universitätbonn

Kapitel 7c)
Systementwurf – „Übergeordnete Belange“

Stand: 21.11.2017

Überblick

- Dekomposition (vorhergehender Abschnitt)
  - 0. Überblick über das Systementwurf
  - 1. Entwurfsziele
  - 2. Dekomposition in Subsysteme

- Klärung übergeordneter Belange („Crosscutting Concerns“)
  - 3. Nebenläufigkeit
  - 4. Hardware/Software Zuordnung
  - 5. Management persistenter Daten
  - 6. Globale Ressourcenverwaltung und Zugangskontrolle
  - 7. Programmsteuerung
  - 8. Grenzfälle

3. Nebenläufigkeit

- Identifizieren nebenläufiger Ausführungsstränge und Behandeln von Fragen zur Nebenläufigkeit.

- Entwurfsziel: Reaktionszeit, Performance.

- Threads („Fäden“, „Stränge“)
  - Ein Thread ist ein Pfad durch eine Menge von Zustanddiagramme, wobei stets genau ein Objekt zur selben Zeit aktiv ist.
  - Ein Thread bleibt in einem Zustandsdiagramm bis ein Objekt einen Event an ein anderes Objekt sendet und auf einen anderen Event wartet
  - Thread (ab-)spaltung: Ein Objekt sendet ein asynchrones Event

Nebenläufigkeit (Fortsetzung)

- Zwei Objekte heißen inhärent nebenläufig, wenn sie zur gleichen Zeit Events empfangen können ohne zu interagieren
- Inhärent nebenläufige Objekte sollten verschiedenen Threads zugeordnet werden
- Objekte mit sich wechselseitig ausschließenden Aktivitäten sollten demselben Thread zugeordnet werden (Warum?)

Fragen zur Nebenläufigkeit

- Welche Objekte des Objektmodells sind unabhängig?
- Welche Threads sind identifizierbar?
- Bietet das System vielen Nutzern Zugriff?
- Kann eine einzelne Anfrage an das System in mehrere Teilanfragen zerlegt werden?
- Können diese Teilanfragen parallel abgearbeitet werden?

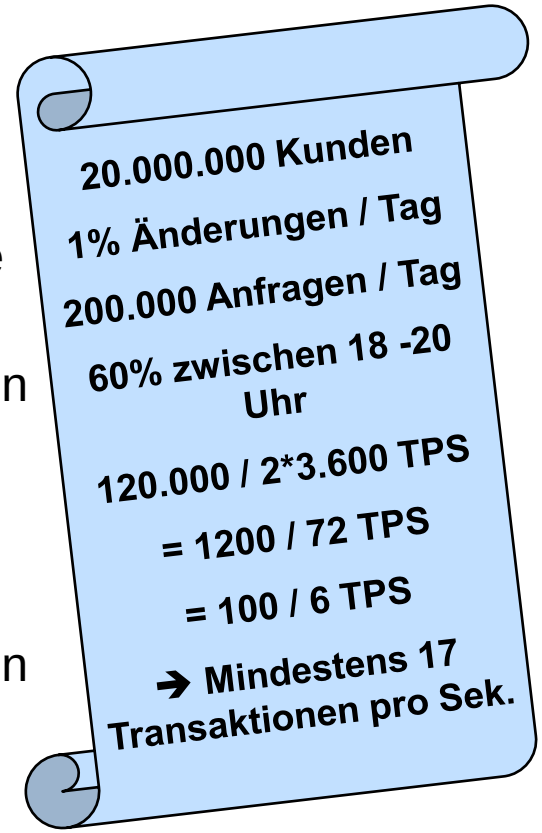
4. Hardware/Software Zuordnung

- Diese Aktivität befasst sich mit drei Fragen:
  - Wie sollen wir jedes einzelne Subsystem realisieren
    - ⇨ In Hardware oder in Software?
  - Welche Hard- / Software ist schon verfügbar?
    - ⇨ Komponenten von Drittanbietern die man nutzen kann
    - ⇨ Altsysteme die man integrieren muss
  - Wie wird das Objektmodell auf die gewählte Hard- und Software abgebildet?
    - ⇨ Objekte in die Realität abbilden → auf Rechner / Prozessor, Speicher, I/O
    - ⇨ Assoziationen in die Realität abbilden → auf Bus-/Netzwerktopologie

- Viele Schwierigkeiten beim Entwurf eines Systems sind die Folge von Kunden-Vorgaben bzgl. Hard- und Software.
  - „Wir haben gerade erst X Millionen für System Y ausgegeben…“
  - „Aufgabe X muss von Hard- /Software Y gelöst werden.“

Zuordnung von Objekten

- Auf Rechner / Prozessor
  - Ist die geforderte Berechnungsgeschwindigkeit zu hoch für einen einzelnen Prozessor?
  - Bringt die Verteilung der Aufgaben auf verschiedene Prozessoren einen Geschwindigkeitsgewinn?
  - Wie viele Prozessoren sind für den dauerhaft stabilen Betrieb unter Dauerlast notwendig?
- Auf Speicher
  - Ist genug Speicher vorhanden, um Belastungsspitzen abzufangen?
- Auf I/O
  - Reicht die Kommunikationsbandbreite zwischen den Hardware-Einheiten, auf denen Subsysteme eingesetzt werden, um die gewünschte Reaktionszeit zu garantieren?



Zuordnung der Assoziationen: Kommunikationstopologie

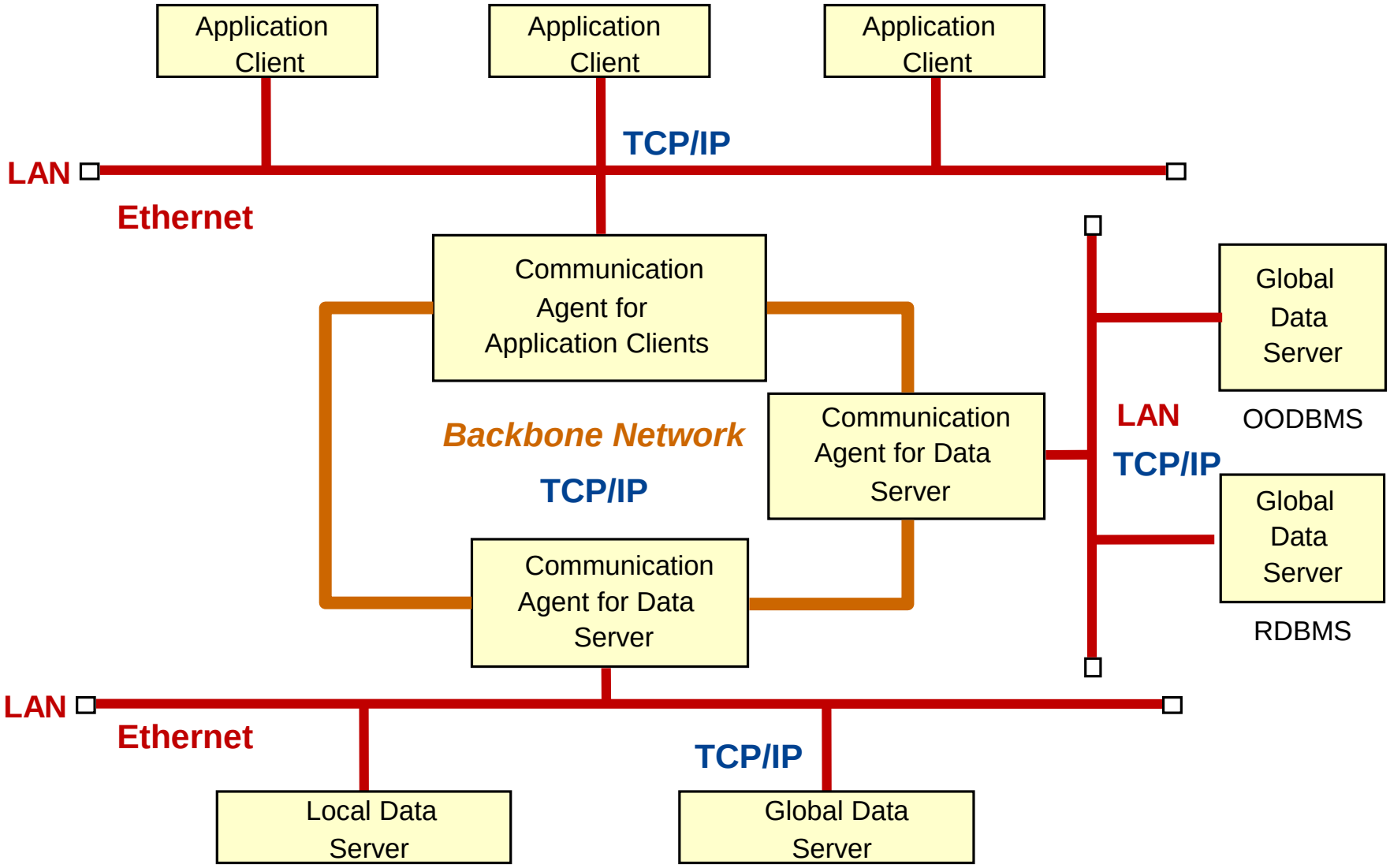
- Beschreibe die physikalische Topologie der Hardware
  - Entspricht oft der physikalischen Schicht in ISO's OSI Referenzmodell
    - ⇨ Welche Assoziationen werden auf physikalische Verbindungen abgebildet?
    - ⇨ Welche <<benutzt>>-Beziehungen aus dem Analyse-/Entwurfsmodell korrespondieren mit physikalischen Verbindungen?

- Beschreibe die logische Topologie (Assoziationen zwischen den Subsystemen)
  - Identifiziere Assoziationen, die nicht direkt auf physikalische Verbindungen abzubilden sind:
    - ⇨ Wie sollen diese Assoziationen implementiert werden?

Netzwerktopologie bei verteilten Systemen

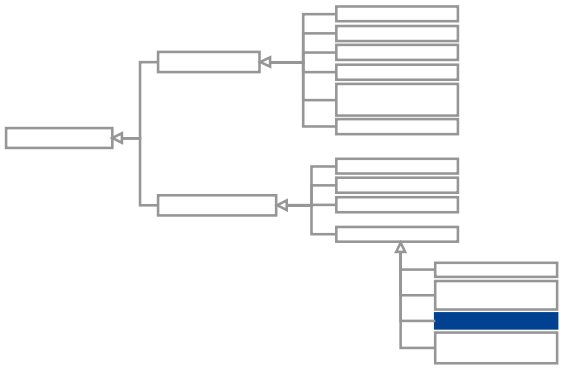
- Wenn die Architektur verteilt ist, müssen wir auch die Netzwerkarchitektur beschreiben (Kommunikationssubsystem).
- Zu stellende Fragen
  - Was ist das Übertragungsmedium? (Ethernet, Wireless)
  - Welche “Quality of Service” (QOS) ist vorhanden/erforderlich? Welche Art von Kommunikationsprotokollen können genutzt werden?
  - Sollen Interaktion asynchron, synchron oder sperrend sein?
  - Welche Anforderungen gibt es an die Bandbreite zwischen den Subsystemen?
    - ⇨ Stock Price Change -> Broker
    - ⇨ Icy Road Detector -> ABS System

Typisches Beispiel für physikalische Topologie



universitätbonn

Timing-Diagramme für Realzeitanforderungen

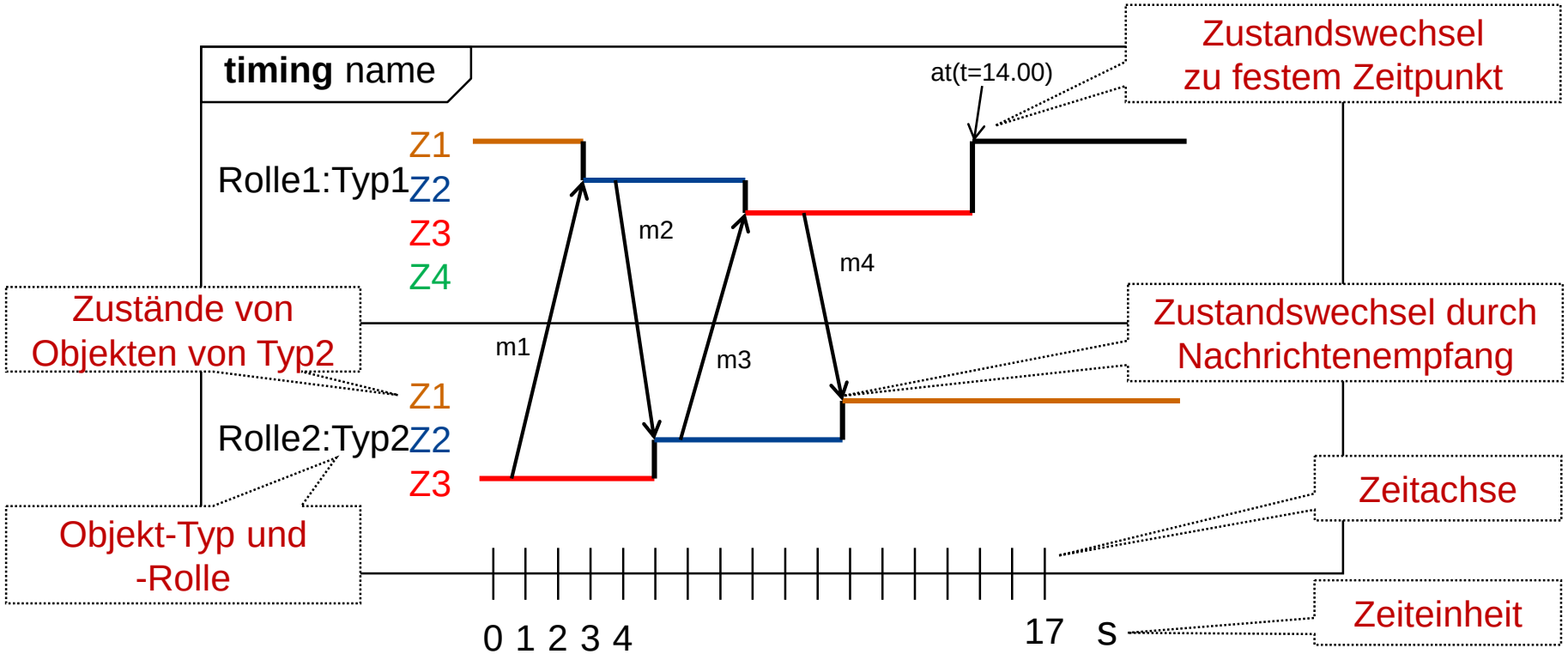


3a. Realzeitanforderungen

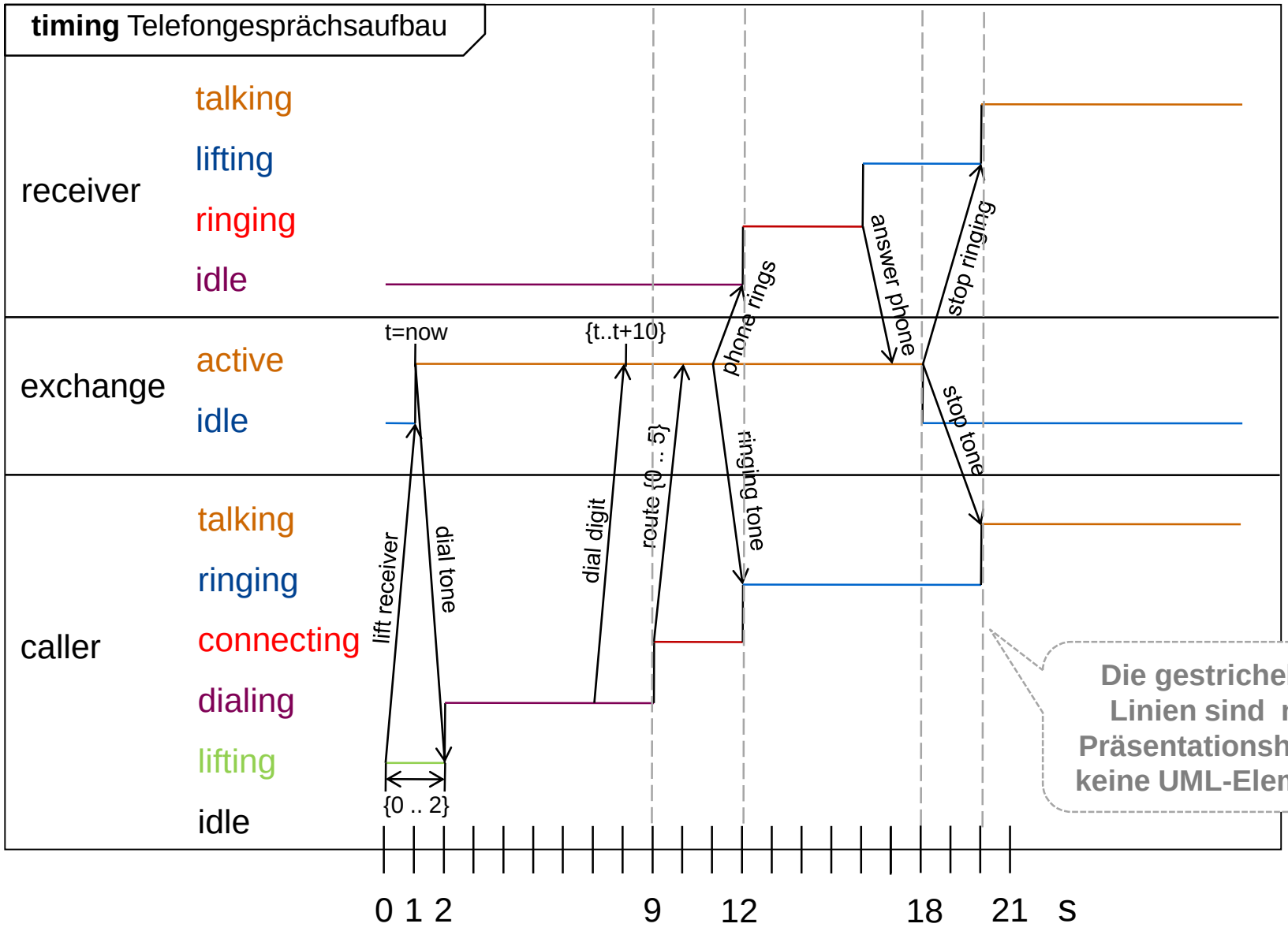
- Realzeitanforderungen bezeichnen Anforderungen an Software in einer bestimmten Zeitspanne zu reagieren oder etwas zu einem bestimmten Zeitpunkt zu tun
- Meistens geht es um sehr kurze Zeitspannen (Sekunden und alles darunter)
- Typischerweise bei "Eingebetteten Systemen" (Mischung aus Hard- und Software)
  - Im Fahrzeug- und Maschinenbau, Telekommunikation, Anlagen, …
- Dilemma
  - Software ist flexibler (leichter austauschbar und wartbar) und kostengünstiger
  - Aussagen über die absolute Zeit, die ein bestimmter Aufruf dauert sind aber sehr schwer zu treffen
    - ⇨ Problem "Dynamisches Binden": Was wird denn nun aufgerufen?
    - ⇨ Problem "Garbage Collection": Wann unterbricht sie evtl. einen Aufruf?
    - ⇨ …

Zeitverlaufsdiagramm (Timing Diagram)

- Modelliert zeitabhängige Zustandsübergänge der Interaktionspartner
  - Auslöser ist fester Zeitpunkt oder Nachrichtenaustausch
- Nützlich bei Interkationen mit zeitkritischem Verhalten (Realzeitanforderungen)
- Stellt exemplarischen Ablauf da (keine Kontrollstrukturen o.ä.)



Zeitdiagramm ▸ „Telefongespräch“

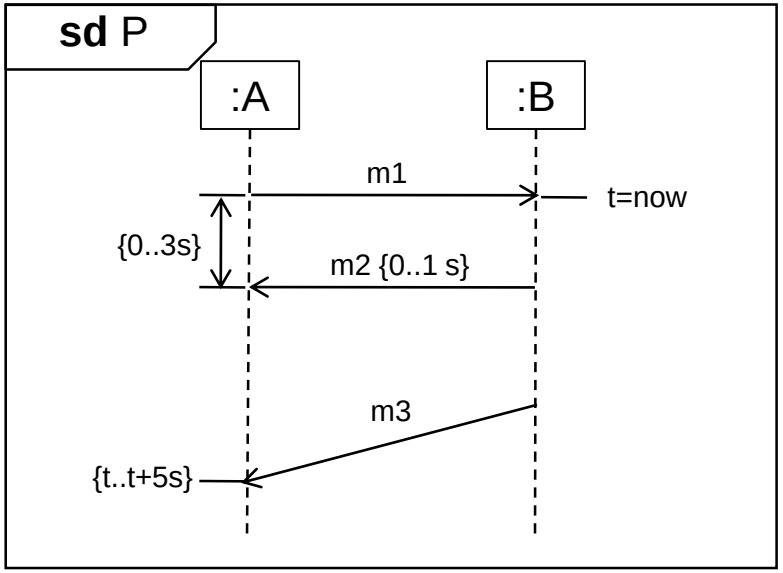


Sequenz- versus Zeitverlaufsdiagramm

Gleiche Zeitinformationen darstellbar (Zeitpunkt, relativer und absoluter Zeitraum)

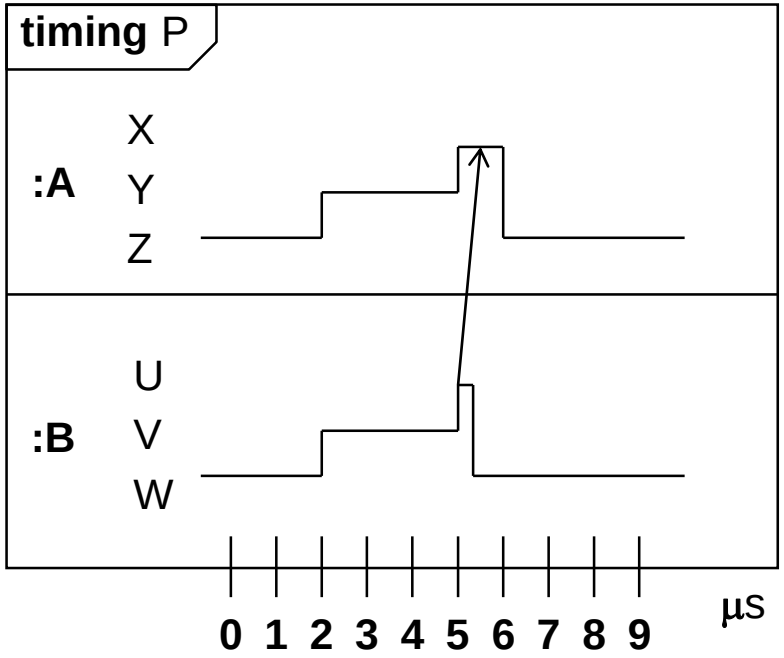
Sequenzdiaramm mit Zeit

- Kontrollstrukturen („Fragmente“ für Bedingung, Wiederholung, Abbruch, …)



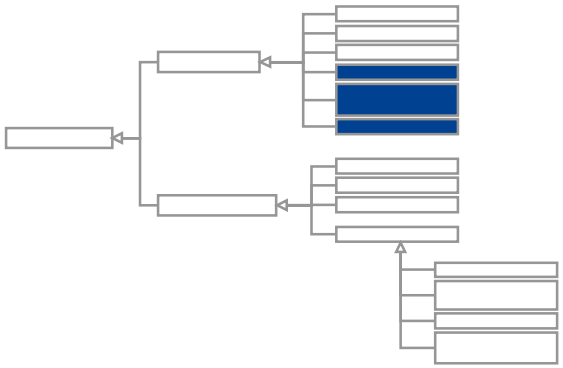
Timing Diagramm

- Zusammenhang von Nachrichten und Zustandsübergängen



universitätbonn

Verteilungsdiagramme (Deployment Diagrams)



Verteilungsdiagramm (Einsatzdiagramm / Deployment Diagram)

- Zeigt
  - Ausführungsknoten (Rechner und Laufzeitumgebungen),
  - Kommunikationsbeziehungen zwischen Ausführungsknoten,
  - Manifestation (=Realisierung) von Komponenten durch Artefakte,
  - Einsatz von Artefakten auf Ausführungsknoten,
  - Konfiguration des Einsatzes,
  - sonstige Beziehungen (Abhängigkeits-Pfeile zeigen von der abhängigen Komponente weg)

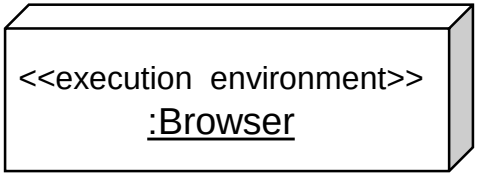
- Nutzen: Spezifikation der
  - Hardware/Software Zuordnung
  - Subsystemdekomposition
  - Verteilung im Netzwerk
  - Einsatz zur Laufzeit

Verteilungsdiagramm ▸ Knoten

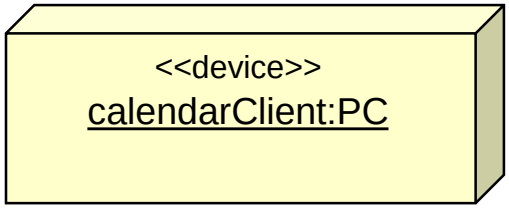
- Komponente
  - Logische Einheit mit expliziten Abhängigkeiten
  - Wie im Komponentendiagramm definiert

- Artefakt
  - Physische Einheit, z.B. Modell, Hilfetext, Quellcode, ausführbarer Code (class-file, jar-Archiv, o-file).
  - Realisierung einer oder mehrerer Komponenten

- Laufzeitumgebung („execution environment“)
  - Softwaresystem in dem Artefakte zum Einsatz kommen
  - Z.B. Java Virtual Machine, Applikationsserver, …

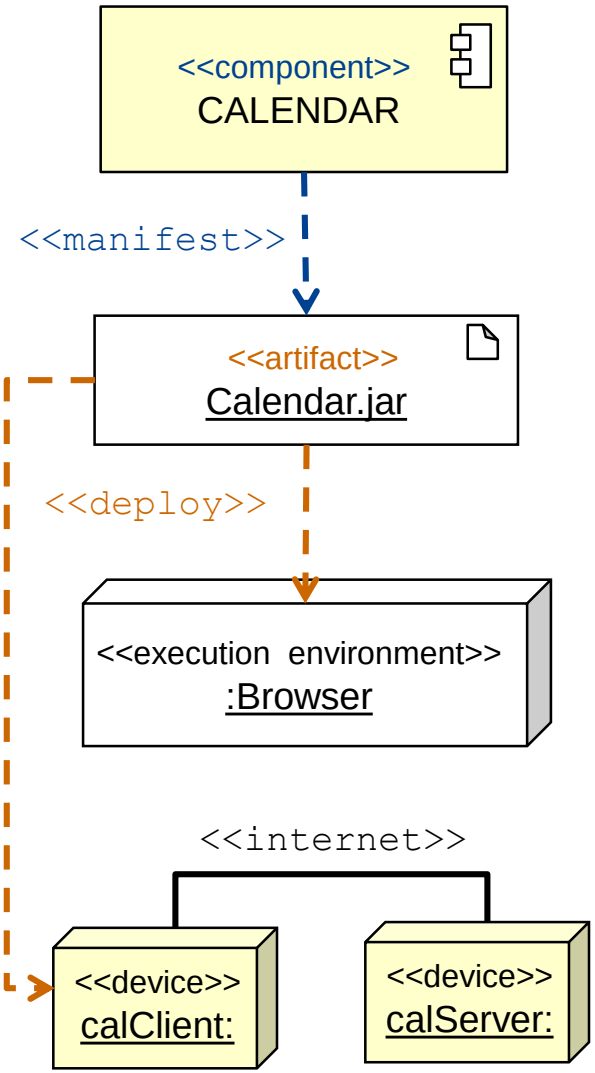


- Gerät („device“)
  - Physikalisches Gerät auf dem Artefakte zum Einsatz kommen (Rechner)

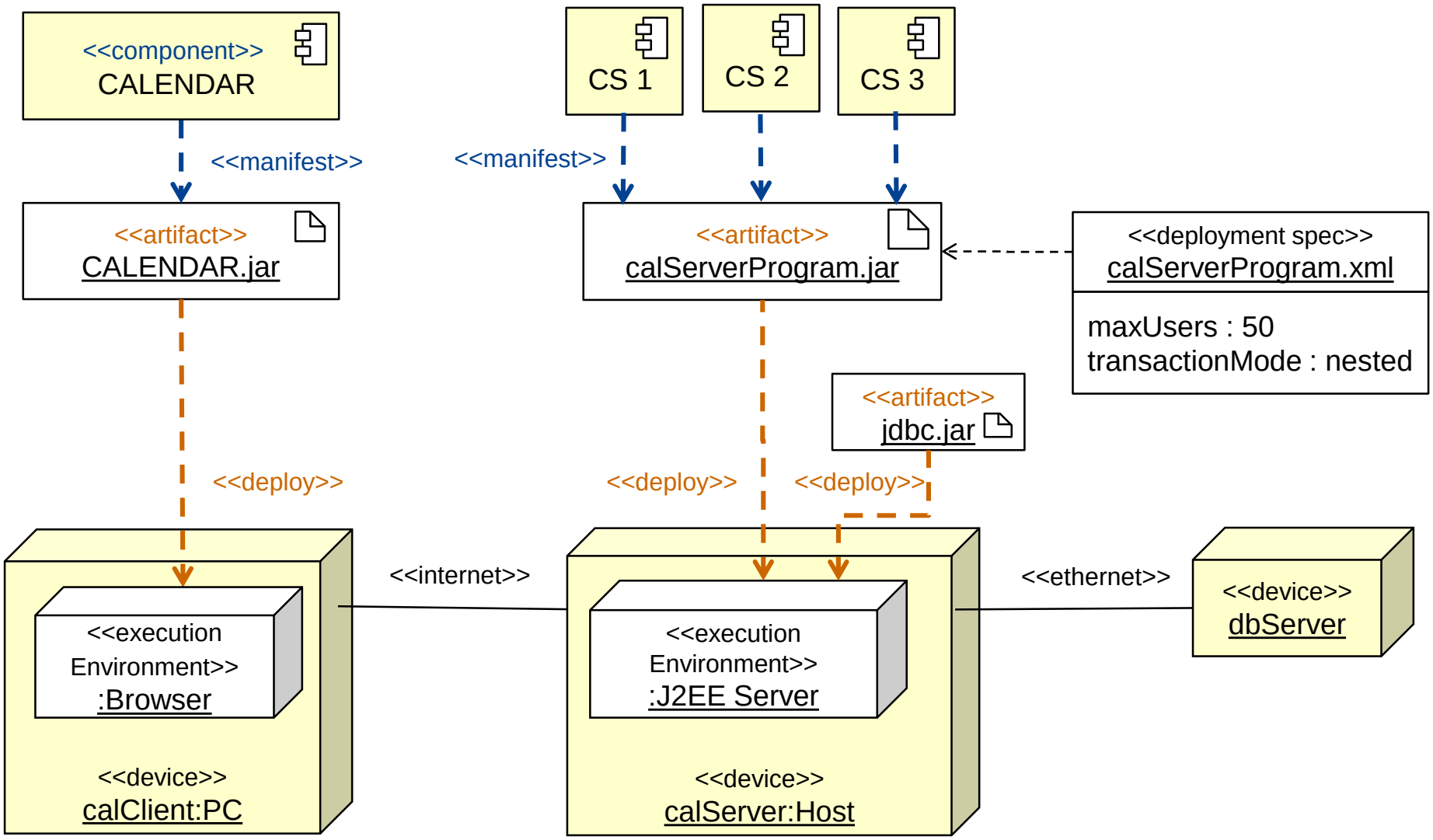


Verteilungsdiagramm ▸ Kanten

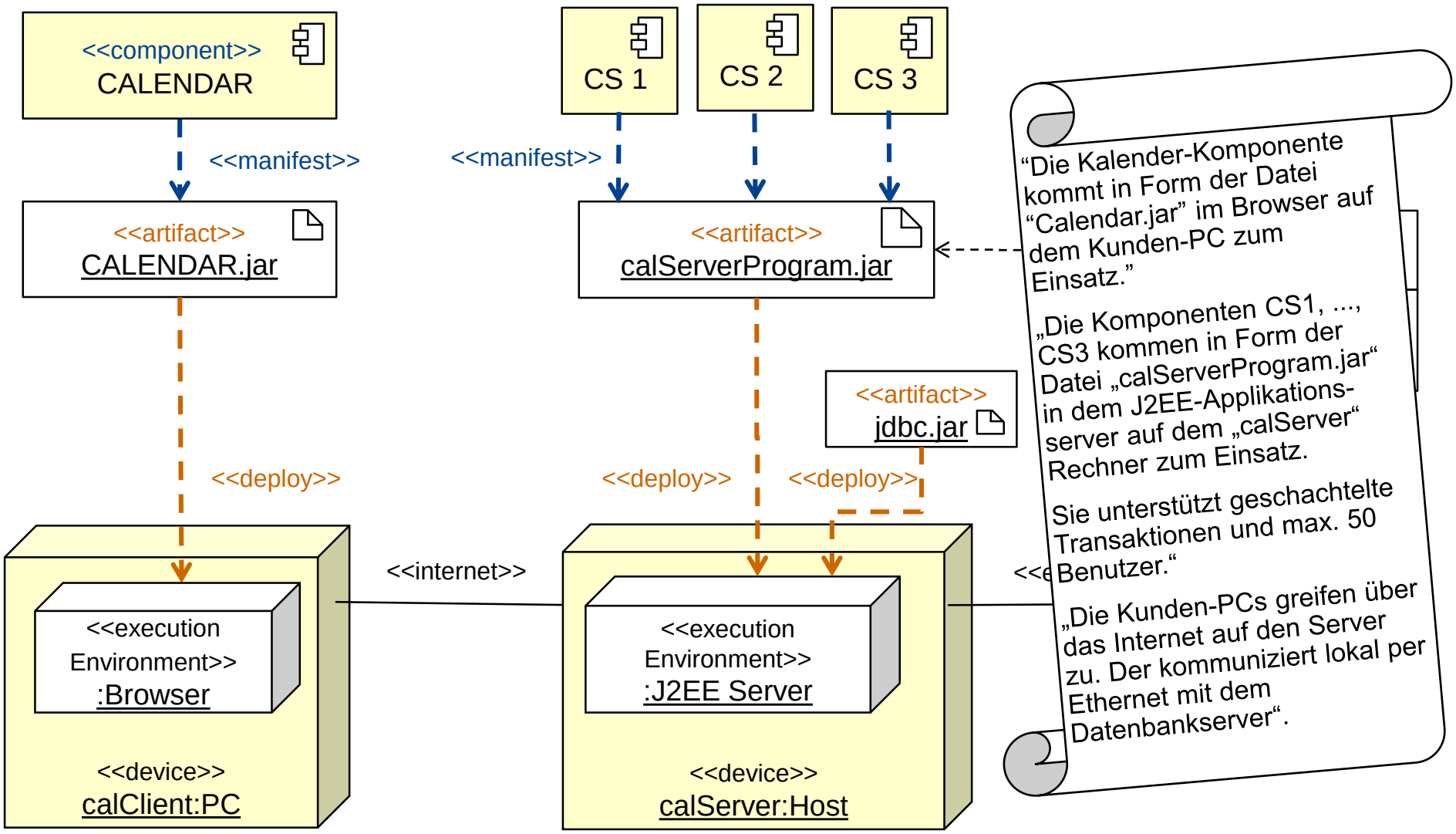
- Manifestation (<<manifest>>)
  - Komponente ist durch Artefakt realisiert
- Einsatzbeziehung (<<deploy>>)
  - Artefakt wird auf Ausführungsumgebung oder Gerät eingesetzt
- Kommunikationsbeziehung
  - Physische Verbindung über die Ausführungsumgebungen kommunizieren
  - Art kann als Stereotyp angegeben werden, z.B. <<internet>>, <<ethernet>>, …



Verteilungsdiagramm ▸ Beispiel



Verteilungsdiagramm ▸ Beispiel ▸ Erläuterung



Datenmanagement

Datenmanagement

- Einige Objekte in den Modellen müssen persistent sein
  - Trenne sauber zwischen den Subsystemen, die Persistenz-Dienste anbieten und denen, die sie nutzen.
  - Definiere klare Schnittstellen.
- Ein nicht persistentes Objekt kann durch (interne) Datenstrukturen realisiert werden
- Ein persistentes Objekt kann folgendermaßen realisiert werden
  - Dateien
    - ⇨ Billig, einfach, permanente Speicherung
    - ⇨ Low level (Lese-/Schreiboperationen)
    - ⇨ Der Anwendung muss gegebenenfalls Code hinzugefügt werden, um eine angemessene Abstraktion zu realisieren
  - Datenbank
    - ⇨ Mächtig, leicht zu portieren
    - ⇨ Unterstützt mehrere Schreiber und Leser

Datei oder Datenbank?

- Persistenz via Dateien benutzt man für
  - Große, unstrukturierte Daten (Bitmaps, Core Dumps, Event Traces)
  - Daten mit geringer Informationsdichte (Archivdateien, Logdateien)
  - Daten, die nur kurzzeitig zu speichern sind

- Persistenz via Datenbanken benutzt man für
  - Strukturierte Daten (→ Relationen),
    die in verschiedenen Detailstufen (→ Sichten)
    von vielen Nutzern (→ Transaktionsmanagement)
    zugreifbar sein müssen
  - Daten, die von vielen Anwendungen (→ Transaktionsmanagement)
    benutzt werden
  - Daten, die auf verschiedenen Plattforme (→ Datenabstraktion)
    zur Verfügung stehen müssen

Was muss bei Benutzung einer Datenbank beachtet werden?

- Speicherplatz
  - Die Datenbank benötigt in etwa die dreifache Größe der Daten (→ Indices)
- Antwortzeit
  - Datenbanken sind I/O- oder kommunikationsabhängig (verteilte Datenbanken). Die Antwortzeit wird auch von der CPU Zeit, Locks und Verzögerungen durch häufige Bildschirmausgaben beeinflusst.
- Lock Arten
  - Pessimistisches Locking: Lock wird vor dem Zugriff auf ein Objekt gesetzt und erst wieder aufgehoben wenn der Zugriff beendet wurde.
  - Optimistisches Locking: Häufiger Lese- / Schreibzugriff (hohe Parallelität!) Wenn die Aktivität beendet wurde, prüft die Datenbank ob Konflikte bestehen; wenn ja werden alle Änderungen verworfen.
- Administration
  - Große Datenbanken benötigen ausgebildete Support Mitarbeiter, um Sicherheits-Mechanismen, Datenträgerplatz und Backups zu verwalten, die Leistung zu überwachen und Einstellungen anzupassen.

Abbildung eines Objektmodells auf eine relationale Datenbank

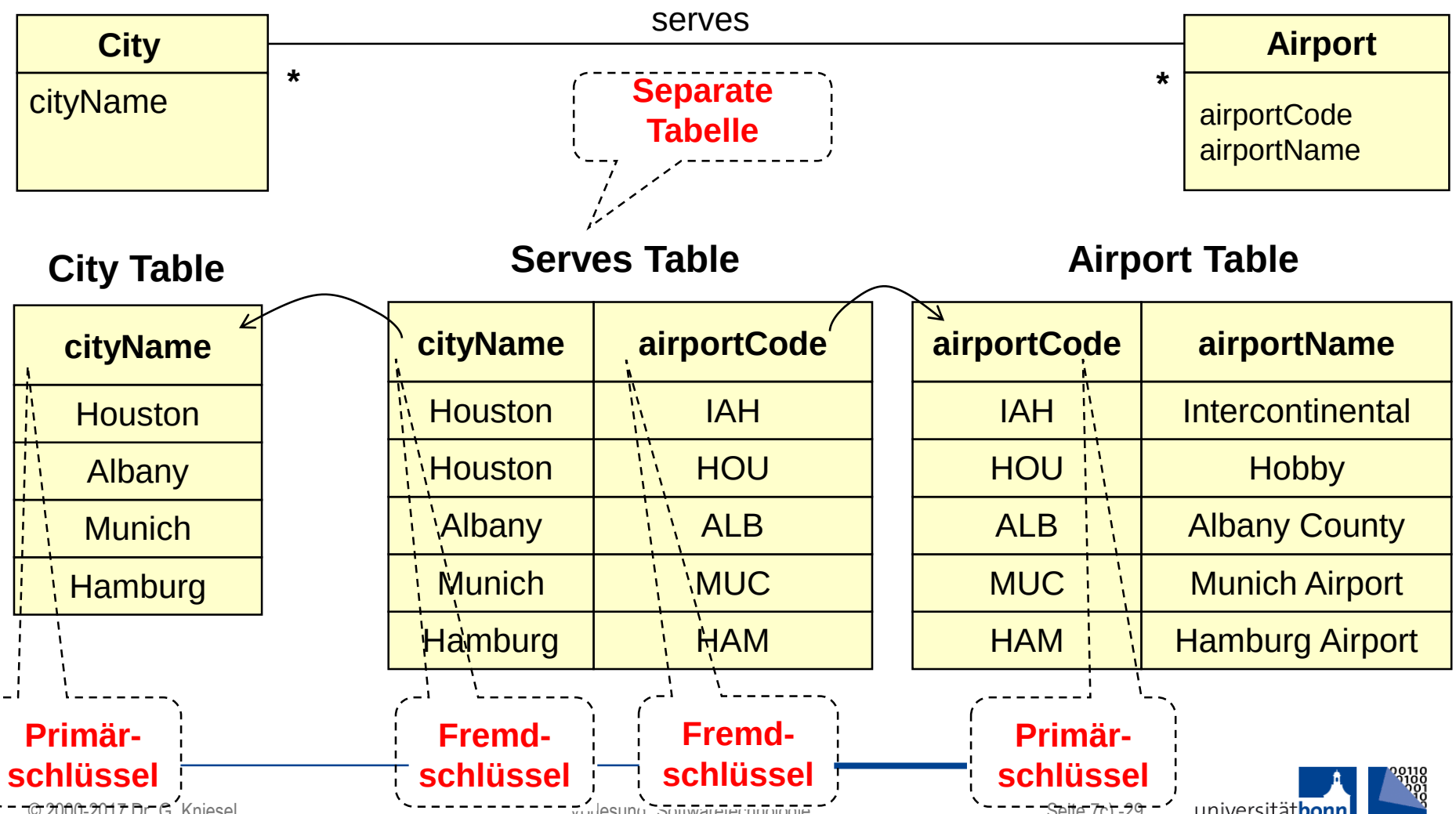
- UML Objektmodelle können auf relationale Datenbanken abgebildet werden:
  - Etwas Verlust entsteht, weil alle UML-Konstrukte auf ein einziges relationales Datenbankkonstrukt abgebildet werden – die Tabelle.

- UML Zuordnungen
  - Jede Klasse wird auf eine Tabelle abgebildet
  - Jedes Attribut einer Klasse wird auf eine Spalte abgebildet
  - Eine Instanz einer Klasse repräsentiert eine Zeile in der Tabelle
  - Eine n-zu-m Beziehung wird in eine eigene Tabelle abgebildet
  - Eine 1-zu-n Beziehung wird als Fremdschlüssel implementiert

- Methoden werden nicht abgebildet ☹
  - „Stored procedures“ können nicht einzelnen Relationen zugeordnet werden (keine Kapselung, kein dynamisches Binden, …)

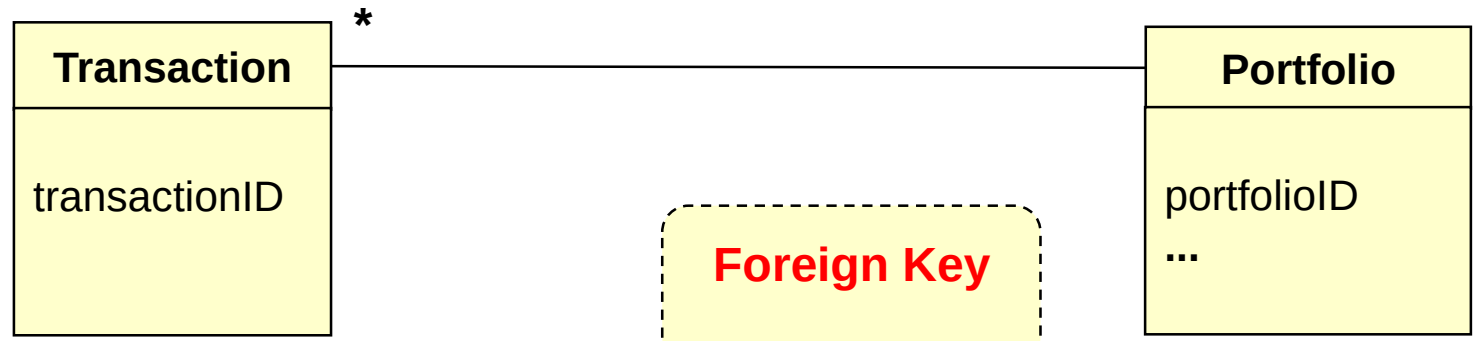
Von Objektmodellen zu Tabellen I

- N-zu-M Assoziation: Eigene Tabelle für die Assoziation



Von Objektmodellen zu Tabellen II

- 1-zu-n oder n-zu-1 Assoziationen: Verdeckte Fremdschlüssel



Transaction Table

transactionID	portfolioID

Portfolio Table

portfolioID	....

Von Objektmodellen zu Tabellen ▸ Werkzeuge

- Applikationsserver und ähnliche Werkzeuge erledigen die Abbildung eines Objektmodells auf ein relationales Schema („object relational mapping“) automatisch

- Gängige Systeme / Frameworks
  - Java Data Objects (JDO) – Teil der Java Enterprise APIs
  - Hybernate – Teil des Applikationsservers JBoss
  - ... Google nach „object relational mapping“ ...

Globale Ressourcenverwaltung

Globale Ressourcenverwaltung

- Resourcenverwaltung beschreibt
  - die Zugriffsrechte für verschiedene Akteure
  - wie Objekte sich vor unberechtigtem Zugriff schützen

- Zugriffskontrollmatrix
  - Zeilen = Akteure
  - Spalten = Objekte
  - Inhalt der Felder = zulässige Operationen

	Objekttyp 1	Objekttyp 2	Objekttyp 3
Actor A	Op1.1, Op1.2	---	Op3.1
Actor B	Op1.2	Op2.2, Op2.3	Op3.2
Actor C	---	Op2.1	Op3.3

Bsp: Actor C darf Operation Op2.1 auf Objekten des Typs Objekttyp 2 ausführen.

Globale Ressourcenverwaltung: Realisierung der Zugriffskontrollmatrix

- Spaltenweise Aufteilung = Jedes Objekt weiss wer, was damit tun darf
  - Access Control Lists (Beispiel: „Unix“)

- Zeilenweise Aufteilung = Jeder Actor besitzt ein „Ticket“ das besagt, welche Operationen er ausführen darf
  - Capabilities (Beispiel: „Amoeba“)
  - Synonyme: „Ticket“ / „Ausweis“/ „Schlüssel“

	Objekttyp 1	Objekttyp 2	Objekttyp 3
Actor A	Op1.1, Op1.2	---	Op3.1
Actor B	Op1.2	Op2.2, Op2.3	Op3.2
Actor C	---	Op2.1	Op3.3

Bsp: Actor C darf Operation Op2.1 auf Objekten des Typs Objekttyp 2 ausführen.

Fragen zu globalen Ressourcen

- Benötigt das System eine Authentifizierung?
- Wenn ja, welches Authentifizierungsschema?
  - Nutzername und Passwort? → Zugriffskontrollliste (ACL)
  - Tickets? → Capability-based
- Welche Benutzerschnittstelle für die Authentifizierung?
- Wann und wie wird ein Dienst dem Rest des Systems bekannt gemacht?
  - Zur Laufzeit?
  - Beim Kompilieren?
  - Über einen TCP-IP-Port?
  - Durch einen Namen?
- Benötigt das System einen netzweiten „Name Server“?

Bestimmung des Kontrollparadigmas (Programmsteuerung)

Bestimmung des Kontrollparadigmas (Programmsteuerung)

A) Implizite Kontrolle (deklarative Sprachen)

- Regelbasierte Systeme
- Logische Programmierung (Prolog)
- Datenbankabfragesprachen (SQL)

Prinzip: Sie programmieren Sachverhalte, nicht Algorithmen.

- Beispiel: Verwandschaftsbeziehungen in „Prolog“

Fakten

```
kurt  istVaterVon peter.
peter istVaterVon paul.
peter istVaterVon hans.
```

Regel

```
G istGrossvaterVon C :- G istVaterVon F, F istVaterVon C.
```

Implikation

Konjunktion

Anfragen

```
?- kurt istGrossvaterVon paul.
?- kurt istGrossvaterVon Wem.
?- Wer istGrossvaterVon paul.
```

→ ja.
→ Wem = paul oder hans
→ Wer = kurt

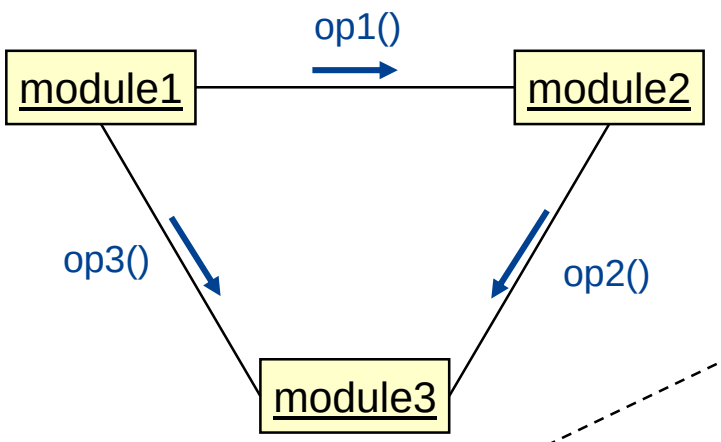
Bestimmung des Kontrollparadigmas (Programmsteuerung)

B. Explizite Kontrolle (prozedurale und objektorientierte Sprachen)

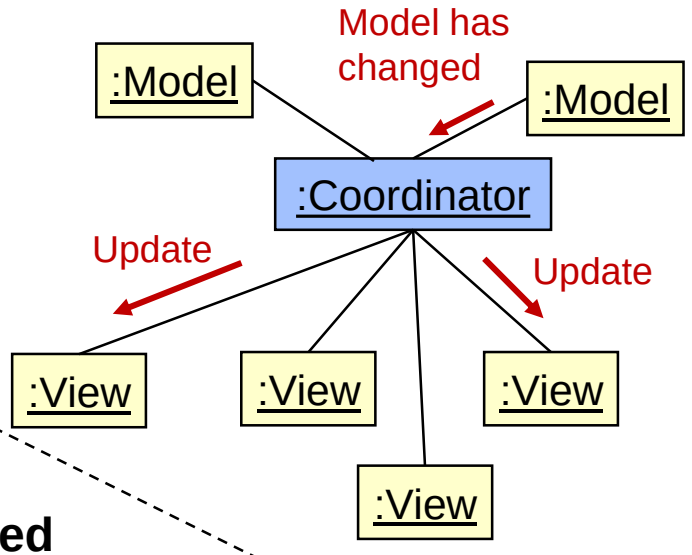
- Zentrale Kontrolle
  - ⇨ Kontrolle befindet sich in einem Objekt / einer Komponente
- Dezentrale Kontrolle
  - ⇨ Kontrolle befindet sich in verschiedenen unabhängigen Objekten
  - ⇨ Geschwindigkeitsgewinn durch Parallelität versus mehr Kommunikation.
  - ⇨ Evtl. Höhere Ausfallsicherheit
  - ⇨ Beispiel: Nachrichten-basiertes System
- Prozedurgesteuerte Kontrolle
  - ⇨ Kontrolle befindet sich im Programmcode.
  - ⇨ Beispiel: Hauptprogramm ruft Prozeduren in Subsystemen auf.
  - ⇨ Einfach, leicht zu bauen
- Eventgesteuerte Kontrolle
  - ⇨ Kontrolle sitzt in einem Dispatcher, der Funktionen von Subsystemen durch Rückfragen aufruft.
  - ⇨ Flexibel, gut für Benutzerschnittstellen

Prozedurgesteuerte vs. eventgesteuerte Kontrolle

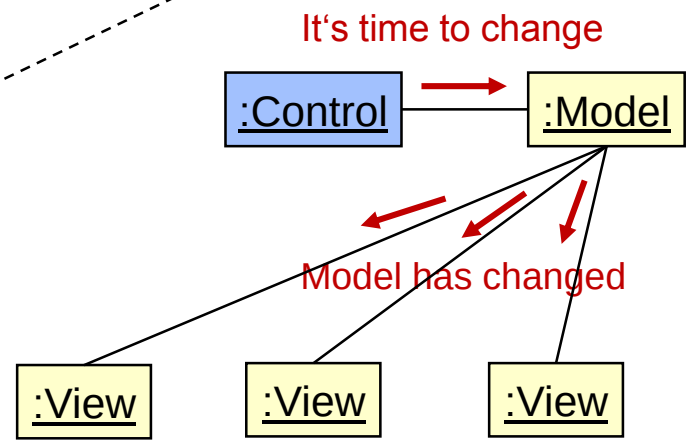
Procedure-Driven Control

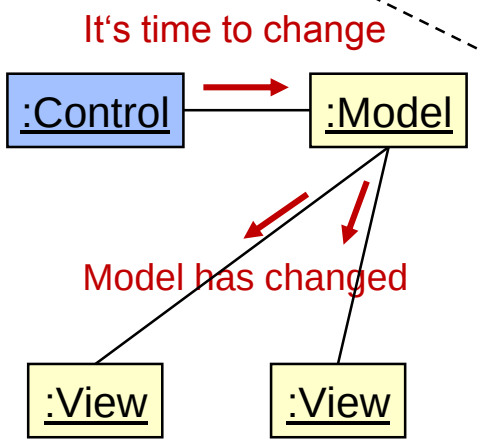


Event-Based Control, centralized



Event based, decentralized





Zentrale vs. dezentrale Kontrolle

- Welches von beiden soll man benutzen?

- Zentrale Kontrolle
  - Ein Kontrollobjekt oder Subsystem kontrolliert alles (“Spinne im Netz”)
  - Änderungen in der Kontrollstruktur sehr einfach durchzuführen
  - Möglicher Flaschenhals für die Performance
  - Mögliche Vermischung verschiedener Kontrollaufgaben („tangling“)

- Dezentrale Kontrolle
  - Kontrolle ist verteilt
  - Streut die Verantwortung
  - Passt gut in die objektorientierte Entwicklung
  - Übersicht geht eventuell verloren
  - Koordination schwierig

Grenzfälle

Grenzfälle

- Die meiste Zeit beschäftigt man sich beim Systementwurf mit dem Verhalten im Betriebszustand.

- Abschliessend muss man sich aber auch mit Grenzfällen befassen.
  - Initialisierung
    - ⇨ Beschreibt, wie das System aus einem nicht initialisierten Zustand in einen Betriebszustand gebracht wird ("startup use cases”).
  - Terminierung
    - ⇨ Beschreibt, welche Ressourcen vor der Beendigung aufgeräumt werden und welche Systeme benachrichtigt werden (“Terminierungs-Use Cases").
  - Fehler
    - ⇨ Viele mögliche Gründe: Programmierfehler, externe Probleme (Stromversorgung).
    - ⇨ Guter Systementwurf sieht fatale Fehler voraus (“Fehler-Use Cases”).

Fragen zu den Grenzfällen

- Initialisierung
  - Wie startet das System?
    - ⇨ Auf welche Daten muss beim Hochfahren zugegriffen werden?
    - ⇨ Welche Dienste müssen registriert werden?
  - Was tut die Benutzerschnittstelle beim Startvorgang?
    - ⇨ Wie präsentiert sie sich dem Nutzer?
- Terminierung
  - Dürfen einzelne Subsystemen terminieren?
  - Werden andere Subsysteme benachrichtigt, wenn ein einzelnes terminiert?
  - Wie werden lokale Updates der Datenbank mitgeteilt?
- Fehler
  - Wie verhält sich das System, wenn ein Knoten oder eine Kommunikationsverbindung ausfällt? Gibt es Backupverbindungen?
  - Wie stellt sich das System nach einem Fehler wieder her?
  - Unterscheidet dieser Vorgang sich von der Initialisierung?

Rückblick ▸ Zielgerichteter Systementwurf

Aktivitäten

- Identifikation von Nebenläufigkeit
- Hardware/Software Zuordnung
- Management persistenter Daten
- Globale Ressourcenverwaltung
- Wahl des Programmsteuerung
- Grenzfälle

Nutzen

- Jede Aktivität überprüft die gewählte Architektur in Hinsicht auf eine bestimmte Frage.
- Nach Beendigung dieser Aktivitäten können die Schnittstellen der Subsysteme abschließend definiert werden.
  - ➢ Start frei für den Objektentwurf der Subsysteme!

Rückblick ▸ Systementwurf (Gesamt)