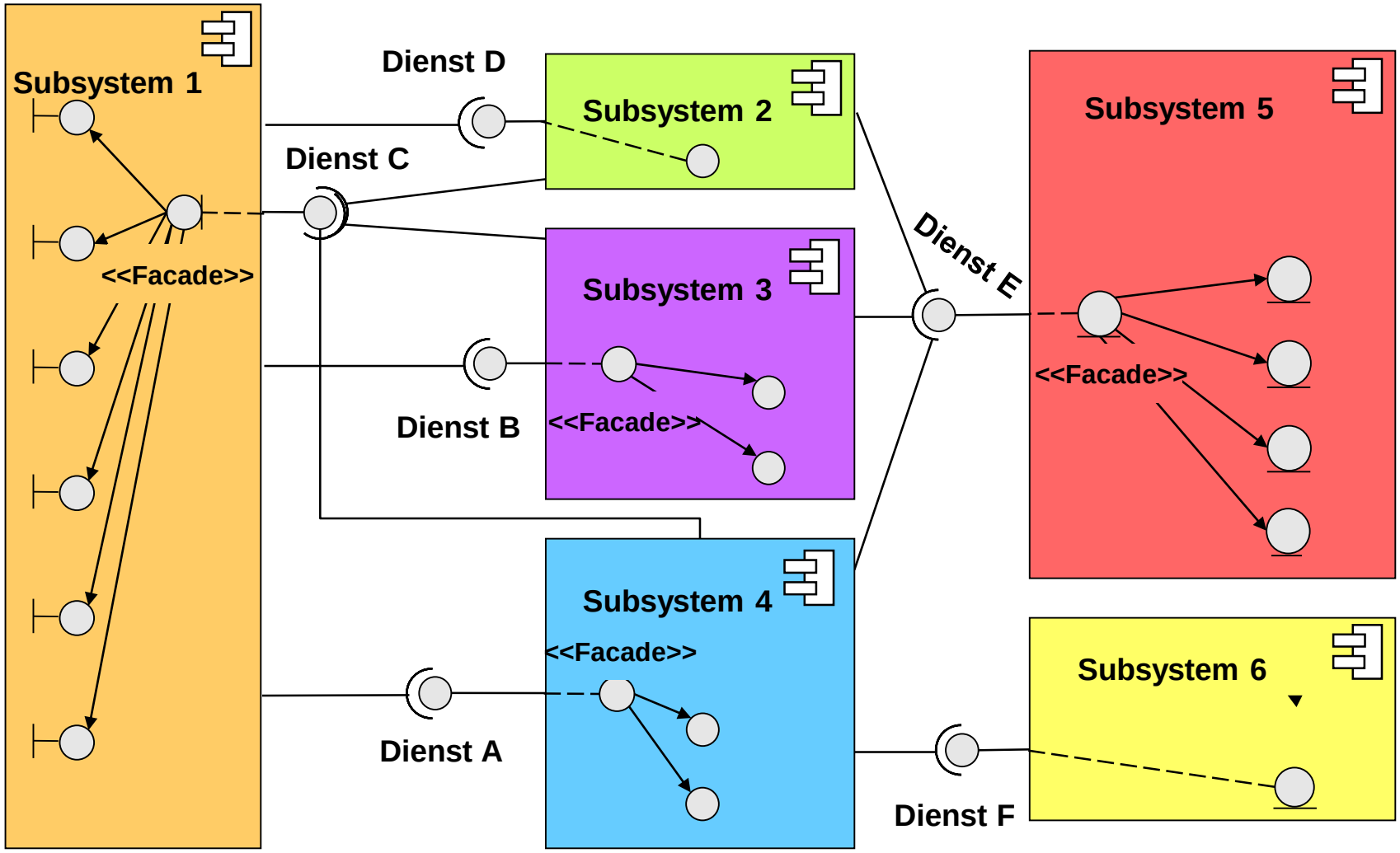
Gruppierung in Packages
reduziert keine Abhängigkeiten ☹



System-Dekomposition: Komponenten bieten und nutzen Dienste



System-Dekomposition: Dienste-Realisierung mit Facades



Namensräume versus Subsysteme

Die zwei vorherigen Folien illustrieren, dass Subsysteme viel mehr sind als Packages

- Packages sind nur Namensräume, keine Kapselungseinheiten
  - Sie verhindern zufällige Namensgleichheit, erlauben aber Zugriff (via import-Mechanismus)
  - Sie haben keine eigene Kapselungsgrenze (keine Schnittstelle)
  - Sie reduzieren somit nicht die Abhängigkeiten (siehe vorvorherige Folien)
- Subsysteme werden als Komponenten (s. nächster Abschnitt) realisiert
  - Sie haben klar definierte Kapselungsgrenzen (Schnittstellen)
  - Sie begrenzen somit die möglichen Abhängigkeiten (da nur über die Schnittstellen zugegriffen werden kann)

Aufgabe (Diskussion mit Kollegen)

- Überlegen, Sie ob das vorherige Beispiel eine gute oder schlechte Dekomposition darstellt.
- Diskutieren Sie, was für eine Systemdekomposition „gut“ oder „schlecht“ ist.
- Kategorisieren Sie die Dekomposition aus dem Beispiel als eine der nachfolgend vorgestellten Software-Architekturen.
- Passt es genau? Brauchen Sie Änderungen damit es passt?

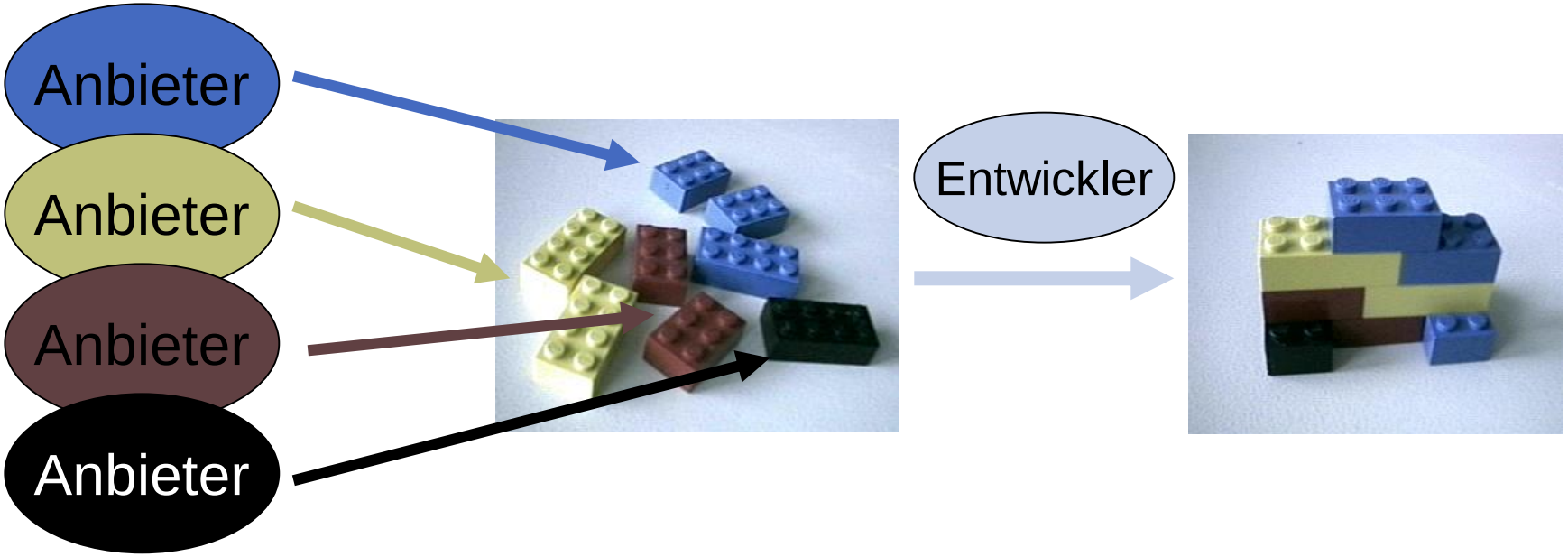
Patterns für Subsysteme

- Facade
  - Subsystem abschirmen (gerade vorgeführt)
- Singleton
  - Nur eine einzige Facade-Instanz erzeugen
- Proxy
  - Stellvertreter für entferntes Subsystem
- Adapter
  - Anpassung der realen an die erwartete Schnittstelle
- Bridge
  - Entkopplung der Schnittstelle von der Implementierung

universitätbonn

7.5 Von Subsystemen zu Komponenten

Intuitive Vorstellung



Komponenten-Definition

- Clemens Szyperski , WCOP 1996
  - „Eine Softwarekomponente ist eine Kompositionseinheit mit vertraglich spezifizierten Schnittstellen und nur expliziten Kontextabhängigkeiten."
  - „Eine Softwarekomponente kann unabhängig eingesetzt werden und wird von Dritten zusammengesetzt."

- Literatur
  - Workshop on Component-Based Programming (WCOP) 1996
  - Clemens Szyperski:
    „Component Software – Beyond Object-Oriented Programming“,
    Addison Wesley Longman, 1998.
  - Clemens Szyperski, Dominik Gruntz, Stephan Murer:
    „Component Software – Beyond Object-Oriented Programming“,
    Second Edition, Pearson Education, 2002.

Ziele

- Plattformunabhängige Wiederverwendung von Komponenten
  - günstigere,
  - bessere und
  - schnellere Softwareentwicklung.
- Unterstützung für flexibel anpassbare Geschäftsprozesse
  - Einfach existierende Dinge zu einem neuen Verbund zusammensetzen
- Fokus auf intelligente Anwendung anstatt der wiederholten (Neu-) Entwicklung des gleichen Basisfunktionalitäten
- Märkte für Komponenten
  - Möglichkeit Komponenten von Drittanbietern zu kaufen
  - Möglichkeit Komponenten an andere zu verkaufen

Charakteristika Komponentenbasierter Softwareentwicklung

- Strikte Trennung zwischen Schnittstellen und Implementierung
  - Die Schnittstellenspezifikation enthält alle Informationen die ein potentieller Benutzer kennen muss. Es gibt keine anderen Kontextabhängigkeiten.
- Verfügbarkeit als Binärcode
  - Komponenten werden in ausführbarer, binärer Form für viele Plattformen geliefert. Quellcode ist nicht erforderlich.
- Plattformunabhängigkeit
  - Komponenten können auf einer Vielzahl von Rechnerumgebungen / Betriebssystemen eingesetzt werden.
- Ortstransparenz
  - Komponenten verwenden oft in Verbindung mit Middleware-Systemen eingesetzt, so dass man nicht wissen braucht, wo sich einzelne Komponenten zur Laufzeit befinden.

Charakteristika Komponentenbasierter Softwareentwicklung

- Wohldefinierter Zweck, der mehr als ein einzelnes Objekt umfasst
  - Eine Komponente ist auf ein spezifisches Problem spezialisiert
- Wiederverwendbarkeit
  - Als domänenspezifische Abstraktionen erlauben Komponenten Wiederverwendung auf Ebene von (Teil-)Anwendungen
- Kontextfreiheit
  - Die Integration von Komponenten sollte unabhängig von einschränkenden Randbedingungen sein.
- Portabilität und Sprachunabhängigkeit
  - Es sollte möglich sein, Komponenten in (fast) jeder Programmiersprache zu entwickeln.

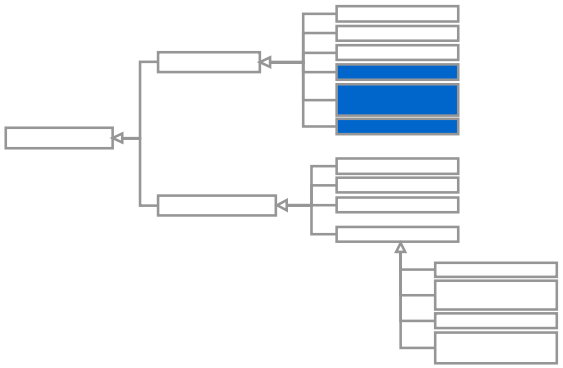
Charakteristika Komponentenbasierter Softwareentwicklung

- Reflektive Fähigkeiten
  - Komponenten sollten Reflektion unterstützen, so dass die von Ihnen angebotenen und benötigten Dienste durch Introspektion bestimmt werden können.
- Plug & Play
  - Komponenten sollten leicht einzusetzen sein.
- Konfiguration
  - Komponenten sollten parametrisierbar sein, damit sie leicht neuen Situationen angepasst werden können.
- Zuverlässigkeit
  - Komponenten sollten ausgiebig getestet werden.

Charakteristika Komponentenbasierter Softwareentwicklung

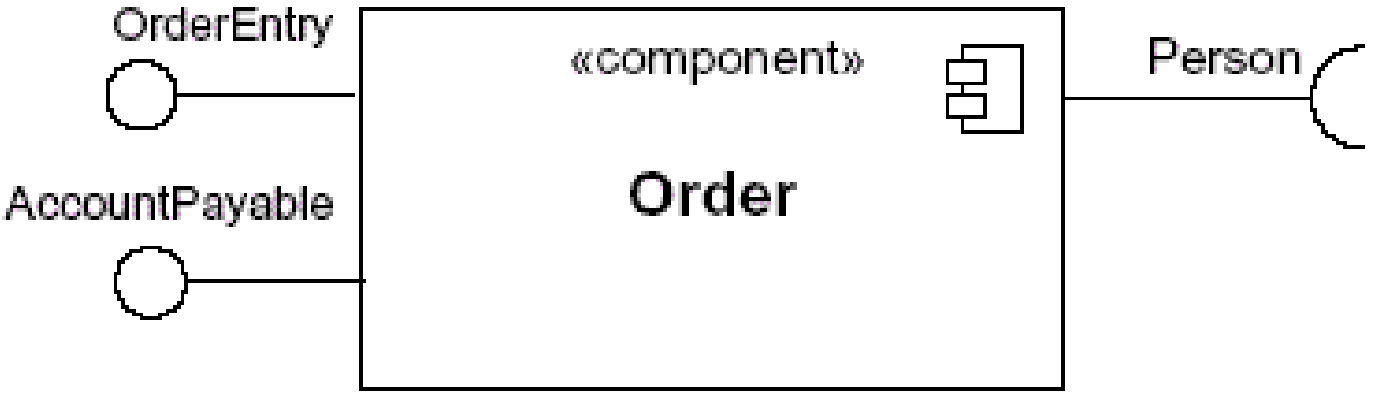
- Eignung für Integration / Komposition
  - Es sollte möglich sein, Komponenten zu komplexeren Komponenten zusammenzusetzen. Komponenten müssen miteinander interagieren können.
  - Unterstützung für visuelle Kompositionswerkzeuge

7.5.1 Komponentendiagramme



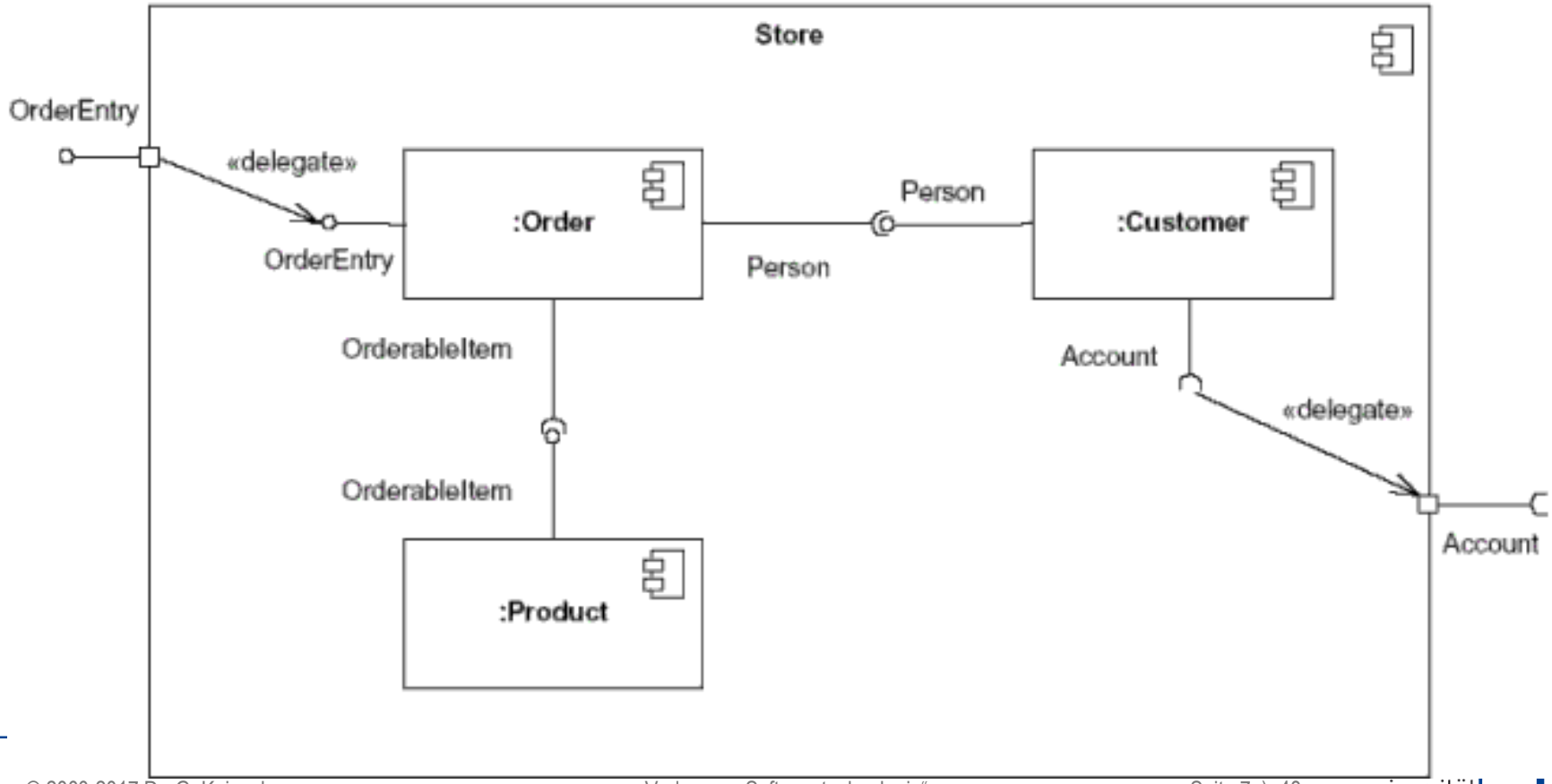
Komponenten

- Kernidee → Nur explizit spezifizierte Kontextabhängigkeiten
  - Daher auch „benutzte Schnittstellen“ beschreiben!.
- Beispiel
  - Die Komponente „Bestellung“ (Order) braucht einen „Person“-Dienst um die eigenen Dienste anbieten zu können.



Komponenten: Beispiel

- Komposition
  - Die „Order“-Komponente nutzt den „Person“-Dienst von „Customer“
- Hierarchische Komponenten
  - Die „Store-Komponente besteht ihrerseits aus drei Unterkomponenten

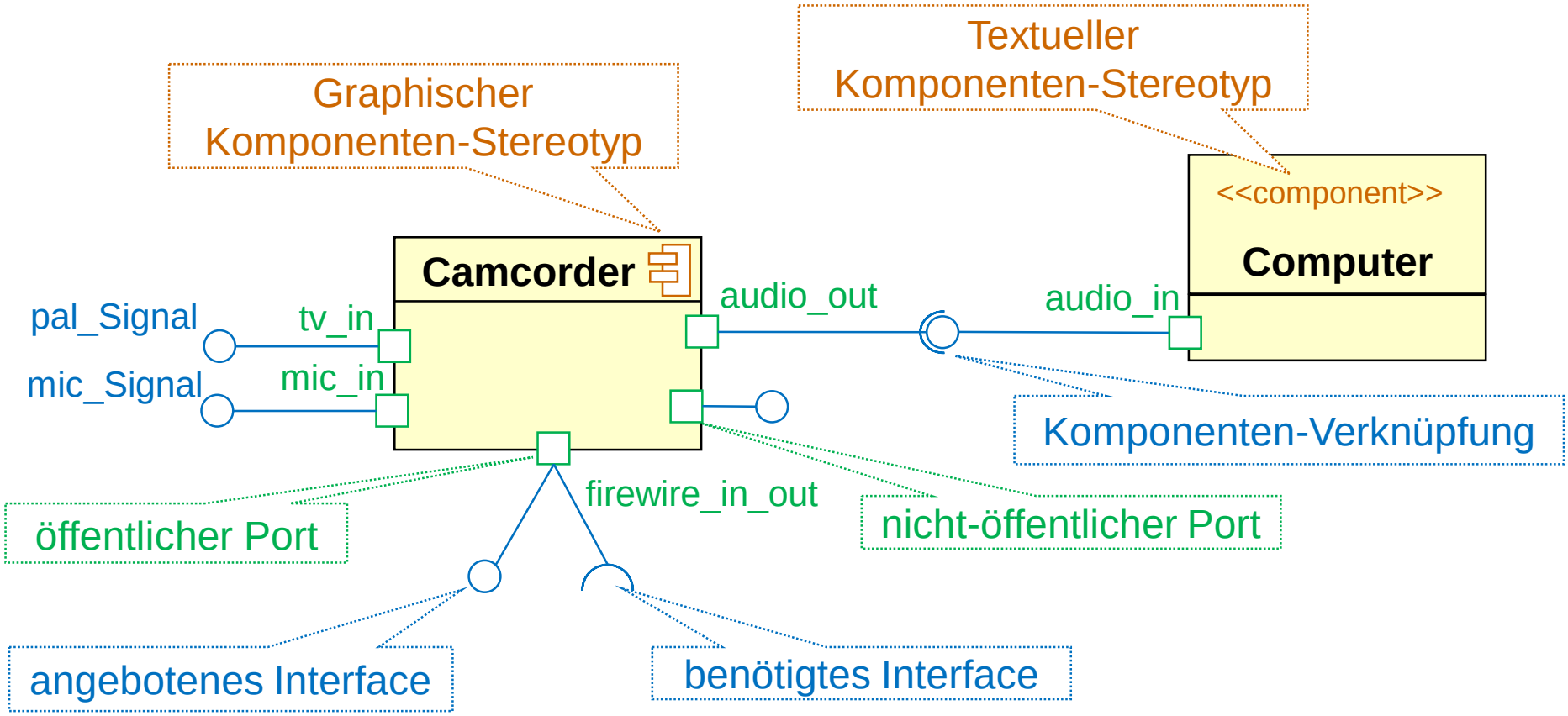


Komponentendiagramme (ab UML 2.0)

Komponentendiagramm zeigt Komponenten und deren Abhängigkeiten

- Komponenten kapseln beliebig komplexe Teilstrukturen
  - Klassen, Objekte, Beziehungen oder ganze Verbünde von Teilkomponenten (→ hierarchische Komposition)
  - Quellcode, Laufzeitbibliotheken, ausführbare Dateien, …
- Komponenten haben wohldefinierten Schnittstellen
  - Angebotene Schnittstellen (‚provided interfaces‘)
  - Benötigte/benutzte Schnittstellen (‚required interfaces‘)
- Komponenten bieten ‚Ports‘
  - Ein Port ist Name für eine Menge zusammengehöriger Schnittstellen
  - Verschiedene Ports (Namen) für mehrfach vorhandene gleiche Schnittstelle (z.B. mehrere USB-Schnittstellen am gleichen Gerät)

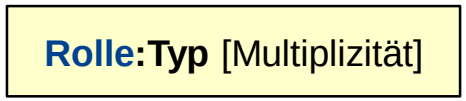
Komponentendiagramm-Elemente an einem Beispiel



Komponenten und Rollen (‚Parts')

Komponenten können in Klassendiagrammen verwendet werden und umgekehrt

- Rollen (‚Parts')
  - Der gleiche Typ (Interfaces oder Klasse) kann in verschiedenen Komponenten verschiedene Rollen spielen.
    - ⇨ „Das engl. Wort „Part" heißt in diesem Kontext „Rolle", nicht „Teil"!
  - Notation
    - ⇨ Rollen mit Multiplizität



    - ⇨ Rolleninstanzen

universitätbonn

7.6 Spezielle Komponentenmodelle

Verfeinerung von Schnittstellen durch „Behaviour Protocolls“

Übersicht von Komponentenmodellen

Interaktionsspezifikation durch „Behaviour Protocoll“

- Gegeben
  - Folgende Schnittstelle

DB_Interface
open(DB_descr) : Connection close(Connection) query(Connection,SQL) : ResultSet getNext(ResultSet) : Result

- Problem
  - Wir wissen trotzdem nicht, wie das beabsichtigte Zusammenspiel der einzelnen Methoden ist.
  - Kann man die Methoden in jeder beliebigen Reihenfolge aufrufen?

- Lösung
  - Zu jedem Typ wird sein „Verhaltensprotokoll“ mit angegeben
  - Es ist ein regulärer Ausdruck der legale Aufrufsequenzen und Wiederholungen spezifiziert
- Beispiel
  - „Erst Verbindung zur Datenbank erstellen, dann beliebig oft anfragen und in jedem Anfrageergebnis beliebig oft Teilergebnisse abfragen, dann Verbindung wieder schließen.“

```
protocoll DB_Interface_Use =
    open(DB_descr) ,
     ( query(Connection,SQL) : ResultSet ,
       ( getNext(ResultSet) : Result )*
     )* ,
    close(Connection)
```

SOFA (Software Appliances) Component Model

- SOFA Component (http://dsrg.mff.cuni.cz/sofa)
  - 1. provided and required interfaces
  - 2. frame (black-box view)
  - 3. architecture (gray-box view)
  - 4. connectors (abstract interaction)
  - 5. behavior protocols associated with 1., 2. ,3.

- Behaviour Protocol
  - incomming event (!)
  - outgoing event (?)
  - regular expression describing legal event sequences

- Example
  - !open, [!query, [!getNext]*]*, !close

- Behaviour protocols enable verification of composition

Weiterführende Literatur zu „Behaviour Protocolls“

„SOFA / DCUP“ Projekt an der Karls-Universität Prag, Prof. Plasil und Mitarbeiter

- http://dsrg.mff.cuni.cz/projects.phtml?p=sofa&q=0
- Hierachische Komponenten mit „angebotenen“ und „benutzten“ Schnittstellen
- Spezifikation von Behaviour Protocols für beide Arten von Schnittstellen
- Automatische Verifikation der Protokolleinhaltung bei der Komposition von Komponenten
  - Horizontale Verbindung von „frames“ untereinander
  - Vertikale Verbindung von „frame“ mit seiner „architecture“
- Das ganze sogar bei dynamischen Updates der Komposition (d.h. Ersetzung von Komponenten zur Laufzeit)

Übersicht über existierende Komponentenmodelle

	Modell	*IDL*	*Schnittstellen*	*Ereignisse*	*Konfiguration*	*Komposition*
Microsoft	**COM/DCOM**	ja	nur provided	durch Schnittstellen	nein	nein
	COM+	ja	nur provided	Ereignis-dienst	Kataloge	nein
	.NET	Gemeinsames Typsystem	nur provided	Nachrichten-server	Einsatz-beschreibung	nein
Java	**JavaRMI**	nein	nur provided	durch Schnittstellen	nein	nein
	JavaBeans	nein	nur provided	durch Schnittstellen	Binärdatei	nein
	EJB	nein	nur provided	durch Schnittstellen	Einsatz-beschreibung	nein
OMG	**CORBA**	ja	nur provided	Ereignis-dienst	nein	nein
	CCM	ja	provided und required	Quellen und Verbraucher	Komponenten-beschreibung	Kompositions beschreibung
	SOFA	ja	provided und required und **behaviour protocols**	Quellen und Verbraucher	Komponenten- und Einsatz-beschreibung	Kompositions beschreibung