

36 Szenarienanalyse mit Anwendungsfalldiagrammen und Kollaborationen (Querschneidende dyn. Modellierung)

Prof. Dr. rer. nat. Uwe Aßmann

Institut für Software- und
Multimediatechnik

Lehrstuhl Softwaretechnologie

Fakultät für Informatik

TU Dresden

Version 19-0.1, 15.06.19

- 1) Anwendungsfalldiagramme
- 2) Szenarienanalyse mit Interaktionsdiagrammen
- 3) Szenarienanalyse mit Kommunikationsdiagrammen
- 4) Szenarienanalyse mit Aktionsdiagrammen
- 5) Wozu braucht man querschneidende Verfeinerung?



DRESDEN
concept
Exzellenz aus
Wissenschaft
und Kultur

Obligatorische Literatur

2

Softwaretechnologie (ST)

- ▶ ST für Einsteiner, Kap. Anwendungsfalldiagramme, Sequenzdiagramme, Aktivitätsdiagramme, Zustandsdiagramme
- ▶ Zuser, Kap. 7-9, insbes. 7.3+7.5
- ▶ Störrle Kap 9, Kap 12, Störrle 5.3, 5.4

- ▶ Die Beispiele zur Servicestation finden sich in
 - S. Pfleeger, Software Engineering. Theory and Practice. Prentice-Hall.
- ▶ L. Maciaszek. Requirements Analysis and System Design – Developing Information Systems with UML. Addison-Wesley.
- Giancarlo W. Guizzardi. Ontological foundations for structure conceptual models. PhD thesis, Twente University, Enschede, Netherlands, 2005.
- Nicola Guarino, Chris Welty. Supporting ontological analysis of taxonomic relationships. Data and Knowledge Engineering, 39:51-74, 2001.

Überblick Teil III: Objektorientierte Analyse (OOA)

1. Überblick Objektorientierte Analyse
 1. Strukturelle Modellierung mit CRC-Karten
2. Strukturelle metamodellgetriebene Modellierung mit UML für das Domänenmodell
 1. Strukturelle metamodellgetriebene Modellierung
 1. Modellierung von komplexen Objekten
 2. Strukturelle Modellierung für Kontextmodell und Top-Level-Architektur
3. Analyse von funktionalen Anforderungen (Verhaltensmodell)
 1. Funktionale Verfeinerung: Dynamische Modellierung von Lebenszyklen mit Aktionsdiagrammen
 2. Funktionale querschneidende Verfeinerung: Szenarienanalyse mit Anwendungsfällen, Kollaborationen und Interaktionsdiagrammen (Kap 34, 36)
4. Beispiel Fallstudie EU-Rent



Warum braucht man Modellierung?

- ▶ Große Produkte und Produktlinien
 - <https://hbr.org/1994/11/the-logic-of-product-line-extensions>
- ▶ Wiederverwendung
 - <http://www.biglever.com/images/solution/3D.jpg>
- ▶ Tests und Softwarequalität
- ▶ Verstehen des Kunden

Punktweise und querschneidende dynamische Verfeinerung

Punktweise funktionale Verfeinerung ist eine funktionale Verfeinerung eines Modellfragmentes (meist Objekt oder Methode), die *punktweise* geschieht, d.h. pro Modellfragment separat durchgeführt wird.

Kap. 34+36

- ▶ Ergebnis der Verfeinerung einer Klasse im Strukturmodell:
 - **Lebenszyklus** des komplexen Objektes
 - **Implementierung** einer Methode

*Welchen Lebenszyklus durchläuft ein Objekt?
Welche Zustände oder Aktivitäten hat eine Methode?*

Querschneidende funktionale Verfeinerung ist eine funktionale Verfeinerung *mehrerer* Modellfragmente gleichzeitig, die *querschneidend* geschieht.

Kap. 36

- ▶ Damit kann man das Zusammenspiel mehrerer Objekte oder Methoden untersuchen, eine *Szenarienanalyse*, die quasi die Draufsicht auf ein Szenario ermittelt
 - Siehe dieses Kapitel “Szenarienanalyse”

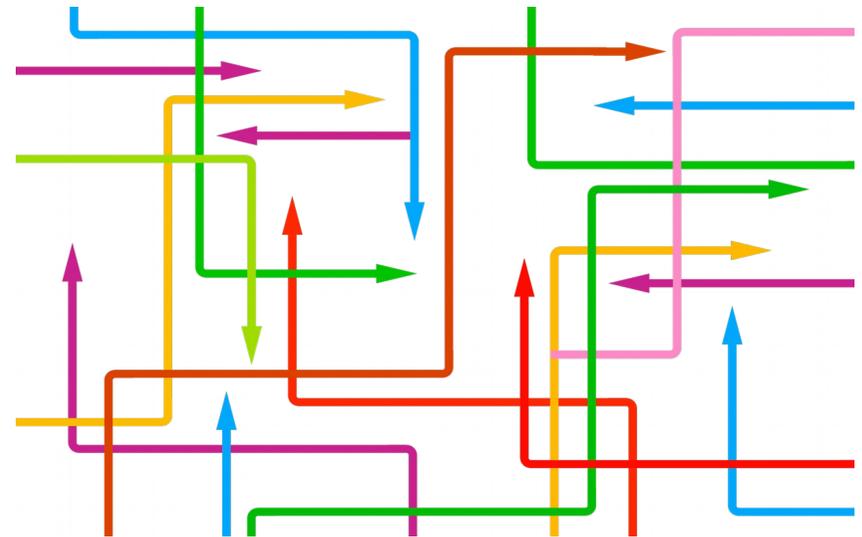
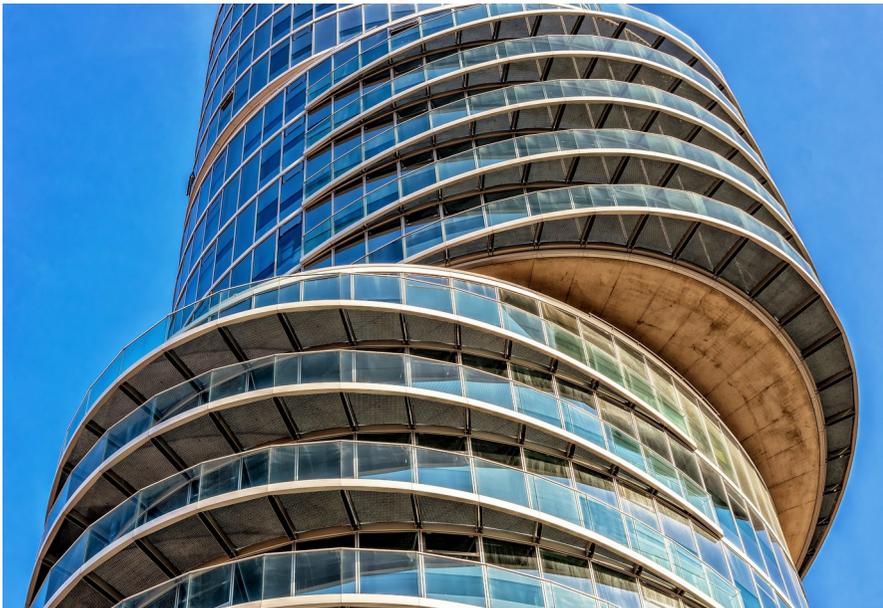
Welches Interaktionsprotokoll durchläuft eine Gruppe von Objekten?

Querschneidende Verfeinerung (Objekt-Szenario-Matrix)

	Kunde	Werkstatt	Manager	Techniker	
Kern-Verhalten					
Szenario 1 Auto abgeben					Team 1
Szenario 2 Auto reparieren					Team 2
Szenario 3 Auto abholen					Team 3
Szenario 4 Rechnung stellen					Team 4
Szenario 5 Rechnung bezahlen					Team 5

Wozu braucht man Szenarioanalyse?

- ▶ Objekte stehen in vielen Beziehungen in ihren Netzen
- ▶ Jede Szenarioanalyse analysiert *einen Pfad* durch das Objektnetz, bzw. *ein Subnetz* des Gesamtnetzes
- ▶ Szenarien werden vom Kunden vorgegeben und sind seine “Scheiben” durch die Anwendung
- ▶ Software ohne Szenarienanalyse muss schief entwickelt werden!

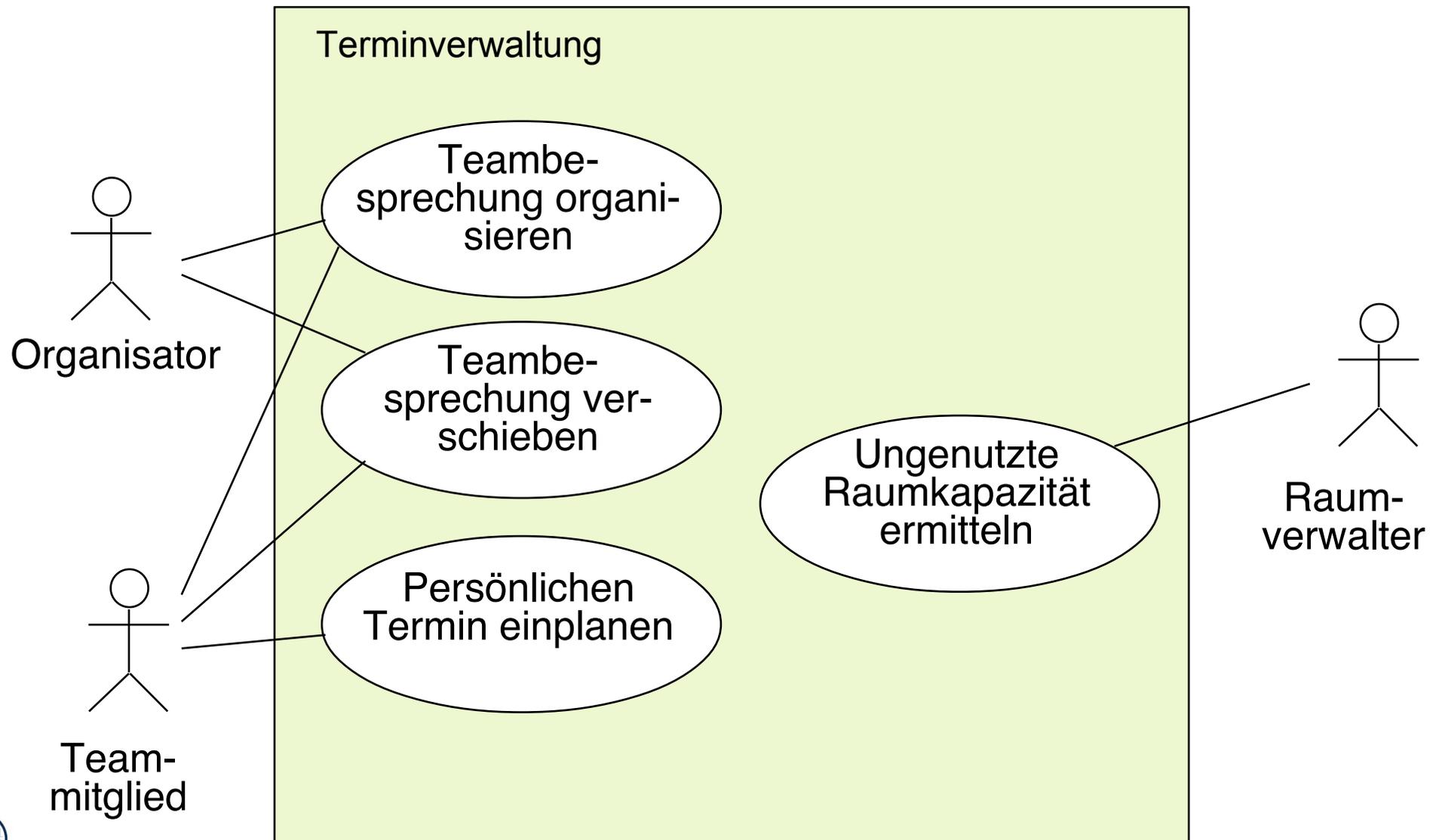


36.1 Nutzfalldiagramme (Anwendungsfalldiagramme, use case diagrams)



UML-Anwendungsfall-Diagramm (Nutzfall-, Use-Case-Diagramm)

- ▶ Ein Anwendungsfall beschreibt die Interaktion (Kollaboration) der Akteure mit dem System (*querschneidend* durch das System)



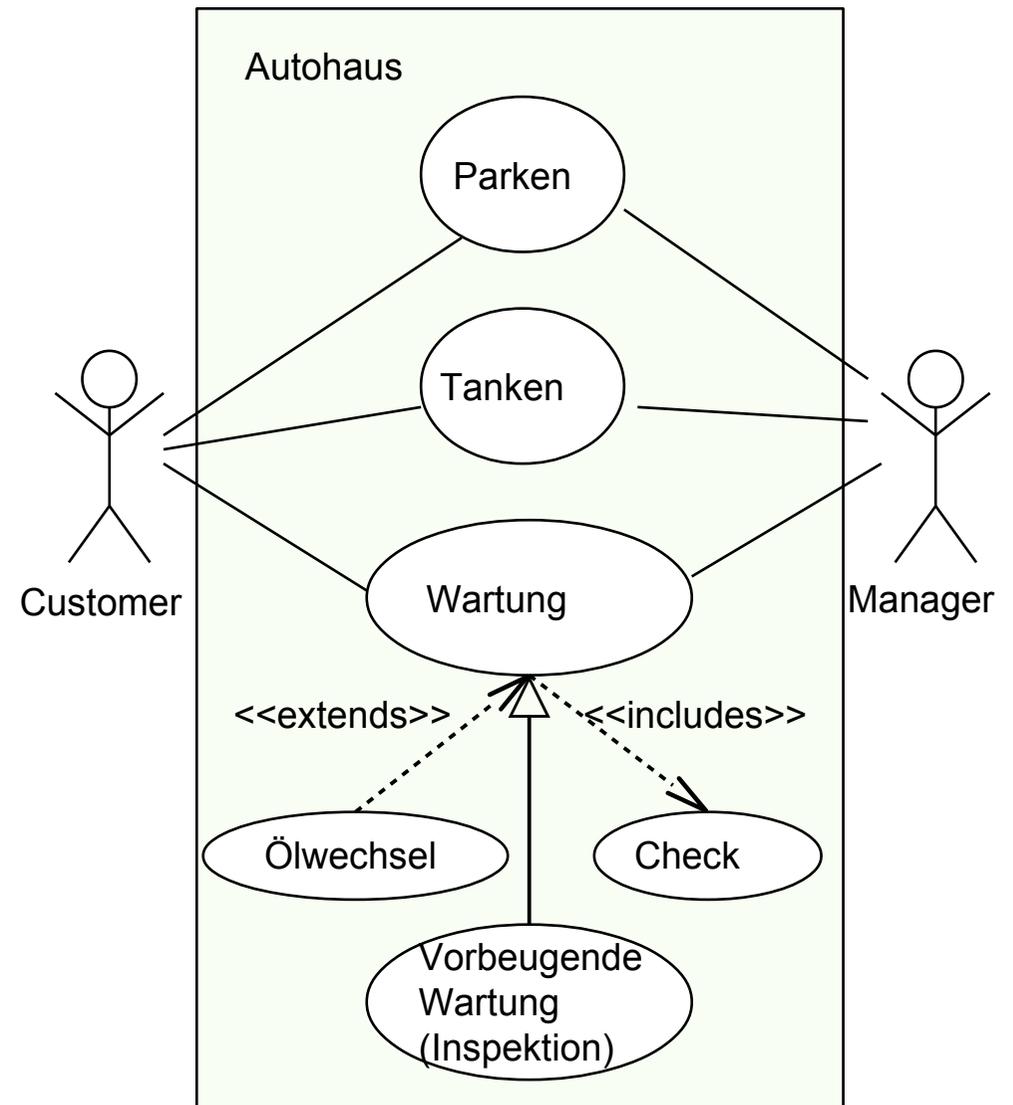
Übung

- ▶ Erstellen Sie von allen Anwendungsfalldiagrammen dieses Kapitels eine Objekt-Szenario-Matrix, die die Beteiligung der Objekte an den Szenarien festhält.

	Organisator	Teammitglied	Raumverwalter
Kern-Verhalten			
Szenario 1 Teambesprechung organisieren			
Szenario 2 Teambesprechung verschieben			
Szenario 3 Persönlichen Termin einplanen			
Szenario 4 Ungenutzte Raumkapazität ermitteln			

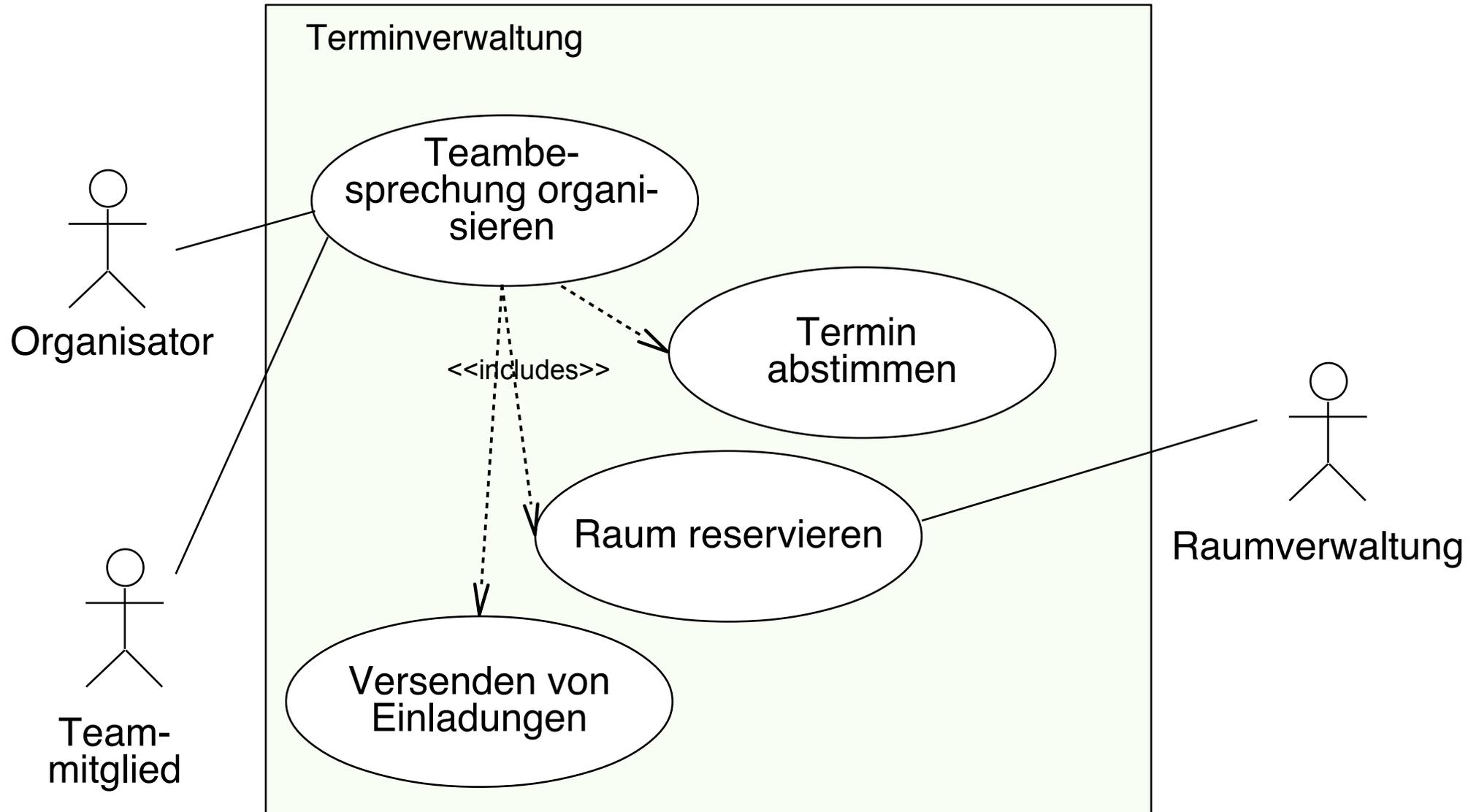
Verallgemeinerung, Erweiterung und Aufruf von Anwendungsfällen

- ▶ Die Vererbungsrelation zwischen Anwendungsfällen beschreibt Generalisierung bzw. Spezialisierung
 - Hier: *Wartung* ist allgemeiner als *Vorbeugende Wartung*
- ▶ Die **Includes**-Relation beschreibt Bestandteile der Aktionen (Aufrufbeziehung zwischen Aktionen)
 - Hier: *Wartung* beinhaltet *Check*
- ▶ Die **Extends**-Relation beschreibt optionale Erweiterungen
 - Hier: *Ölwechsel* kann Teil von *Wartung* sein



[nach Pfeleger]

Verfeinerung des Anwendungsfalls „Teambesprechung organisieren“



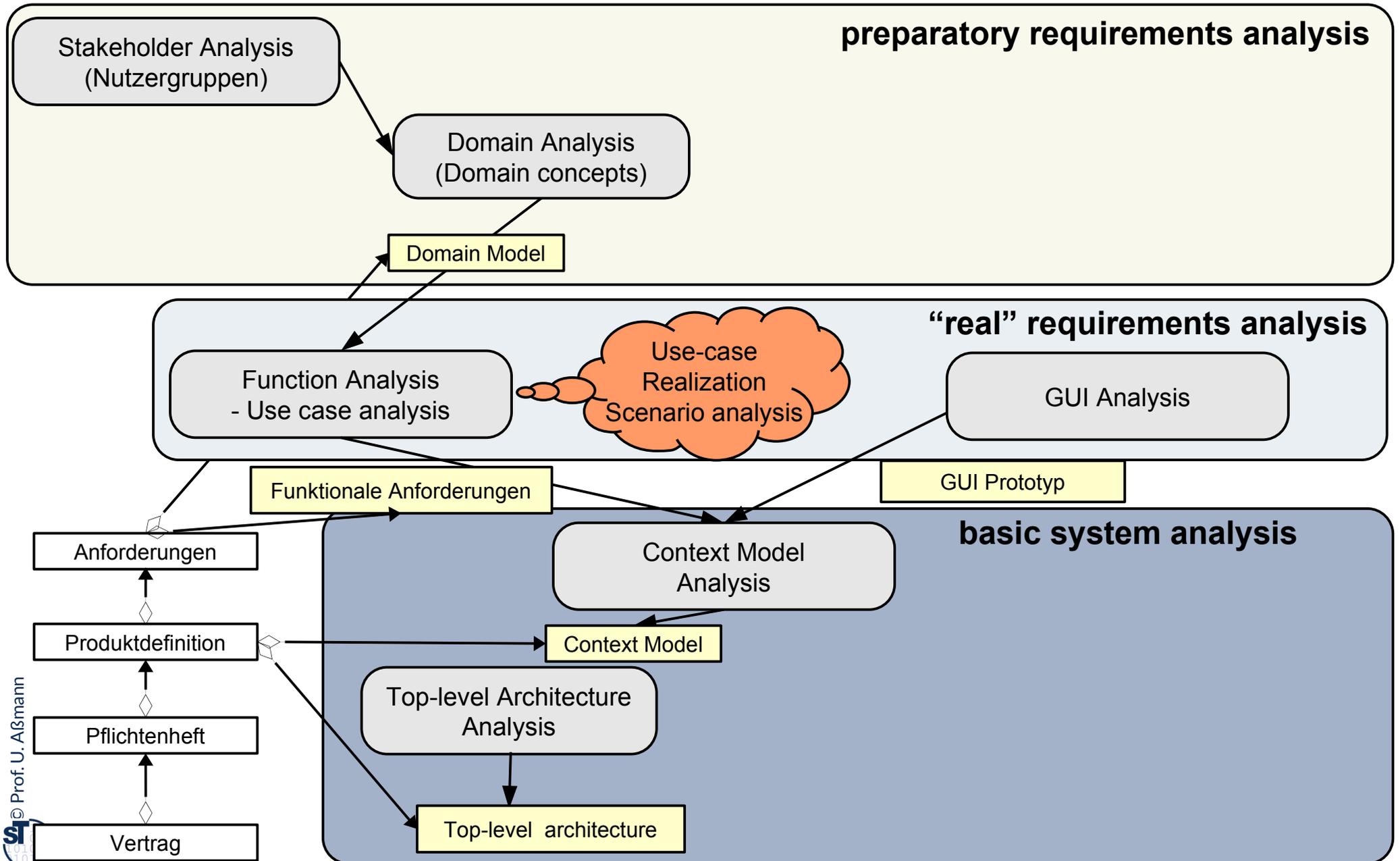
36.2 Szenarienanalyse - Ableitung von Kollaborationen und Teamklassen aus Anwendungsfällen

Anwendungsfallrealisierung, use case realization



DRESDEN
concept
Exzellenz aus
Wissenschaft
und Kultur

Erinnerung: Schematischer Ablauf der Analyse



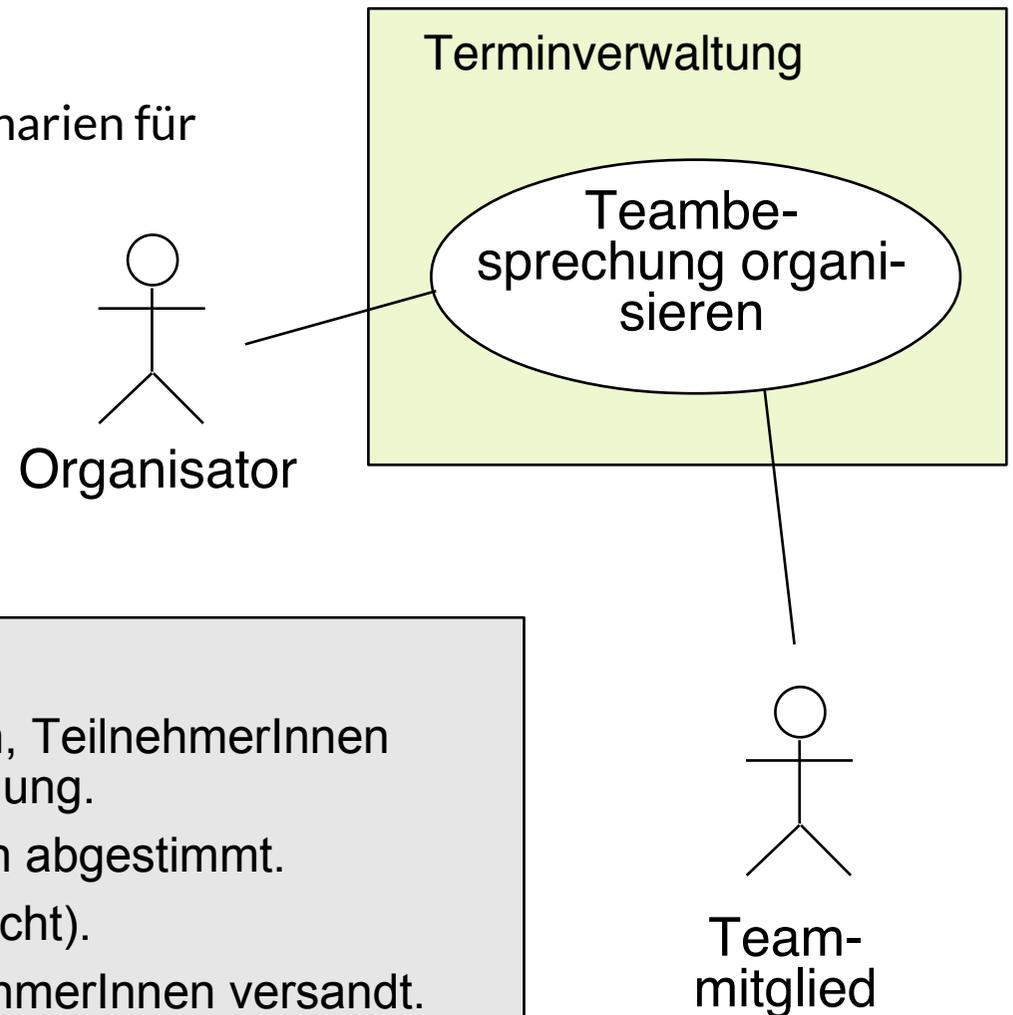
Wege der Szenarienanalyse (use case realization analysis)

- ▶ Die Methode der **Anwendungsfallrealisierung** (*use case realization, Szenarienanalyse, scenario analysis*) wird verwendet, um:
 - **Systemanalyse** des Kontextmodells und der Top-Level-Architektur
 - **Querschneidende Verfeinerung** durch mehrere Klassen/Objekte durchzuführen, in dem Kollaborationen für die Objektverfettung abgeleitet werden
- ▶ Anwendungsfallrealisierung nutzt zur Verfeinerung verschiedene Interaktionsdiagramme **mit Schwimmbahnen**:
 - Verfeinere Anwendungsfalldiagramm mit Interaktionsdiagrammen
 - mit Sequenzdiagramm (sequence diagram, sequence chart)
 - mit Kommunikationsdiagramm (communication diagram)
 - Verfeinere Anwendungsfalldiagramm mit Aktionsdiagrammen
 - mit Schwimmbahnen im Aktivitätsdiagramm
 - mit einem Netz von kommunizierenden Verhaltens-(Zustands-)maschinen
- ▶ Wie arbeitet man mit dem Kunden?
 - Verfeinerung geschieht zusammen in Abstimmung

- ▶ **Def.:** Ein *Szenario* ist eine Beschreibung einer beispielhaften Folge von *Interaktionen* von Akteuren mit dem System zur Beschreibung eines Anwendungsfalls (use case realization).
 - Es gibt Szenarien für Normalfälle ('gut'-Szenario), Ausnahmefälle ('exception case') und Fehlerfälle ('negativ'-Szenario).
- ▶ Szenarien spielen Anwendungsfälle durch
 - ermittle zeitliches Zusammenspiel, verfeinere über der Zeit
 - ermittle feinere Aktionen und binde sie mit Vererbung ein
 - ermittle Unteraktionen und binde sie mit <<includes>> ein
 - ermittle optionale Erweiterungen von Aktionen und binde sie mit <<extends>> ein
 - Szenarien können durch CRC-Rollenspiel unterstützt werden
- ▶ Wähle als Szenariobeschreibung durch Interaktionsdiagramme oder Aktionsdiagramme
 - Leite daraus eine Kollaboration ab
 - Und daraus eine Teamklasse

Szenarienanalyse

- ▶ Die Szenarienanalyse beginnt mit Anwendungsfällen und analysiert das Zusammenspiel der Akteure
- ▶ **Beispiel:**
Durchspielen eines der Normalfall-Szenarien für 'Teambesprechung organisieren'

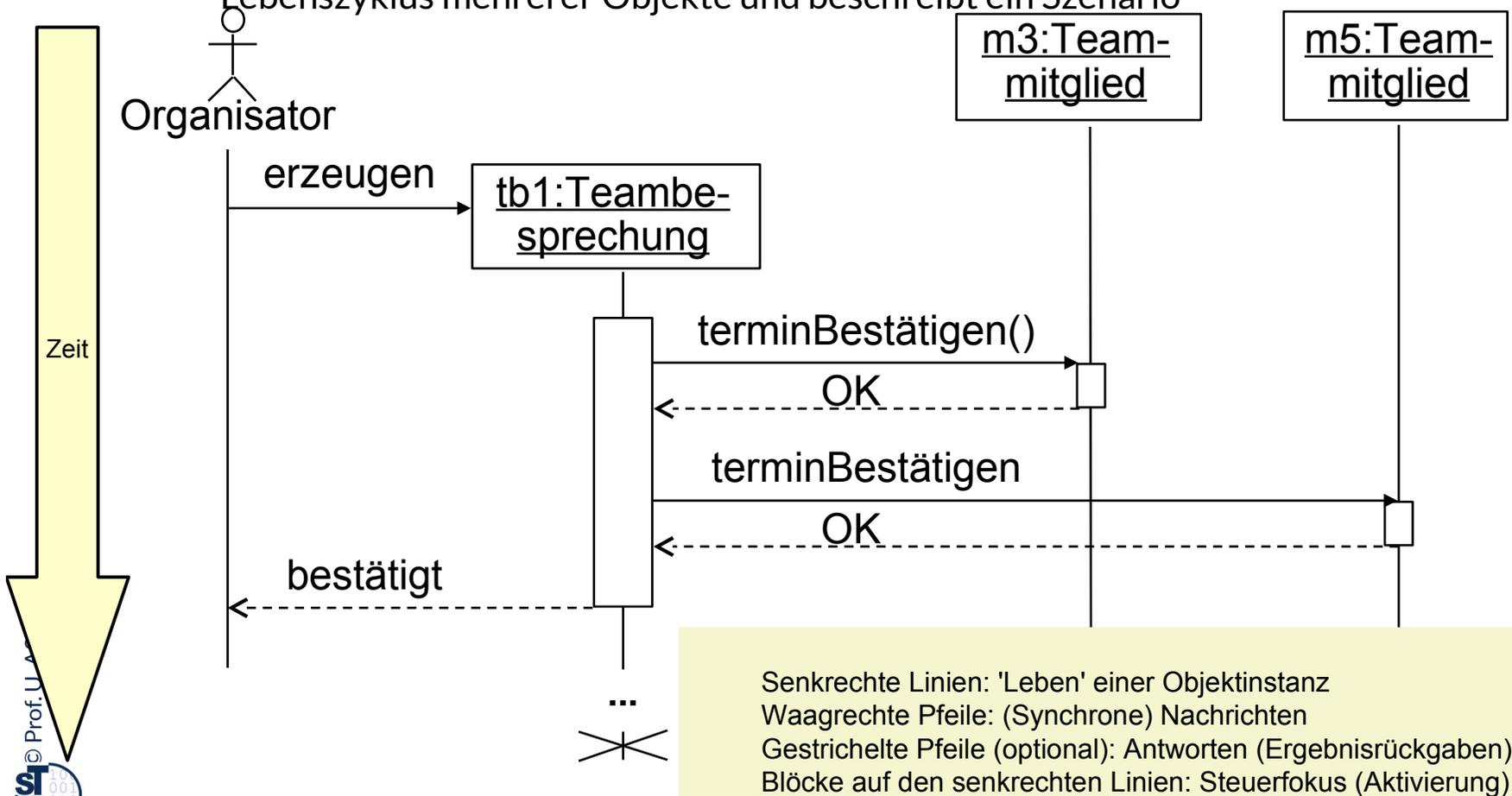


Durchspielen:

- Organisator erfährt Thema, Termin, TeilnehmerInnen einer neu geplanten Teambesprechung.
- Zeitpunkt wird mit TeilnehmerInnen abgestimmt.
- Raum wird reserviert (falls gewünscht).
- Einladungen werden an die TeilnehmerInnen versandt.

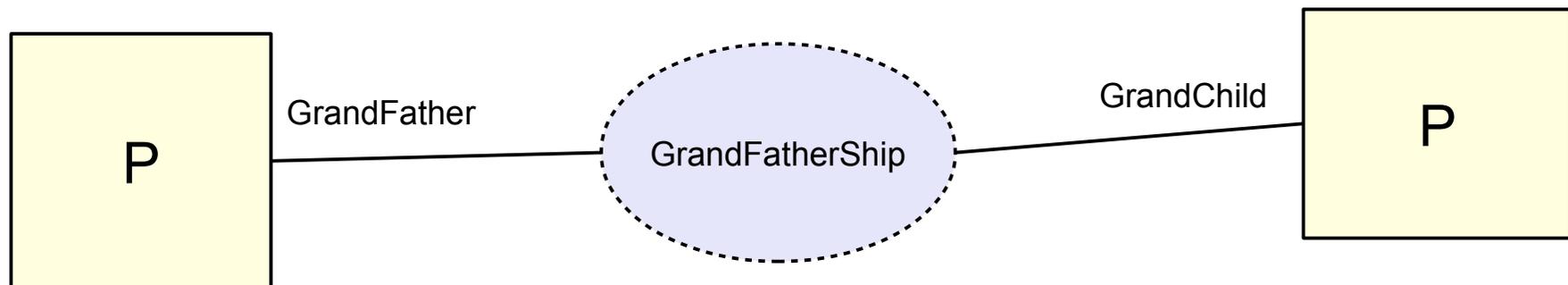
36.2.1 Szenarienanalyse mit UML-Sequenzdiagrammen

- ▶ **Def.:** Ein **Sequenzdiagramm** ist eine **Objekt-Lebenszeit-Matrix**, in der die Objekte von links nach rechts aufgereiht sind und die Zeit von oben nach unten läuft (Objekt-Lebenslinien oder "Schwimmbahnen")
 - Sequenzen von Nachrichten, geordnet durch die Zeit
- ▶ **Achtung:** das Sequenzdiagramm schneidet mit seinen Schwimmbahnen quer durch das Lebenszyklus mehrerer Objekte und beschreibt ein Szenario



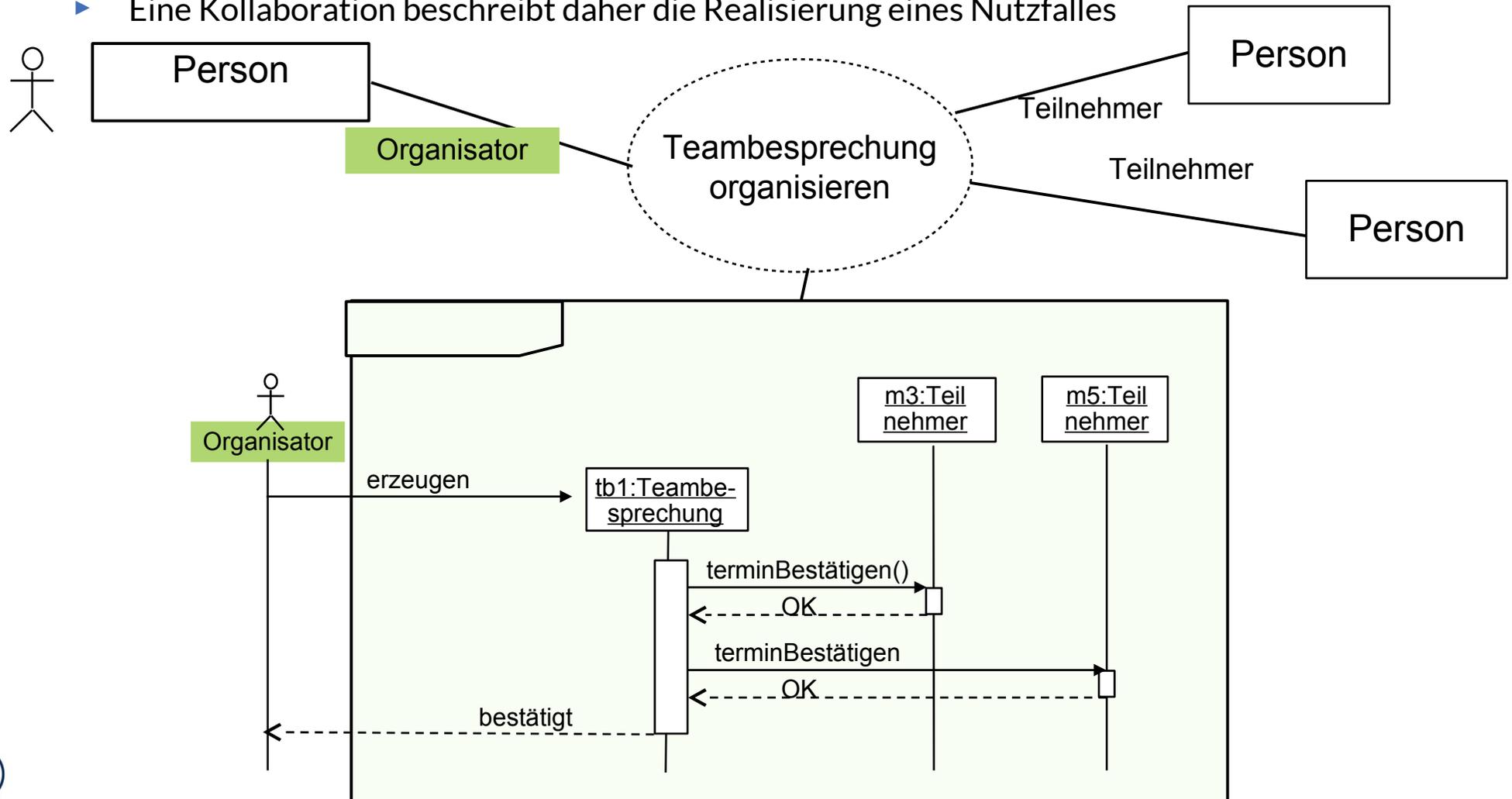
Kollaborationen (collaborations, Teamklassen) in UML

- ▶ Wdh.: Eine **Kollaboration** (*team class, collaboration, Rollenmodell*) ist ein Schema für die Zusammenarbeit von Objekten. Sie definiert mehrere Rollen von Spielern (player) im Zusammenspiel
- ▶ In UML stellt sich eine Kollaboration dar als
 - generisches Sprachkonstrukt mit Klassen-Parameter P und Rollenname als Bezeichner für Tentakel
 - konkret instantiiert mit Klassen



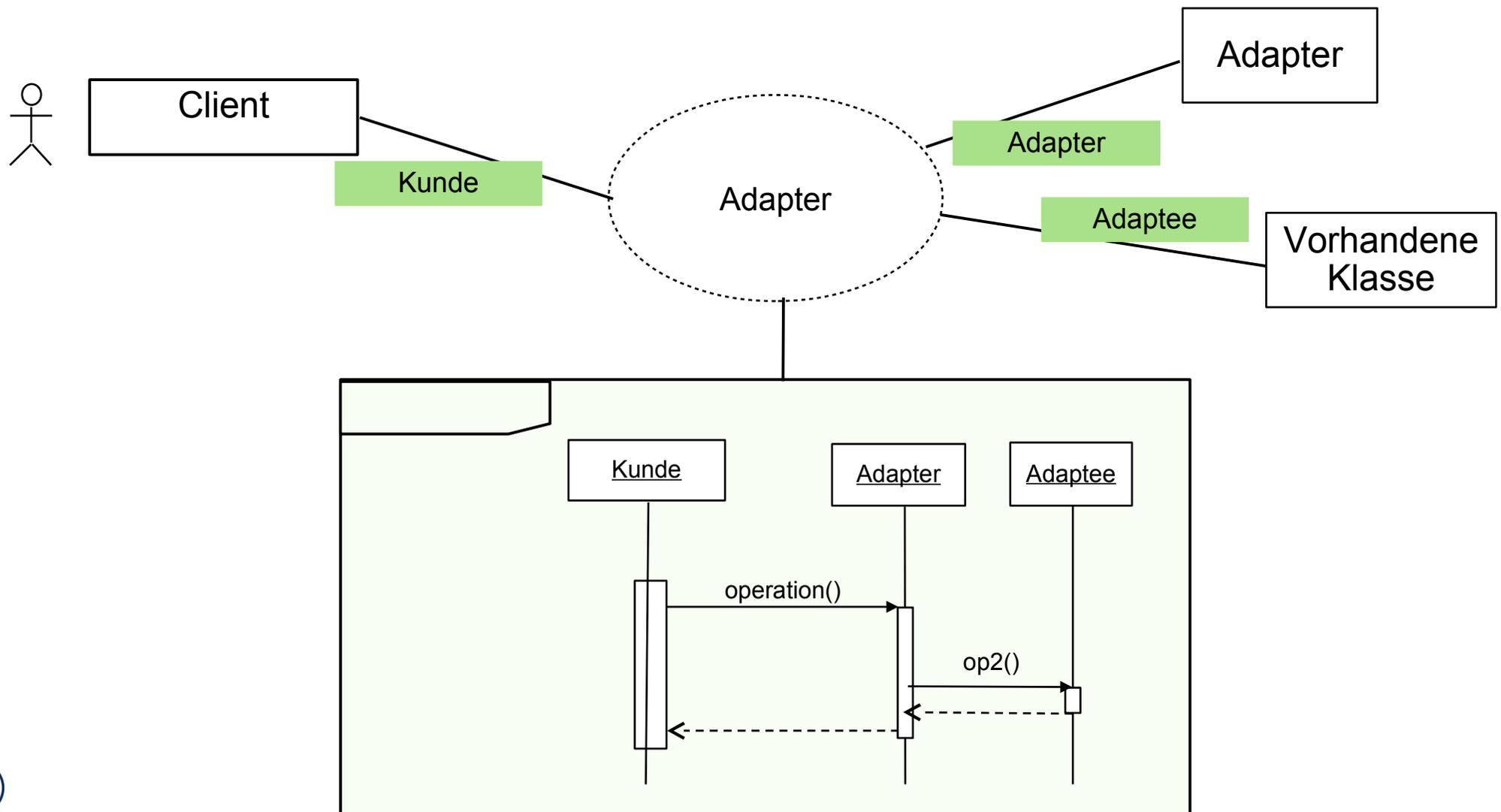
Kapseln eines Szenarios in einer Kollaboration

- ▶ Eine **Kollaboration** kann mit einem Sequenzdiagramm als Verhalten unterlegt werden
 - Die einzelnen Lebenslinien geben das Verhalten eines Objekts in der Kollaboration an
- ▶ Die Kollaboration beschreibt also ein *Szenario querschneidend durch die Lebenszyklen mehrerer Objekte*
- ▶ Eine Kollaboration beschreibt daher die Realisierung eines Nutzfalles



Wdh: Entwurfsmuster werden in UML mit Kollaborationen spezifiziert

- ▶ Auch ein Entwurfsmuster wird in UML mit einer **Kollaboration** spezifiziert. Das Gamma-Buch ordnet jedem Entwurfsmuster ein Sequenzdiagramm zu

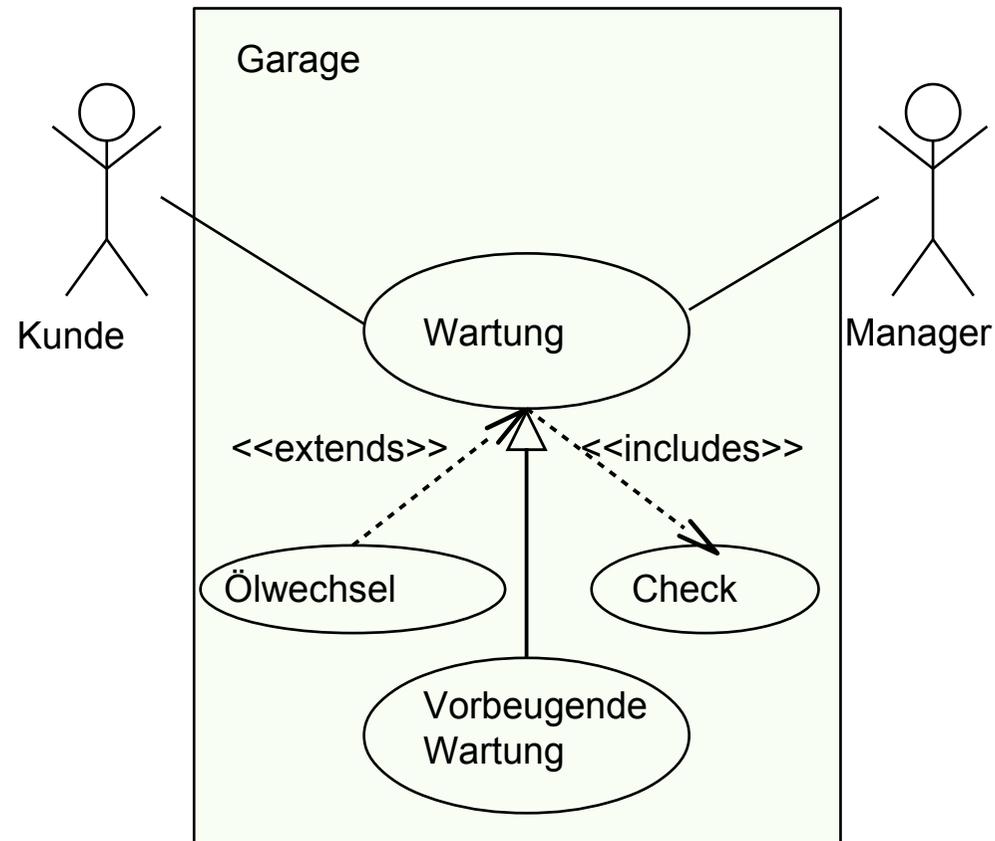


36.2.2 Beispiel Szenarienanalyse Servicestation



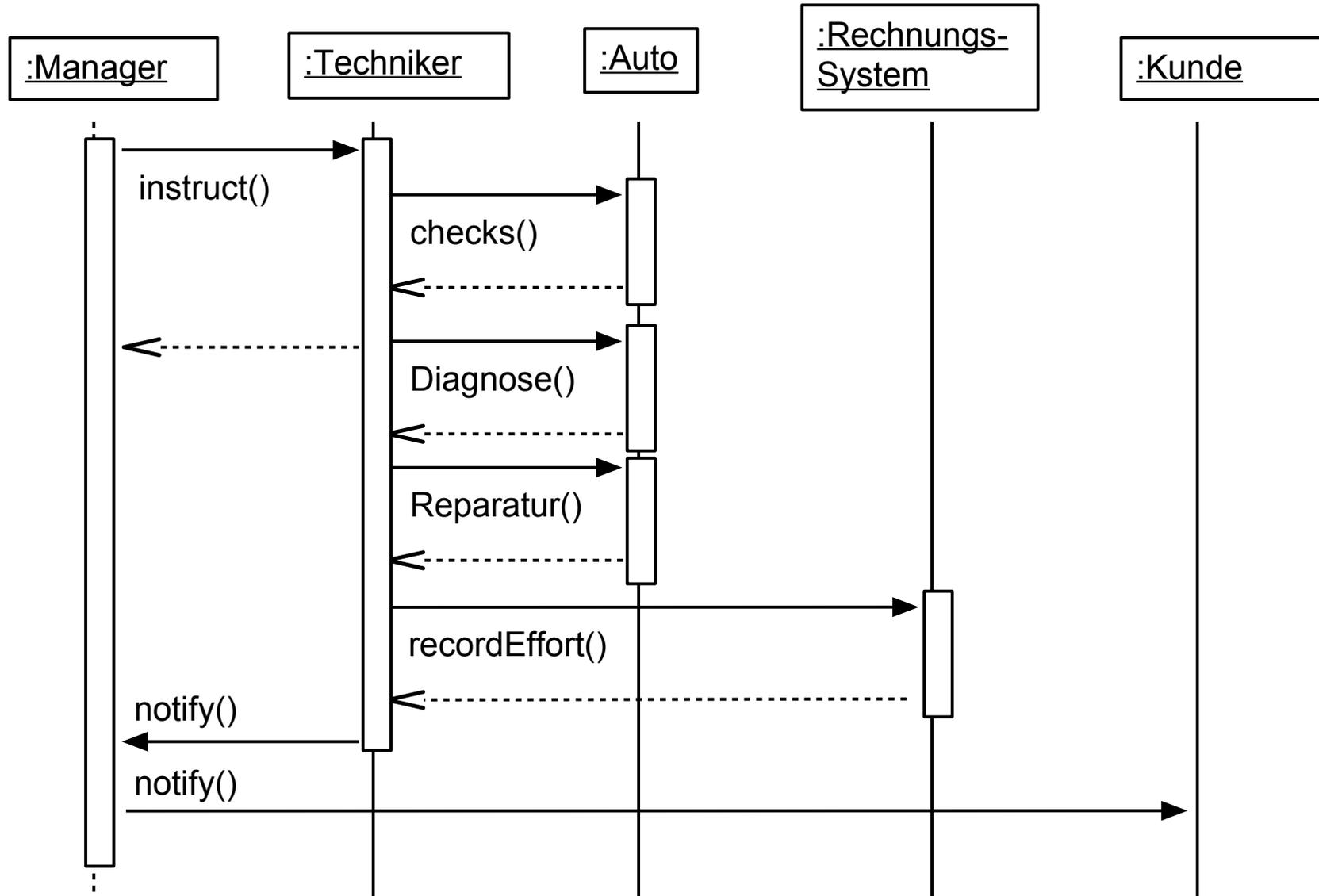
Szenarienanalyse mit Sequenzdiagrammen

- ▶ Ausgangspunkt: Anwendungsfall Auto-Wartung (Wartung) [Pfleeger]



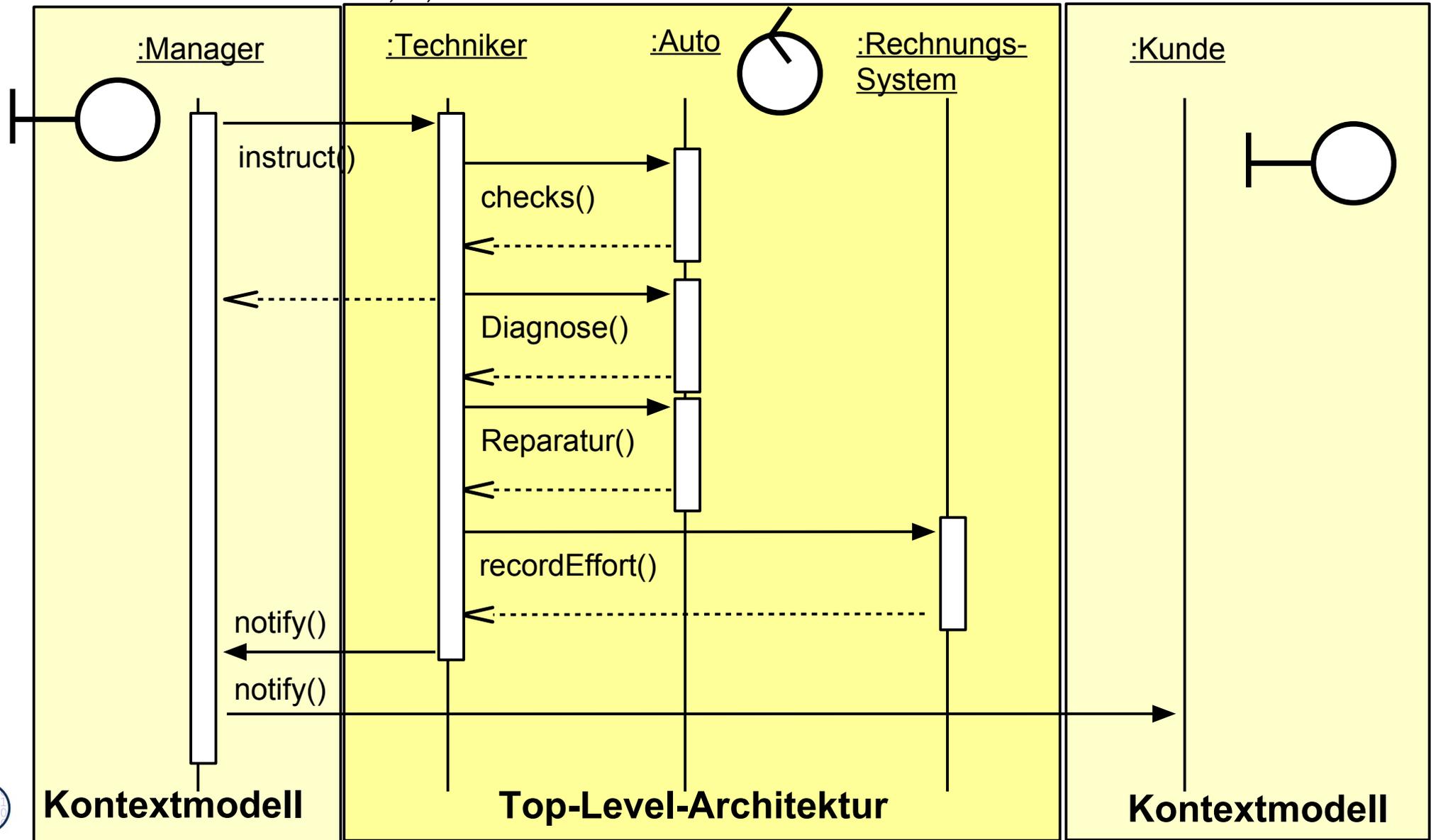
Szenarienanalyse Sequenzdiagramm Service-Station

- ▶ Sequenzdiagramme werden benutzt zur Analyse von Szenarien mit wenigen Objekten, die viel kommunizieren



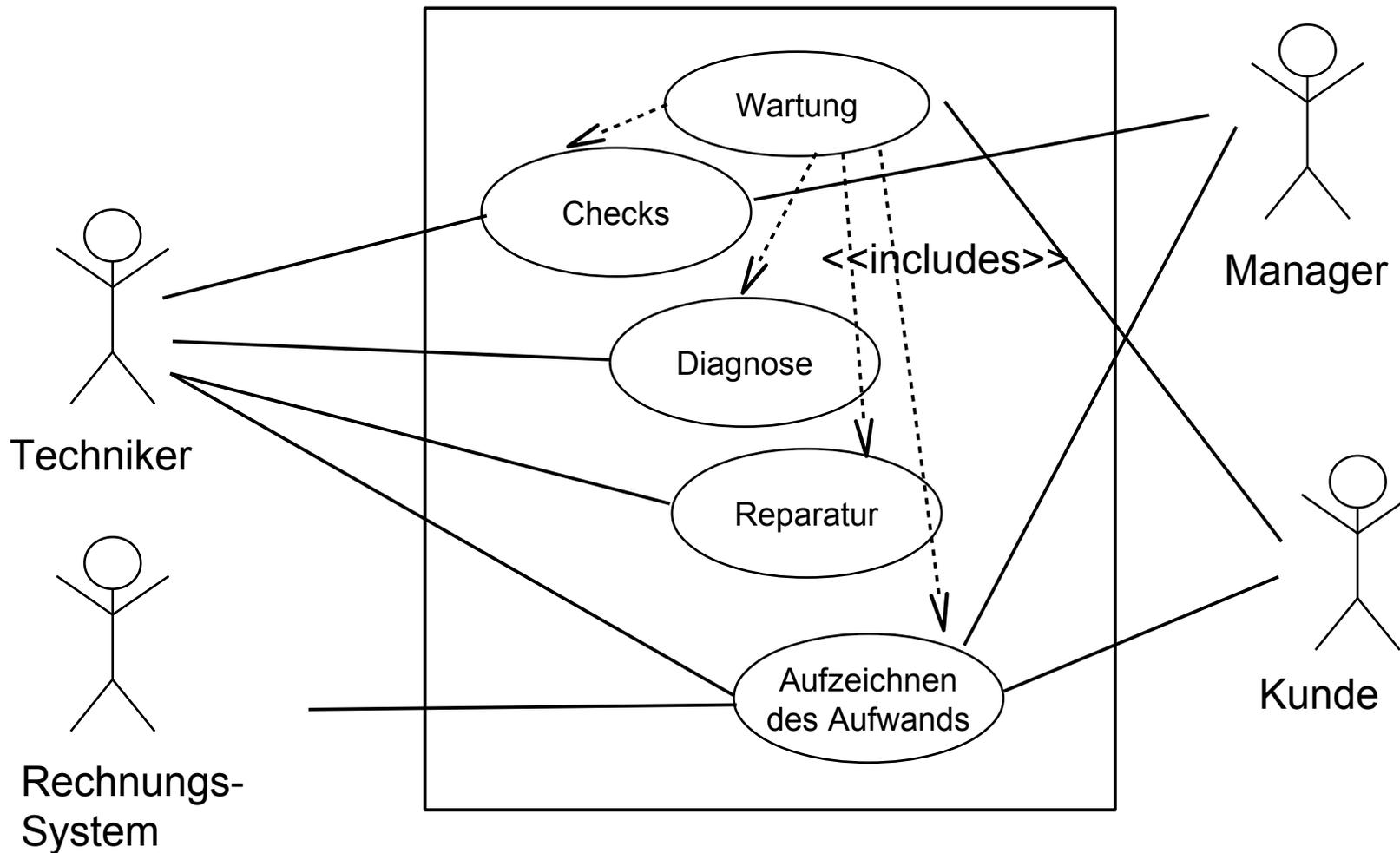
Beziehung zum Kontextmodell und Top-Level-Architektur

- Ein Sequenzdiagramm eines Szenarios muss in die TLA eingeordnet werden: Welche Klassen sind B, C, D?



Verfeinertes Anwendungsfall-Diagramm Service-Station

- ▶ Aus dem Sequenzdiagramm kann nun ein verfeinertes Anwendungsfalldiagramm erstellt werden



36.2.3 Erstellung von Teamklassen aus Szenarien

Siehe Kapitel “Channels”



DRESDEN
concept
Exzellenz aus
Wissenschaft
und Kultur

Wdh. Teams (Konnektoren)

Def.: Ein **Team** ist ein Objekt, das die Kommunikation einer Gruppe (feste Anzahl) von interagierenden und kommunizierenden Objekten kapselt. Ist ein Team hauptsächlich mit dem Austausch von Daten zwischen den Objekten beschäftigt, heißt es **Konnektor**.

Bsp: Teams: Dynamo Dresden Team, Staatskapelle

Konnektoren: Aldi--Peter Müller:Käufer, Finanzamt--Jenny Klein:Steuerzahler

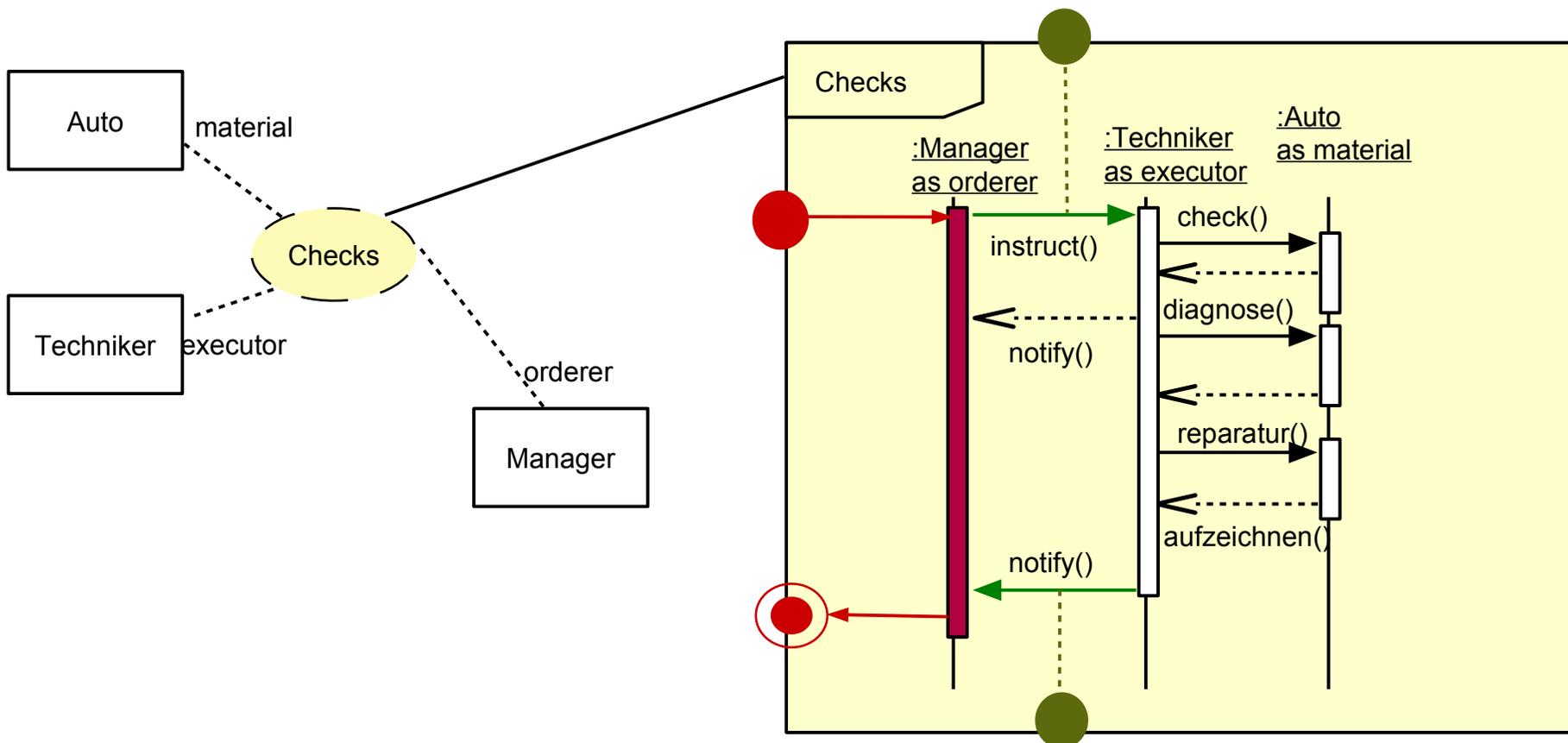
Def.: Kann eine Kollaboration durch eine Klasse gekapselt werden, spricht man von einer **Teamklasse**.
Spezialfall beim Datenaustausch: **Konnektorklasse**, kurz **Konnektor**.

Bsp: Teamklassen: Fußballmannschaft, Kapelle

Konnektorklassen: Produzent-Konsument, Client-Server

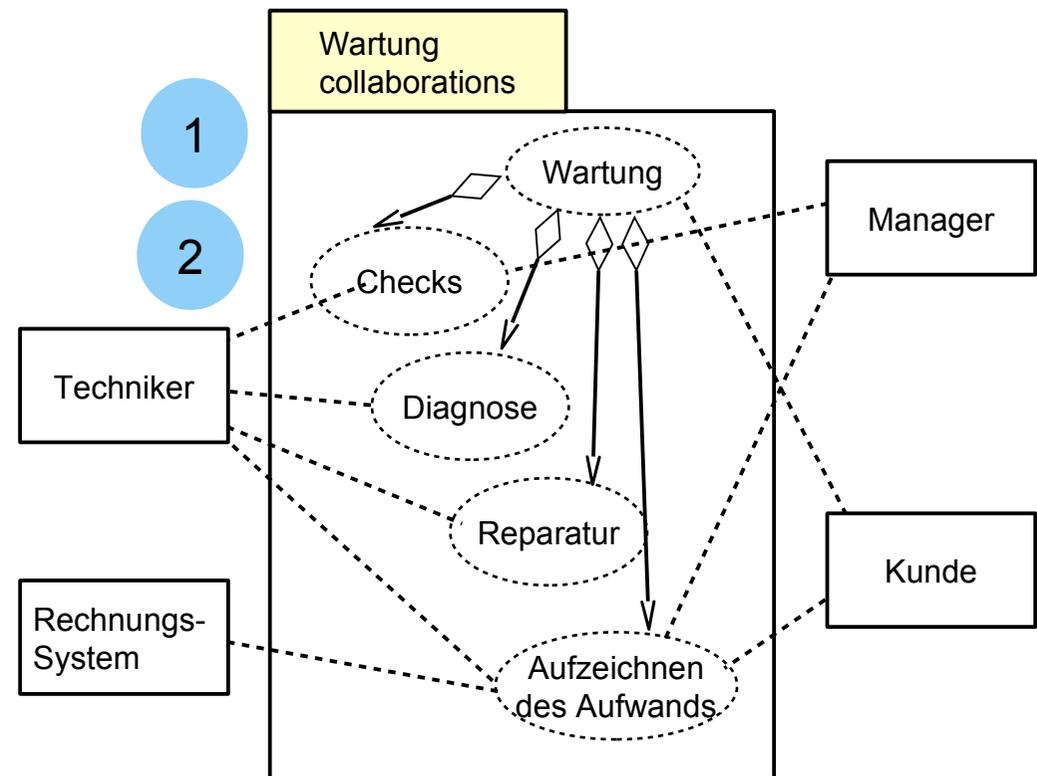
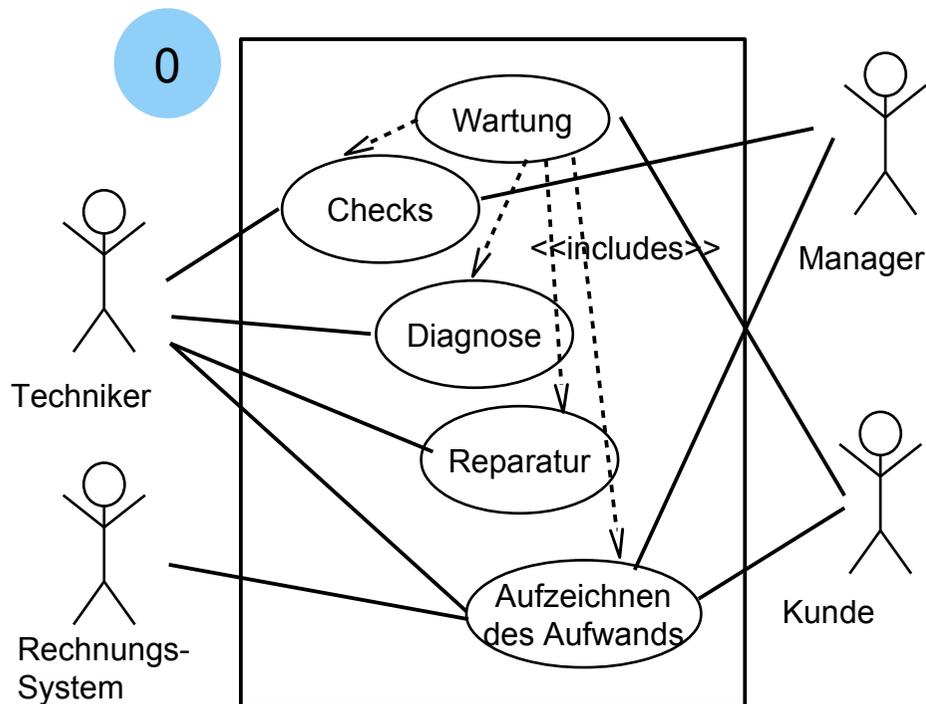
Ableitung von Kollaborationen aus der Szenarienanalyse

- ▶ Ein Sequenzdiagramm einer Kollaboration definiert:
 - Lebenslinien beschreiben das Verhalten der Rollen
 - Die Lebenslinie mit dem Anfangszustand kennzeichnet den **Initiator** mit **Initialzustand**
 - Die Lebenslinie mit dem Endzustand kennzeichnet den **Terminator** mit **Endzustand**;
 - **Initialbotschaft**: erste Botschaft, anliegend am Initialzustand
 - **Terminalbotschaft**: letzte Botschaft, anliegend am Endzustand



Umwandlung Anwendungsfall-Diagramm in Kollaborationen

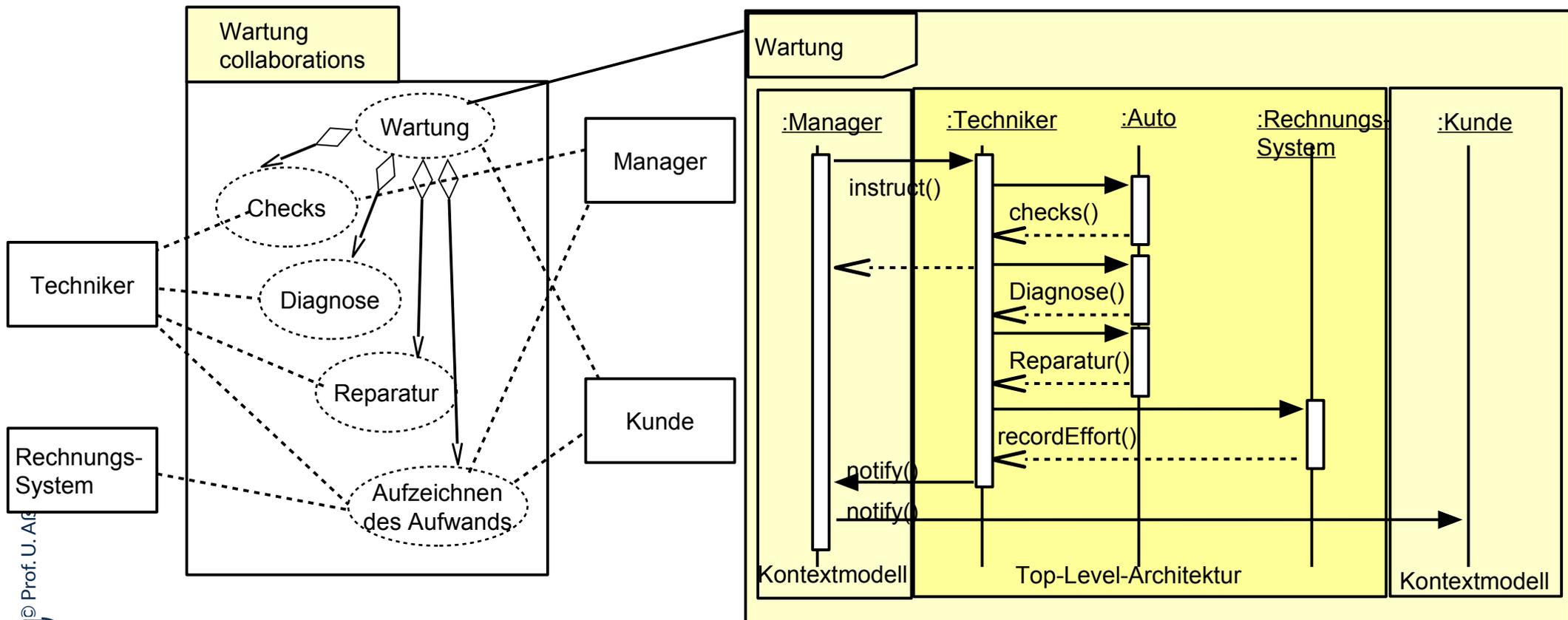
- ▶ Aus dem Anwendungsfalldiagramm kann schrittweise eine Menge von Kollaborationen erstellt werden



Umwandlung Anwendungsfall-Diagramm in Kollaborationen

- ▶ 3) Anhängen des Interaktionsdiagramms (hier Sequenzdiagramm) an einen Anwendungsfall

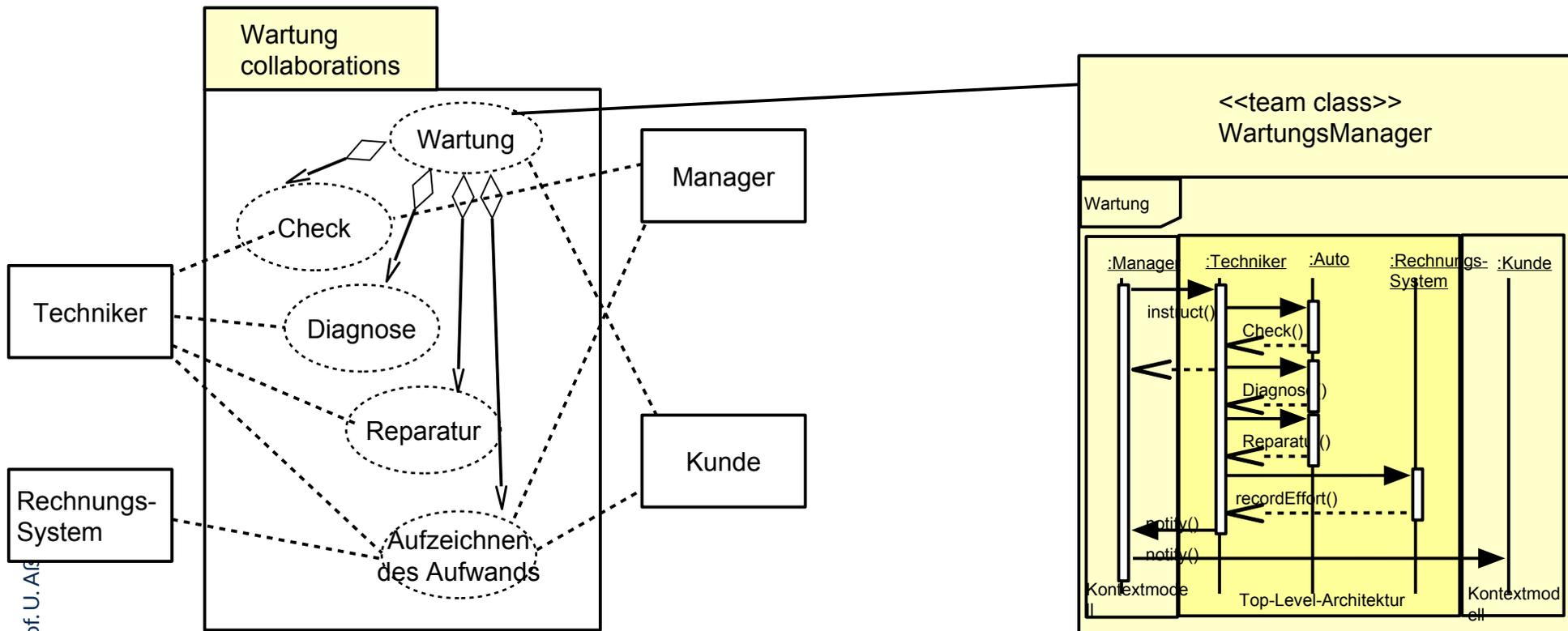
3



Umwandlung Anwendungsfall-Diagramm in Teamklasse

- 4) Umwandlung in Teamklasse, die die querschneidende Kollaboration steuert ("Reifikation")

4

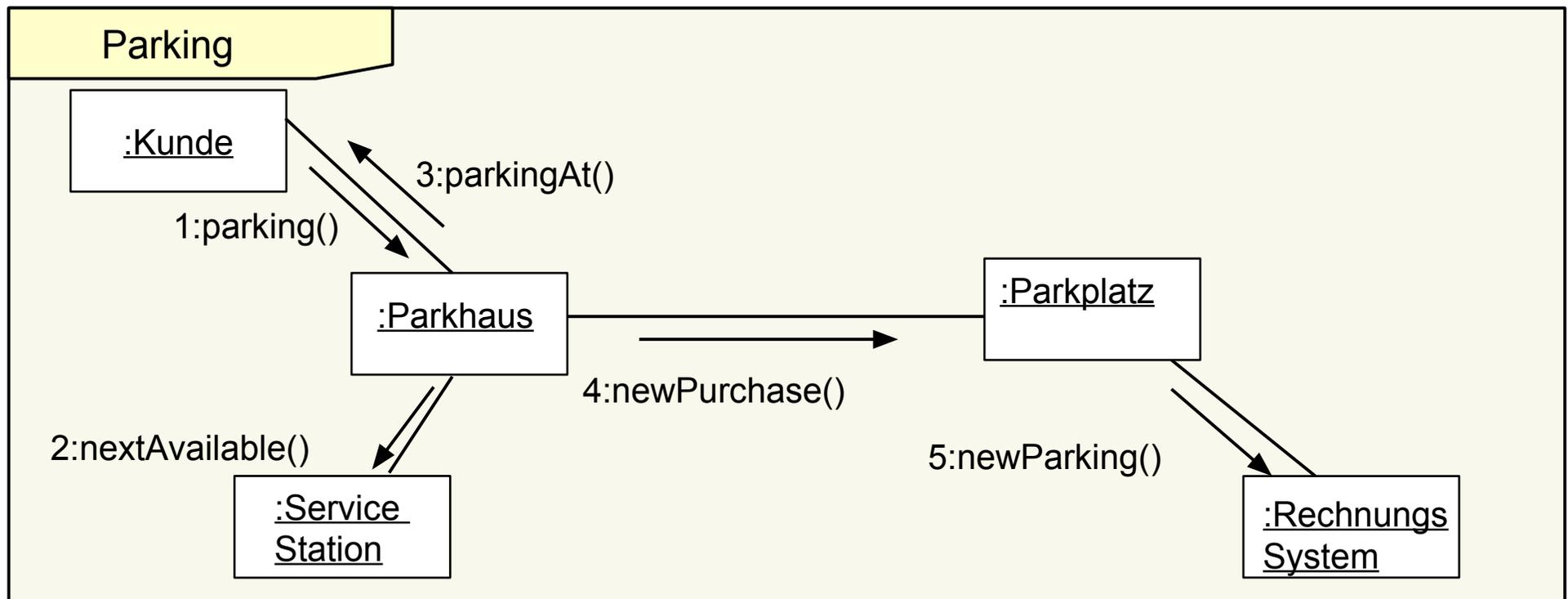


36.3 Szenarienanalyse mit Kommunikationsdiagrammen



Kommunikationsdiagramm (Communication Diagram)

- ▶ Ein **Kommunikationsdiagramm** ist ein Interaktionsdiagramm, das den Fluss der Aufrufe zwischen Objekten über der Zeit aufzeichnet
 - Sequenzdiagramm „von oben gesehen“
 - Ohne Objektlebenslinien, flexibles Layout
 - Hierarchische Nummerierung drückt die Zeit aus (zeitliche Abfolge der Nachrichten und Aufrufe)
 - Geeignet für Objektnetze mit komplexem Verbundverhalten



36.4. Szenarienanalyse mit Schwimmbahnen in Aktionsdiagrammen

Szenarienanalyse funktioniert auch mit
Aktionsdiagrammen: Aktivitätendiagramme (UML-AD),
Statecharts (UML-SC)

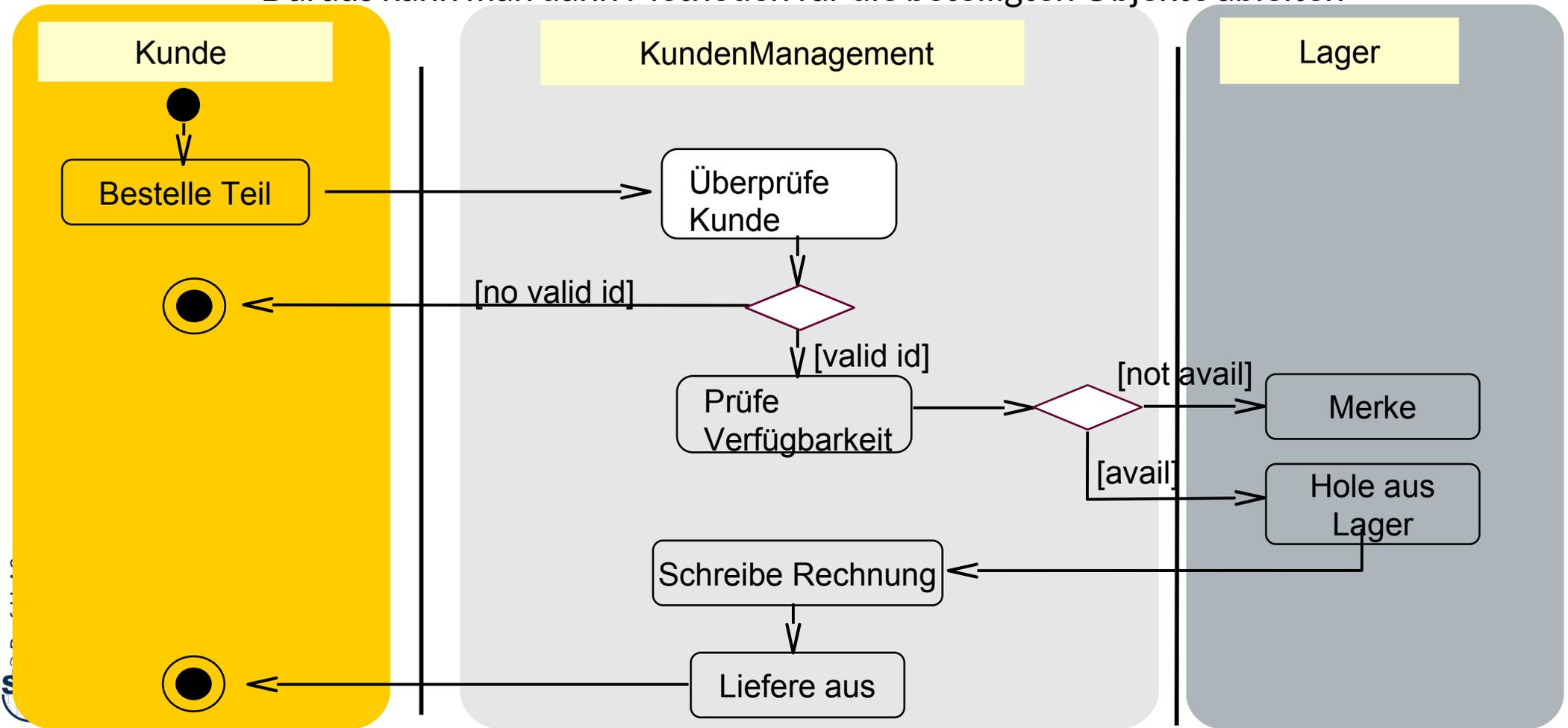


Querscheidende dynamische Modellierung mit Szenarienanalyse

- ▶ Mit Aktionsdiagrammen kann man **Lebenszyklen** von Objekten spezifizieren (punktweise Verfeinerung)
- ▶ Benutzt man **Schwimmbahnen**, kann man das Zusammenspiel mehrerer Objekte oder Methoden untersuchen (*querschneidende dynamische Modellierung, querschneidende funktionale Verfeinerung*).
 - Dazu führt man eine *Szenarienanalyse* durch, die quasi die Draufsicht auf ein Szenario ermittelt
- ▶ *Achtung: in UML wird eine Aktivität genau wie ein Zustand mit einem abgerundeten Rechteck dargestellt..*

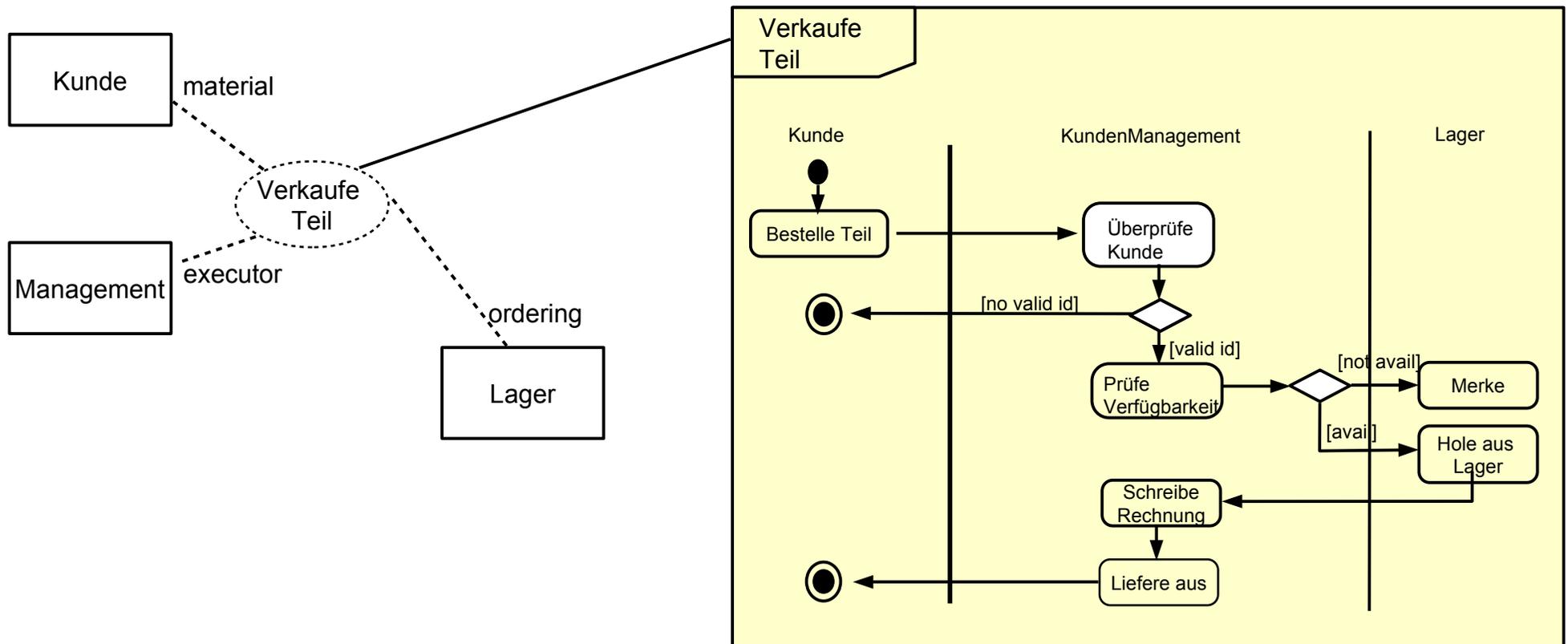
Szenarienanalyse mit UML-AD: Bearbeiten einer telefonischen Bestellung

- ▶ Aktivitäten können durch **Schwimmbahnen (swimlanes)** gegliedert werden, die Objekten zugeordnet sind
 - Jede Schwimmbahn spezifiziert eine **Rolle** eines Objekts im Kontext des Szenarios
 - Daraus kann man dann Methoden für die beteiligten Objekte ableiten



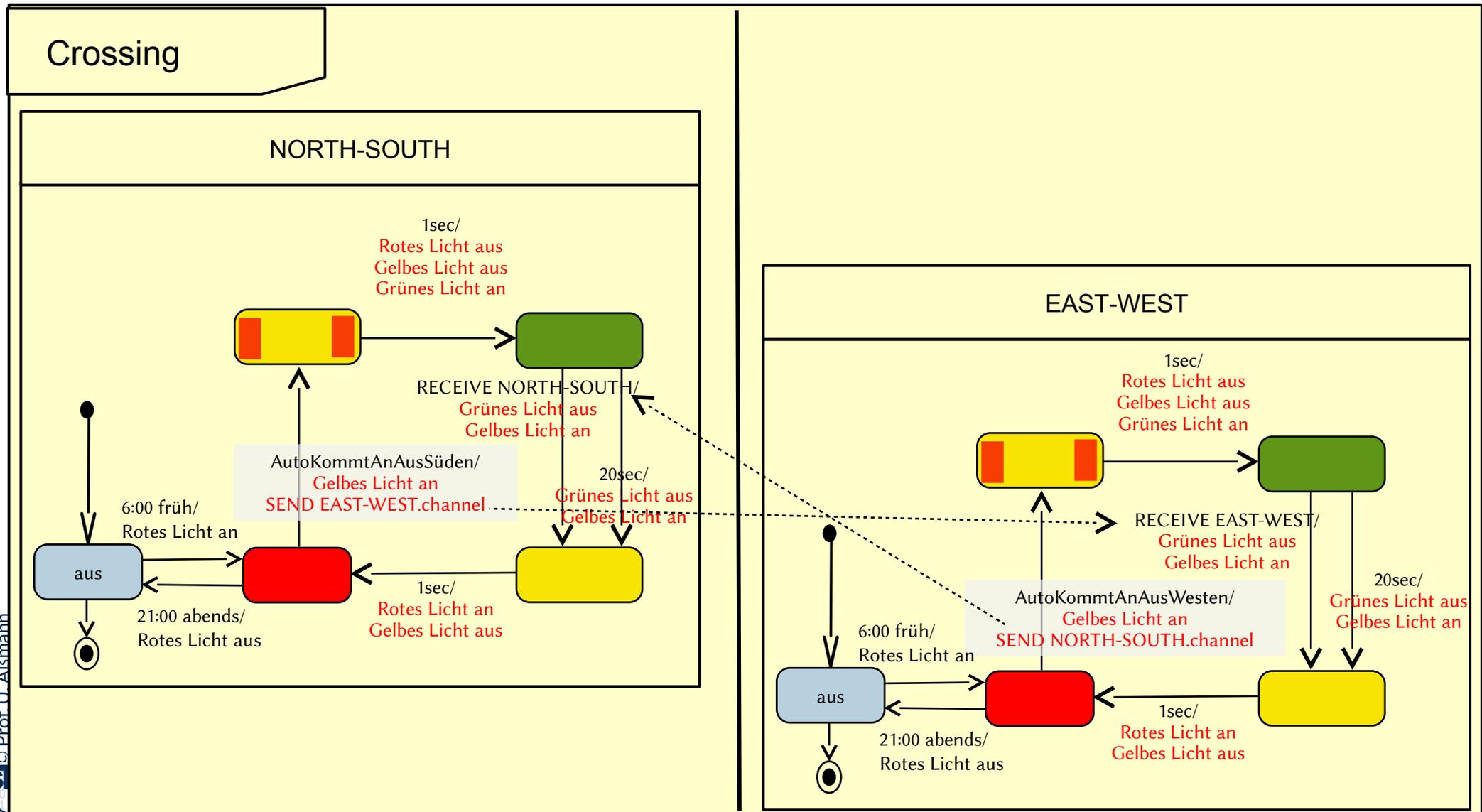
Aktivitätendiagramme als Verhalten von Kollaborationen

- ▶ Aktivitätendiagramme mit Schwimmbahnen können, ähnlich wie Sequenzdiagramme, zu Kollaborationen als Implementierung hinzugefügt werden
 - Die einzelnen Schwimmbahnen geben das Verhalten einer Rolle der Kollaboration an
 - Wieder gibt es Initiator und Terminator-Lebensbereich mit Initial- und Finalzustand



36.4.2. Kopplung zweier Ampeln an einer Kreuzung durch kooperierende Automaten

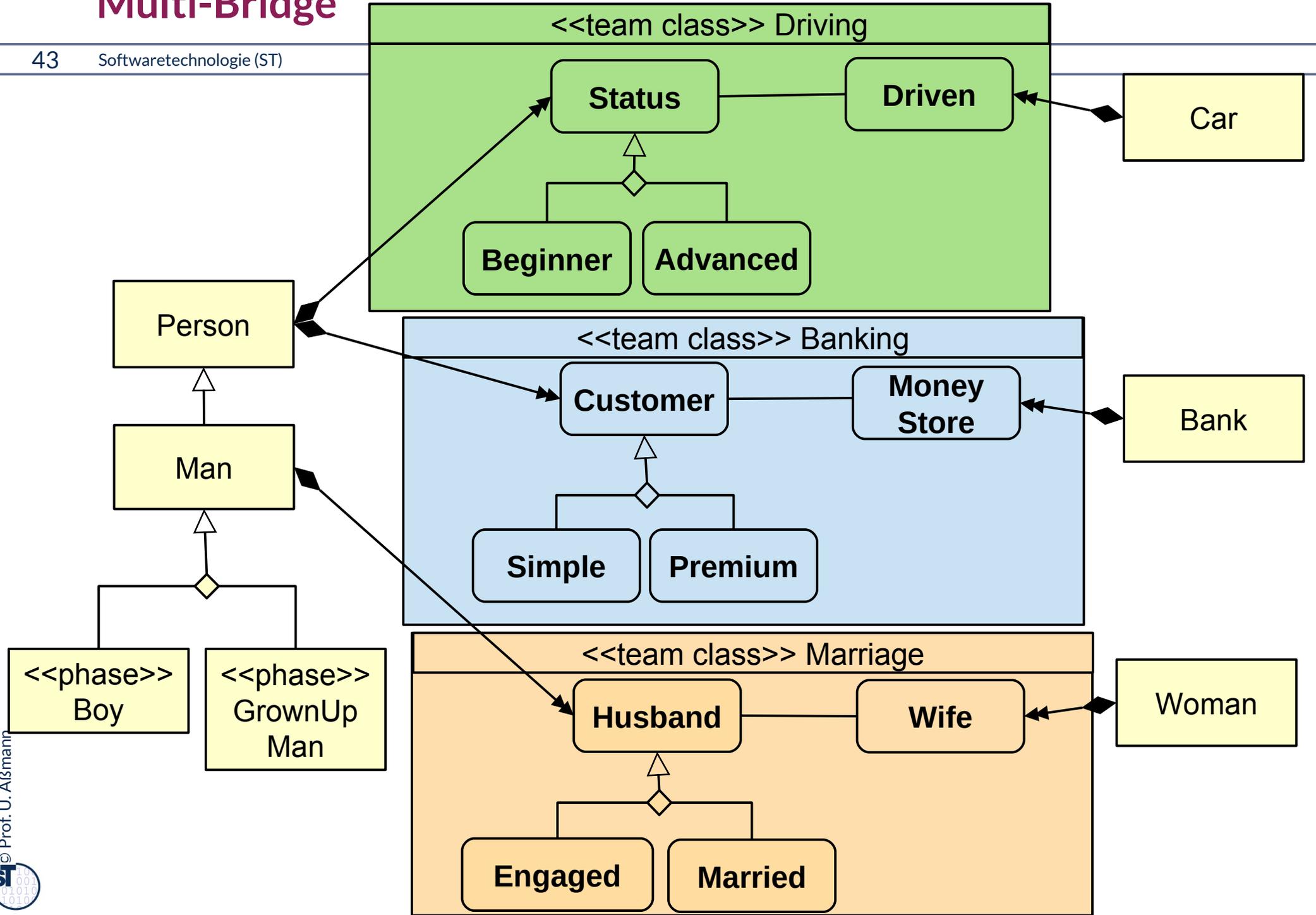
- Szenarienanalyse mit Statecharts funktioniert ähnlich; es entstehen Netze von kommunizierende Verhaltensmaschinen



36.5 Wozu braucht man querschneidende Verfeinerung mit Szenarienanalyse und Kollaborationen?



Beispiel: Querschneidende Erweiterung von Objekten mit Multi-Bridge

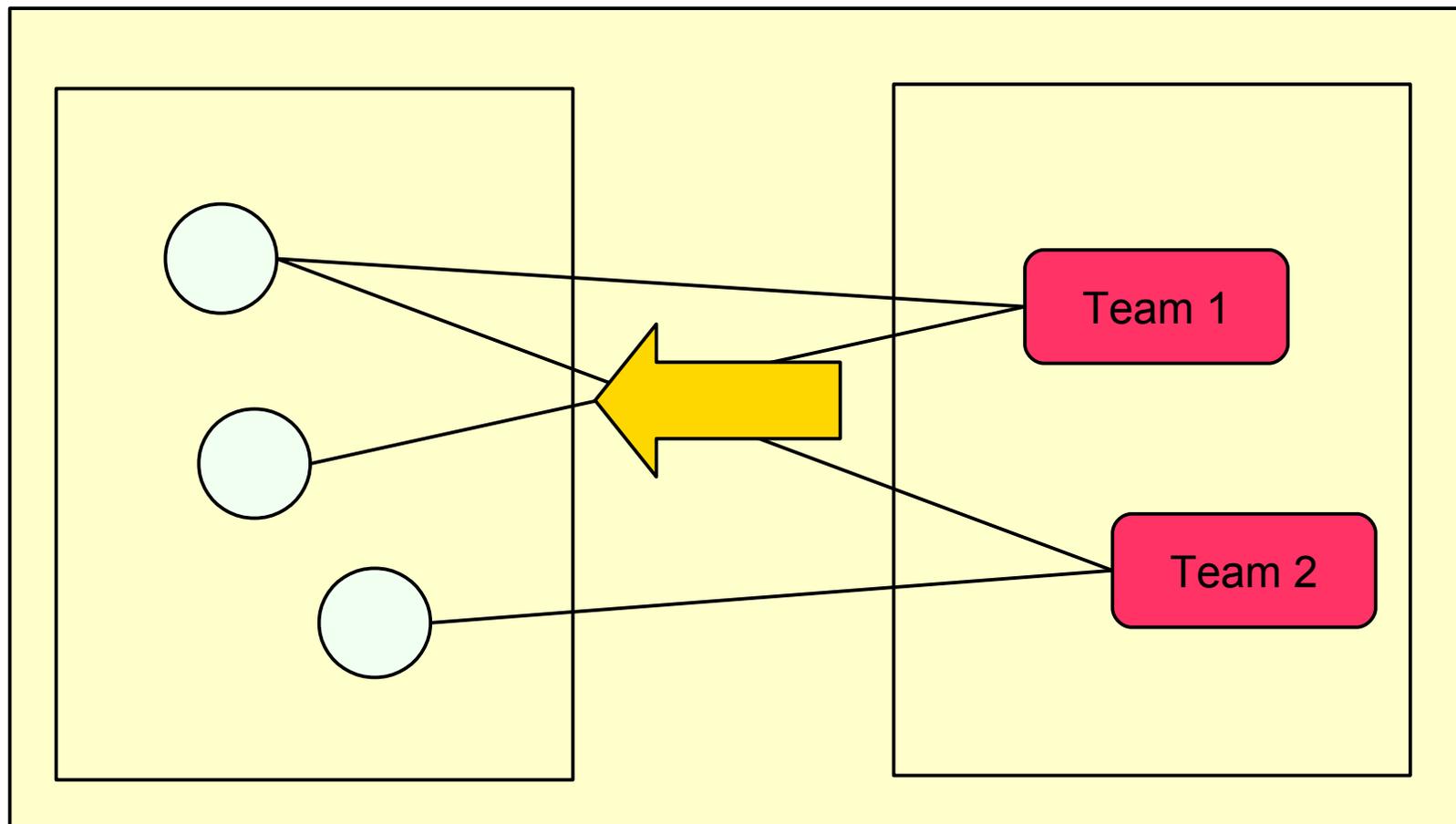


Wozu braucht man querschneidende Verfeinerung mit Szenarienanalyse, Kollaborationen?

- ▶ **Szenarienanalyse** ermittelt *querschneidendes Verhalten* durch eine Menge von Klassen bzw. Objekten hindurch
 - und entwickelt dazu aus Anwendungsfällen Kollaborationen und Teamklassen
 - Genau wie Klassen bilden Kollaborationen und Teamklassen *modulare Wiederverwendungseinheiten*, also spezielle Komponenten.
- ▶ Aber: Kollaborationen und Teams bilden *relationale, querscheidende* Module, die die Ergebnisse von Szenarienanalysen kapseln können
- ▶ Einsatz:
 - zur Verfeinerung
 - zur Erweiterung
 - zur Ersetzung (Variabilität)
 - zum Umwickeln anderer Kollaborationen (Wrapping)
- ▶ Implementierung
 - Erweiterbares Multi-Bridge Entwurfsmuster

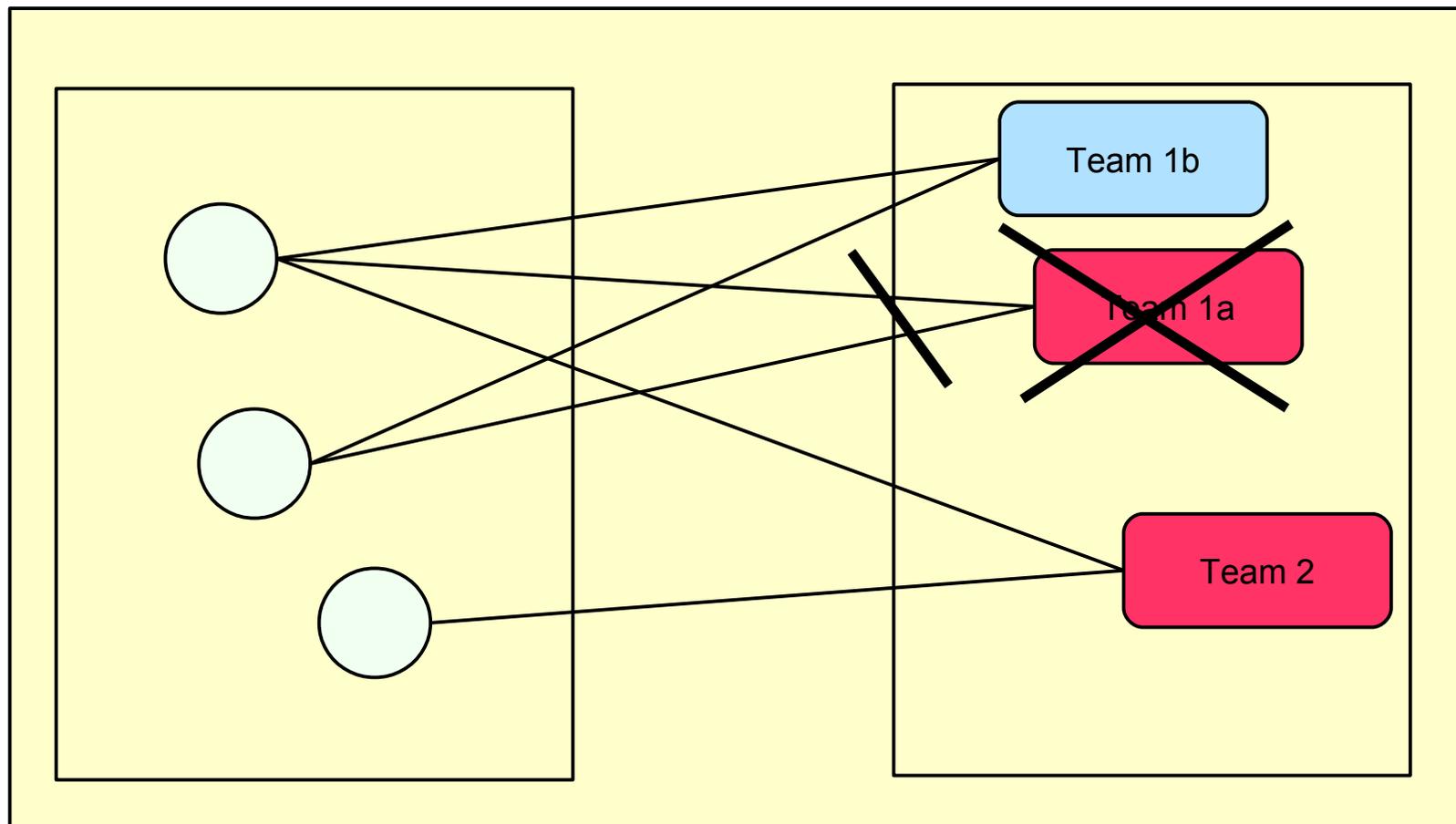
Querschneidende Erweiterung

- ▶ **Querscheidende Erweiterung** erweitert *mehrere Punkte* eines bestehenden Systems
- ▶ Implementierung: Erweiterung mehrerer komplexer Objekte mit Multi-Bridge Muster



Querschneidende Ersetzbarkeit

- ▶ **Querschneidende Ersetzbarkeit** ersetzt *Schnitte* durch ein System
- ▶ Implementierung: Variation mehrerer komplexer Objekte mit Multi-Bridge Muster



Wozu braucht man querschneidende Analyse?

- ▶ Seit den 60er Jahren existiert die Methodik, mit Verfeinerung aus Anforderungsspezifikationen Entwürfe abzuleiten (“stepwise refinement”)
 - Erst seit den 90er Jahren ist querschneidende Verfeinerung hinzugekommen, weil punktweise Verfeinerung nicht reicht → “Aspektororientierte Entwicklung” (“aspect-oriented software development”)
- ▶ Software braucht Kollaborationen zwischen Objekten
 - Wer querschneidende Analyse und das Ableiten von Teamklassen beherrscht, kann viel schneller als andere gute Software entwickeln

Was haben wir gelernt?

- ▶ Ein Anwendungsfall (use case im use case diagram) kann durch Szenarienanalyse verfeinert werden
 - Aus dem Anwendungsfall kann eine Kollaboration abgeleitet werden
 - Sowie ein Interaktionsdiagramm, das das Protokoll zwischen den Rollen der Kollaboration beschreibt (Sequenzdiagramm oder Kommunikationsdiagramm)
 - Oder ein Aktionsdiagramm, das ebenfalls das Protokoll zwischen den Rollen der Kollaboration beschreibt (Aktivitätendiagramm oder Statechart mit Schwimmbahnen)
- ▶ Szenarienanalyse verfeinert querschneidend, i.G. zu punktwiser Verfeinerung
- ▶ Kollaborationen sind querscheidende Module, die für Erweiterung, Ersetzung, Variabilität und Umhüllung eingesetzt werden können
- ▶ Man lagert eine Kollaboration in eine Anwendung ein, in dem man alle Spieler mit den Rollen der Kollaboration überlagert.

The End

- ▶ Warum ergibt die Szenarienanalyse querschneidende Verfeinerungen der Analysemodelle?
- ▶ Wieso kann eine Kollaboration mehrere Objekte erweitern?
- ▶ Wie kann das Entwurfsmuster Bridge genutzt werden, auf ein Kernobjekt einen Rollensatelliten aufzuprägen (zu superimponieren)?
- ▶ Wie superimponiert eine Kollaboration mehrere Spieler durch neue Rollen?
- ▶ Warum ergibt sich aus der Superimposition mehrere Kollaborationen für jedes beteiligte Objekt eine Multi-Bridge?
- ▶ Beschreiben Sie die Schritte vom Use Case Diagramm über die Szenarioanalyse zur querschneidenden Verfeinerung.
 - Wie viele Ausprägungen des Musters Bridge erhält man?
 - Wie viele Ausprägungen von Multi-Bridge?
- ▶ Erklären Sie den Unterschied zwischen einer Kollaboration und einer Teamklasse.

36.A.1 Teams als spezielle Kollaborationen

- ▶ Im Entwurf werden Kollaborationen zu *Teams*, d.h. speziellen Kommunikationsobjekten, die querschneidend Kommunikation kontrollieren



36.4.3 Teams

- ▶ Ein **Team(-objekt)** ist ein Assoziationsobjekt, das aus bisher nicht kooperierenden Objekten ein Netz aufbaut, ihre Interaktion und Kommunikation leitet und dann wieder auflöst.
- ▶ Eine **Teamklasse** ist also eine Kollaborationsklasse, die definiert:
 - eine Hauptklasse
 - die Spieler als innere Klassen (Rollenklassen) mit dem Multi-Bridge-Muster
 - Netzaufbau-Methoden, die das Hauptobjekt mit den Spielern verbinden
 - Netzabbau-Methoden
 - Kommunikationsmethoden, die auf die inneren Objekte delegieren
 - Kanäle, die Daten zwischen den Objekten hin- und herschieben
- ▶ Die Verhalten des **Teams** wird durch eine Kollaboration beschrieben
 - Sie kann **teamgetrieben** erfolgen, so dass auf ein Ereignis hin alle Objekte angestoßen werden (passive Objekte werden exogen vom Hauptobjekt angesteuert)
 - Die Bearbeitung kann **spielergetrieben** erfolgen, sodass ein oder mehrere Objekte aktiv über die Kollaboration kooperieren
- ▶ In Java implementiert man eine Kollaboration immer als **Hauptklasse mit inneren Klassen**

Schematische Realisierung von Teams mit inneren Klassen in Java

```
class Team {
    /* role as inner class */
    class RoleA {
        do() {...}
    }
    /* role as inner class */
    class RoleB {
        do() {...}
    }

    // Definition of inner objects
    PlayerA player_A;
    PlayerB player_B;
    RoleA role_A;
    RoleB role_B;
}
```

```
// Net construction
void link(PlayerA a, PlayerB b) {
    player_A = a;
    player_B = b;
}
// Net destruction
void unlink() {
    player_A = null;
    player_B = null;
}
// Delegation methods
void doA() { role_A.do(); }
void doB() { role_B.do(); }
```

Bsp.: Teams mit inneren Klassen in Java

- ▶ In Java implementiert man eine Kollaboration immer als **Teamklasse** mit **inneren Rollenobjekten**
- ▶ **Vorteil:** alle Spieler und Rollen sind gekapselt; Code kann zusammenhängend wiederverwendet werden



```
class GrandfatherShip {
    /* role as inner class */
    class GrandFather {
        void caressing ();    }
    /* role as inner class */
    class GrandChild {
        void visiting ();    }
    Person player_gf;
    GrandFather role_gf = new
GrandFather();

    Person player_gc;
    GrandChild role_gc = new
GrandChild();
}
```

```
void linkGrandfatherAndGrandChild
(Person gf, gc) {
    player_gf = gf;
    player_gc = gc;
}
void unlinkGrandfatherAndGrandChild
(Person gf, gc) {
    player_gf = null;
    player_gc = null;
}
// delegation method
void caressing() { role_gf.caressing();
}
void visiting() { role_gc.visiting(); }
```

Teamklassen in ObjectTeams

- ▶ In fortgeschrittenen Programmiersprachen bilden Kollaborationen und ihre Rollen Sprachkonzepte.
- ▶ So auch in der Sprache ObjectTeams der TU Berlin (www.objectteams.org).
 - Hier heißt eine Kollaboration *Team* (Notation als Block, ähnlich zur Klasse)
 - *Rollenklassen bilden innere Klassen* des Teams

```
team Grandfatherhood {
  /* role class */
  class GrandFather {
    void caressing ();
  }
  /* role class */
  class GrandChild {
    void visiting ();
  }
}
```

```
team NewspaperReading {
  Readable buy();
  /* role class */
  class Reader {
    void breakfast () {
      Readable rd = buy();
      rd.read();
    }
  }
  /* role class */
  class Readable {
    void read();
  }
}
```

Querschneidende Umwicklung

- ▶ **Querschneidende Umwicklung** wickelt Großobjekte mit Umwicklern (wrapper, decorator)
 - Reihenfolge der Umwicklung wichtig
- ▶ Implementierung: Umwicklung mehrerer komplexer Objekte mit Multi-Bridge und Decorator Muster

