

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

Prof. Dr. rer. nat. Uwe Aßmann

Institut für Software- und  
Multimediatechnik

Lehrstuhl Softwaretechnologie

Fakultät für Informatik

TU Dresden

Version 20-0.3, 25.06.20

- 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



2. Funktionale querschneidende Verfeinerung: Szenarienanalyse mit Anwendungsfällen, Kollaborationen und Interaktionsdiagrammen (Kap 34, 36)

# Warum braucht man Modellierung?

- ▶ Kleinere Projekte kommen oft ohne Modelle aus. Aber...
- ▶ Große Produkte und Produktlinien
  - <https://hbr.org/1994/11/the-logic-of-product-line-extensions>
- ▶ Wiederverwendung im Multiprojektmanagement
  - <http://www.biglever.com/images/solution/3D.jpg>
- ▶ Tests und Softwarequalität zu niedrigen Kosten
- ▶ Modelle erleichtern das Verständnis des Kunden und die Kommunikation mit ihm

**OUR GOALS**

# 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 *Szenarianalyse*, die quasi die Draufsicht auf ein Szenario ermittelt
  - Siehe dieses Kapitel "**Szenarianalyse**"

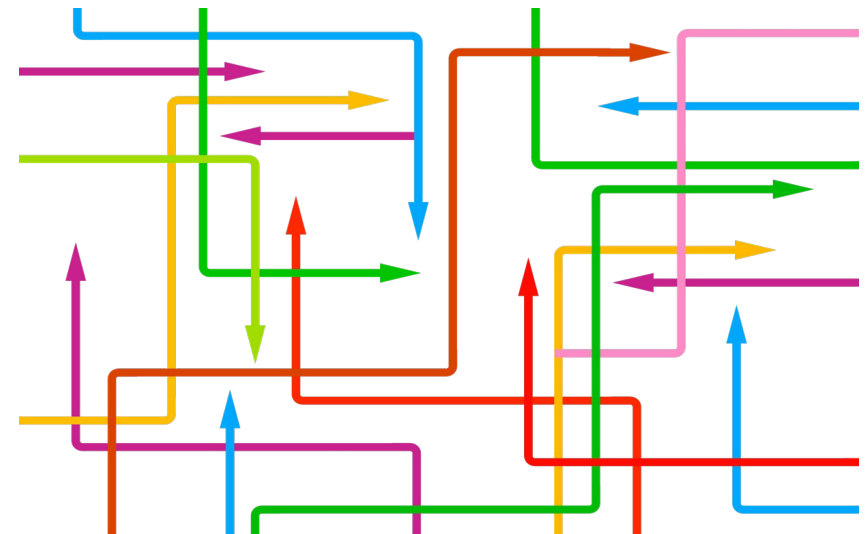
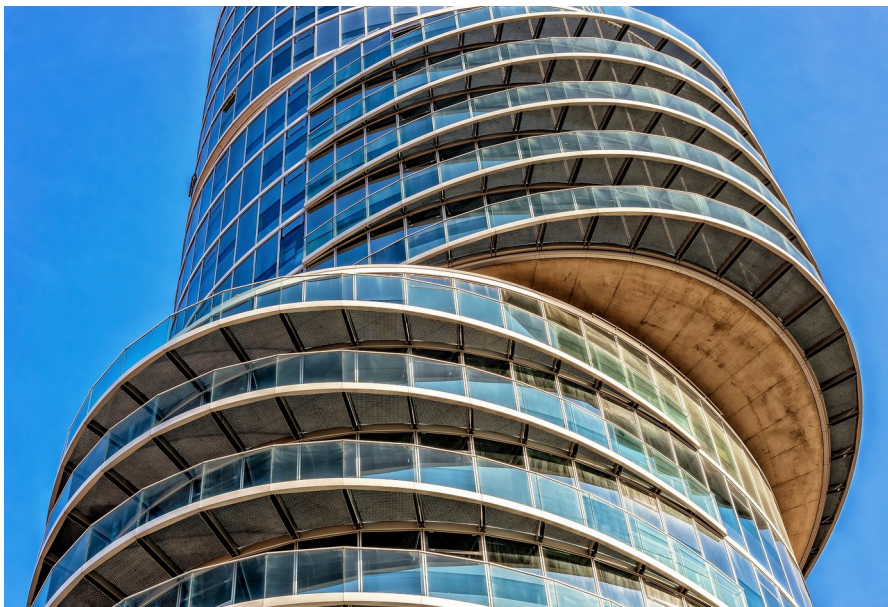
*Welches Interaktionsprotokoll durchläuft eine Gruppe von Objekten?*

# Wozu braucht man Szenarioanalyse?

7

Softwaretechnologie (ST)

- ▶ 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!



# Wdh.: Teams und technische Konnektoren

**Def.:** Ein **Teamobjekt** ist ein Objekt, das die Kommunikation einer Gruppe (feste Anzahl) von interagierenden und kommunizierenden Objekten kapselt. Ist ein Teamobjekt hauptsächlich mit dem technischen 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



# Querschneidende Verfeinerung mit Szenarioanalyse zur Ableitung von Kollaborationen und Teams (Objekt-Szenario-Matrix)

	Customer Kunde	RepairShop Werkstatt	Manager	Technician Techniker	
Kern-Verhalten					
Szenario 1 Auto abgeben					Team 1
Szenario 2 Auto reparieren					Kollabo- ration 2
Szenario 3 Auto abholen					Team 3
Szenario 4 Rechung stellen					Team 4
Szenario 5 Rechung bezahlen					Konnektor 5

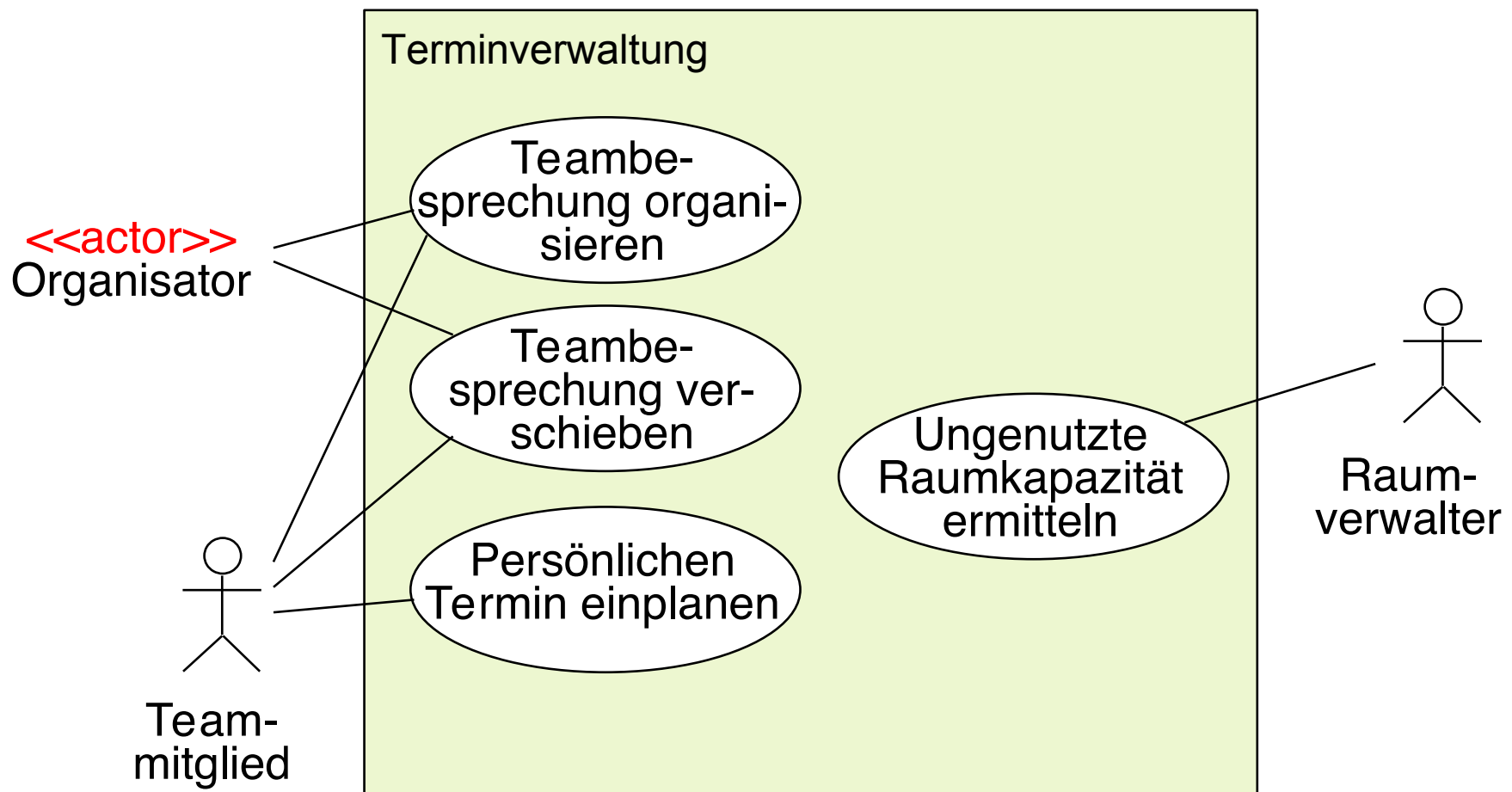


# 36.1 Nutzfalldiagramme (Anwendungsfalldiagramme, use case diagrams)



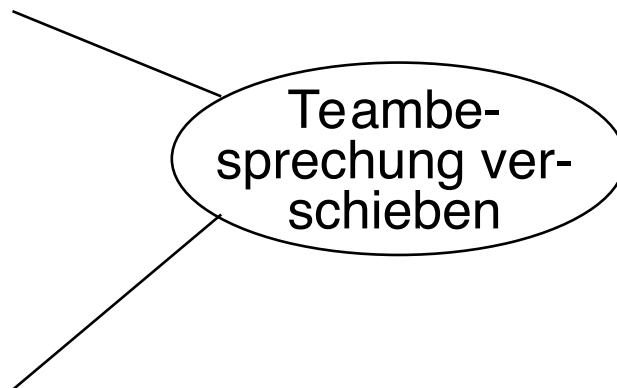
# UML-Anwendungsfall-Diagramm (Nutzfall-, Use-Case-Diagramm)

- ▶ Ein **Anwendungsfall** beschreibt die Interaktion (Kollaboration) der Akteure mit dem System (*querschneidend* durch das System)
- ▶ Aus einem Anwendungsfall wird, durch **Szenarienanalyse**, eine Kollaboration der beteiligten Objekte abgeleitet, oder ein Team (Kollaboration mit Teamobjekt), oder ein Konnektor (technisches Team)



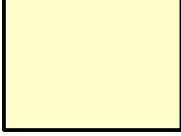








# Anwendungsfälle (Nutzfälle)

- ▶ **Anwendungsfälle** beschreiben funktionale Anforderungen an ein System *im Kontext* von Anwendern (Aktoren)
- ▶ Aus den Anwendungsfällen setzt man mittels **Szenarienanalyse** dann zusammen:
  - das **Kontextmodell** mit der Schnittstelle des Systems, also die sichtbaren Funktionen des Systems
  - die **Top-Level-Architektur**, die die Realisierung der sichtbaren Funktionen des Systems auf oberster Ebene zeigt
  - **Kollaborationen** zwischen Objekten in der **Anwendungslogik**,
    - der **Architektur**



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

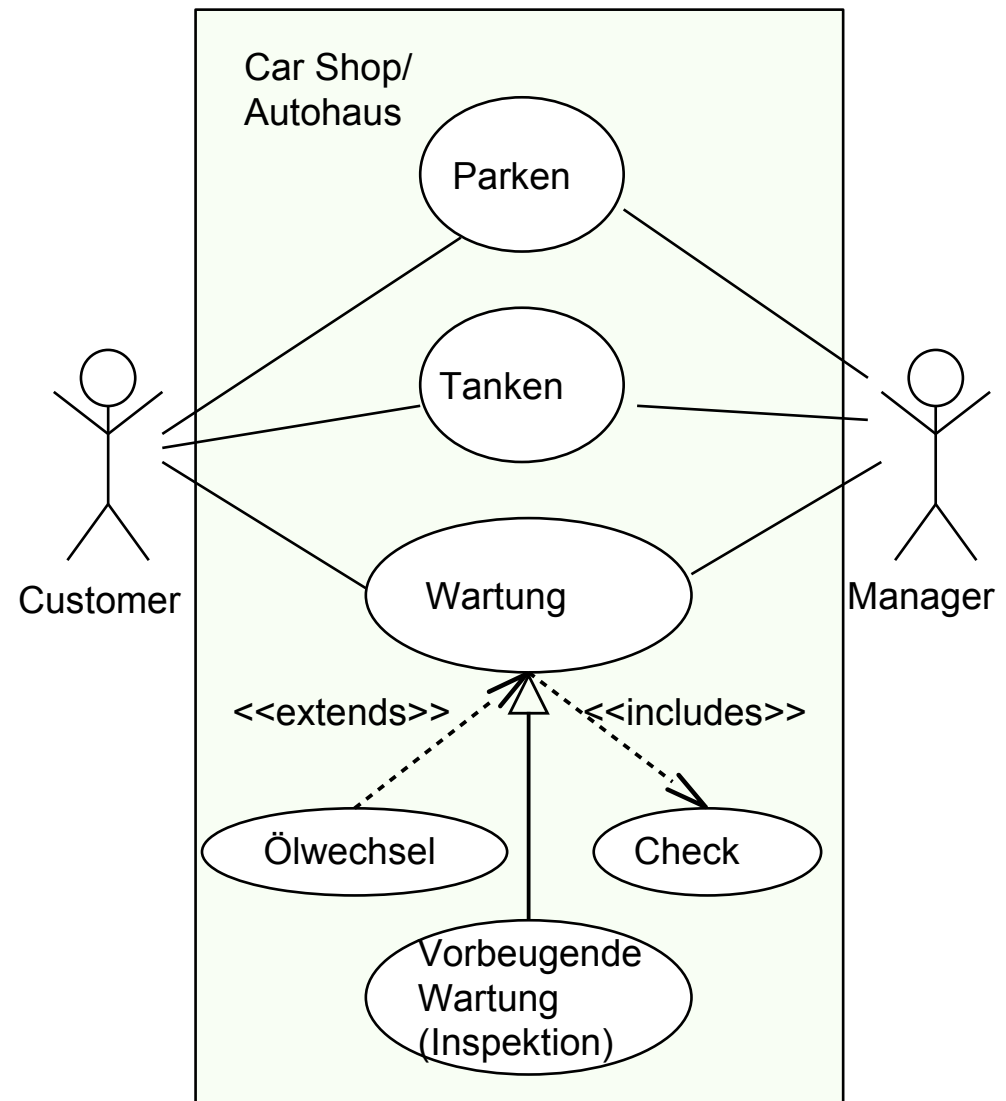
	Organisator	Teammitglied	Raumverwalter
Kern-Verhalten			
Szenario 1 Teambesprechung organisieren			
Szenario 2 Teambesprechung verschieben			
Szenario 3 Persönlichen Termin einplanen			
Szenario 4 Ungenutzte Raumkapazität ermitteln			

# Verallgemeinerung, Erweiterung und Aufruf von Anwendungsfällen

14

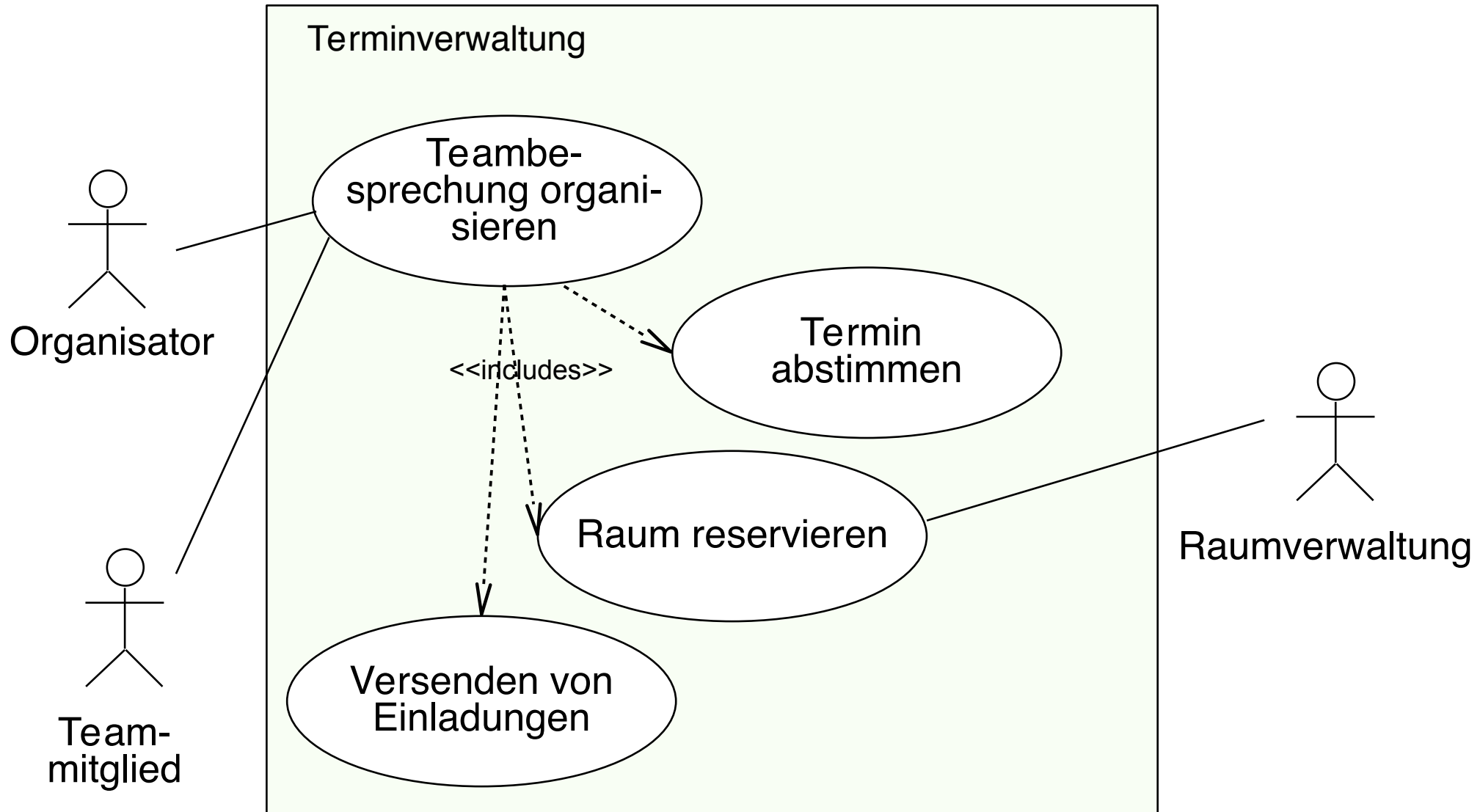
Softwaretechnologie (ST)

- ▶ 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 Pfleeger]

# Verfeinerung des Anwendungsfalls „Teambesprechung organisieren“



## 36.2 Szenarienanalyse - Ableitung von Kollaborationen und Teamklassen aus Anwendungsfällen

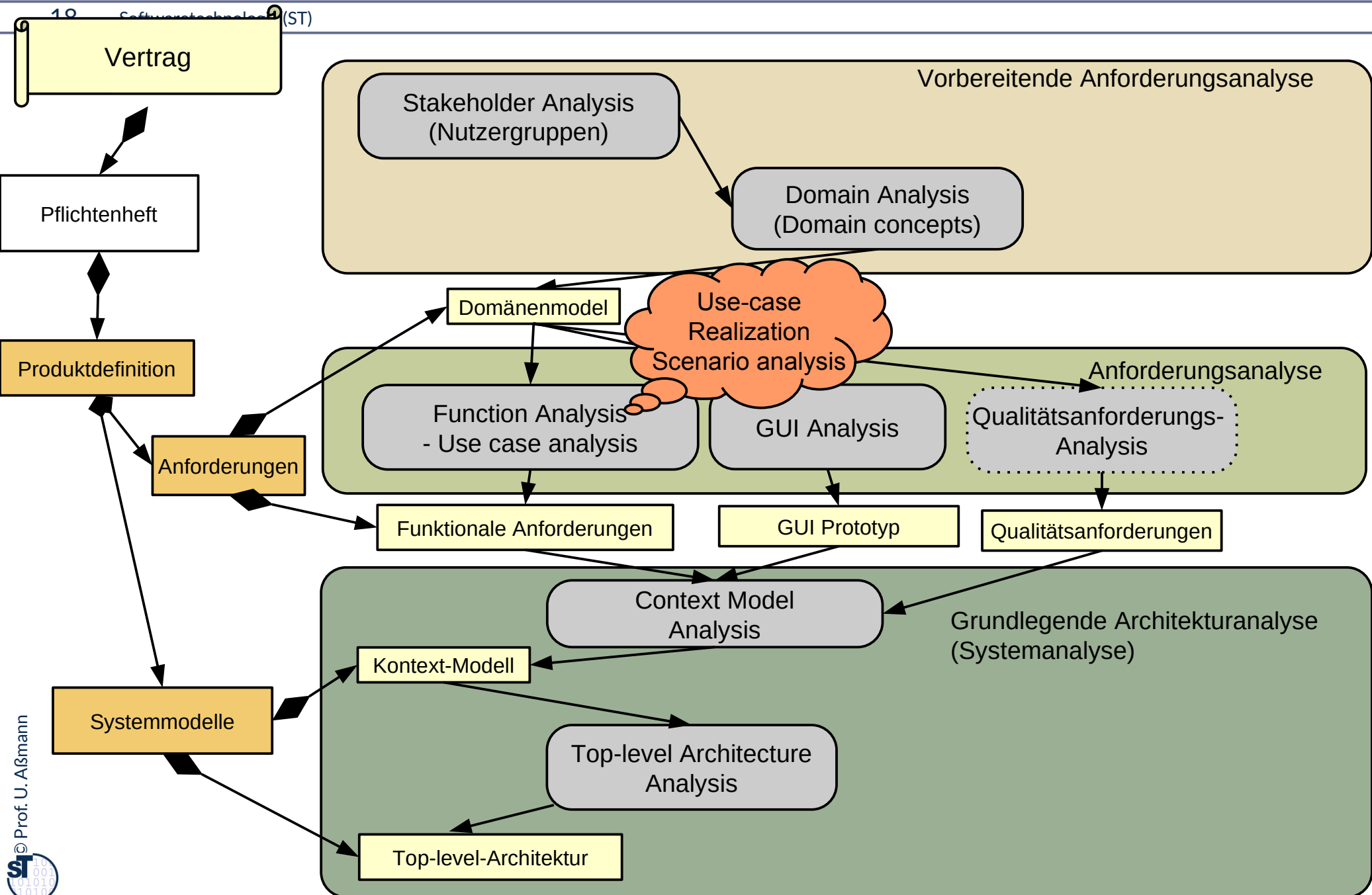
Anwendungsfallrealisierung, use case realization



DRESDEN  
concept  
Exzellenz aus  
Wissenschaft  
und Kultur

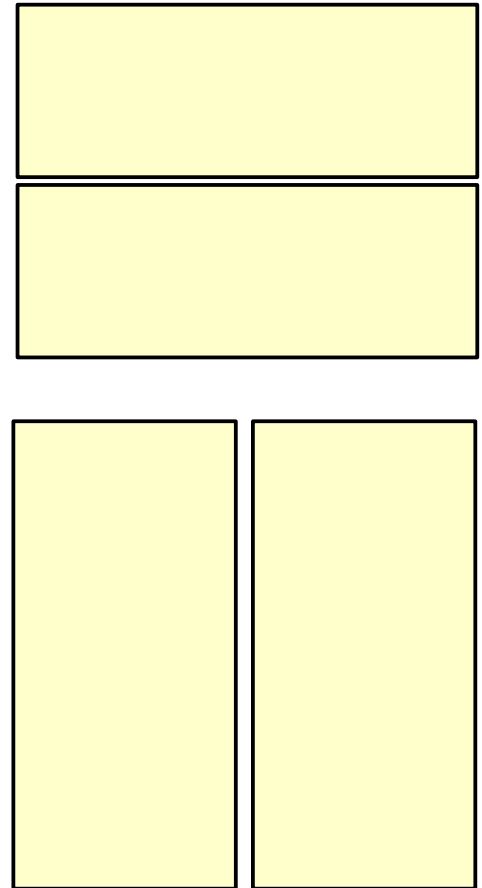


# Q10: Drei-Schritt der Analyse (Anforderungen und fachliches Modell)



# 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 in der **Anwendungslogik** durchzuführen, in dem Kollaborationen für die Objektverfettung abgeleitet werden
- ▶ Anwendungsfallrealisierung nutzt zur Verfeinerung verschiedene Interaktionsdiagramme mit **Schwimmbahnen (Lebenslinien)**:
  - mit Interaktionsdiagrammen
    - mit Lebenslinien im Sequenzdiagramm (sequence diagram, sequence chart)
    - mit Kommunikationsdiagramm (communication diagram)
  - mit Aktionsdiagrammen
    - mit Schwimmbahnen im Aktivitätsdiagramm
    - mit einem Netz von kommunizierenden Verhaltens-(Zustands-)maschinen

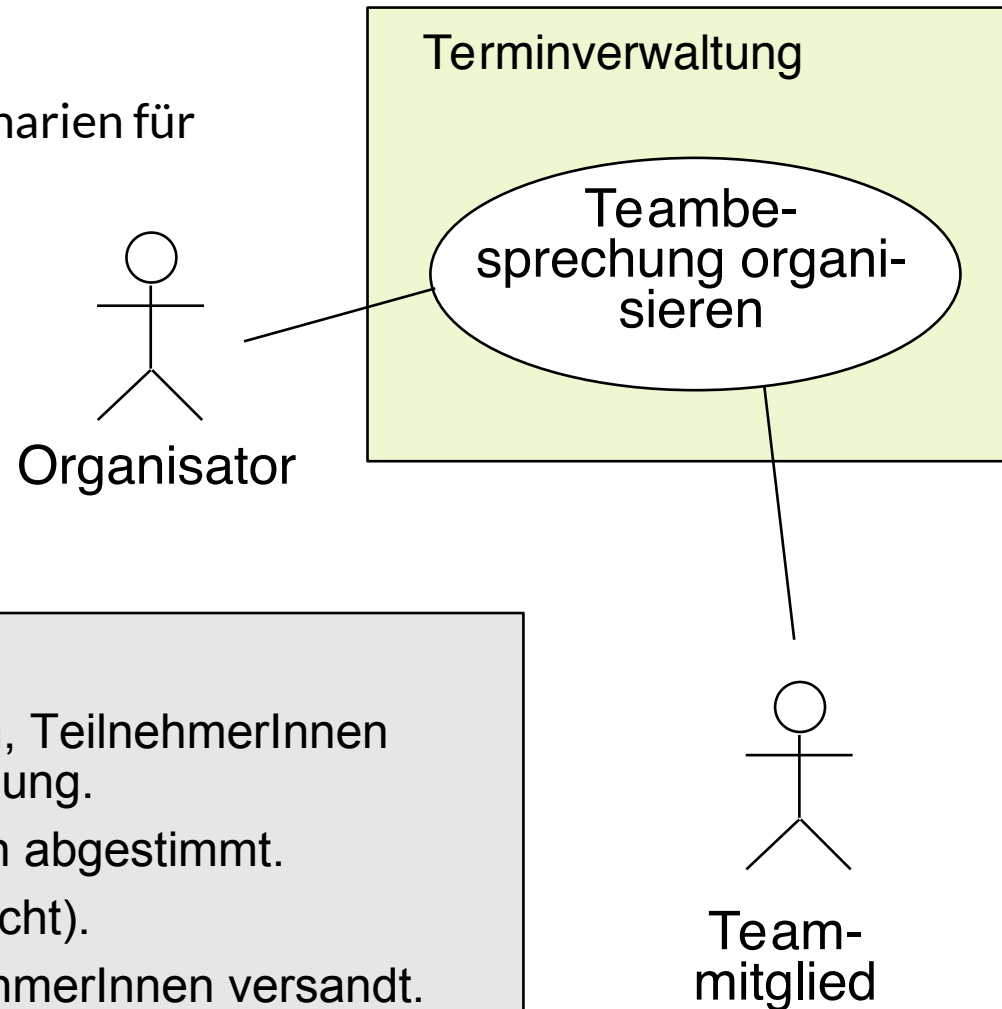


- ▶ **Def.:** Ein *Szenario* ist eine Beschreibung einer beispielhaften Folge von *Interaktionen* von Akteuren mit dem System zur Beschreibung eines Anwendungsfalls (use case realization).
  - Es gibt Szenarien für Normalfälle ('gut'-Szenario), Ausnahmefälle ('exception case') und Fehlerfälle ('negativ'-Szenario).
- ▶ 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

- ▶ Die Szenarienanalyse beginnt mit Anwendungsfällen und analysiert das Zusammenspiel der Akteure

- ▶ **Beispiel:**

Durchspielen eines der Normalfall-Szenarien für 'Teambesprechung organisieren'

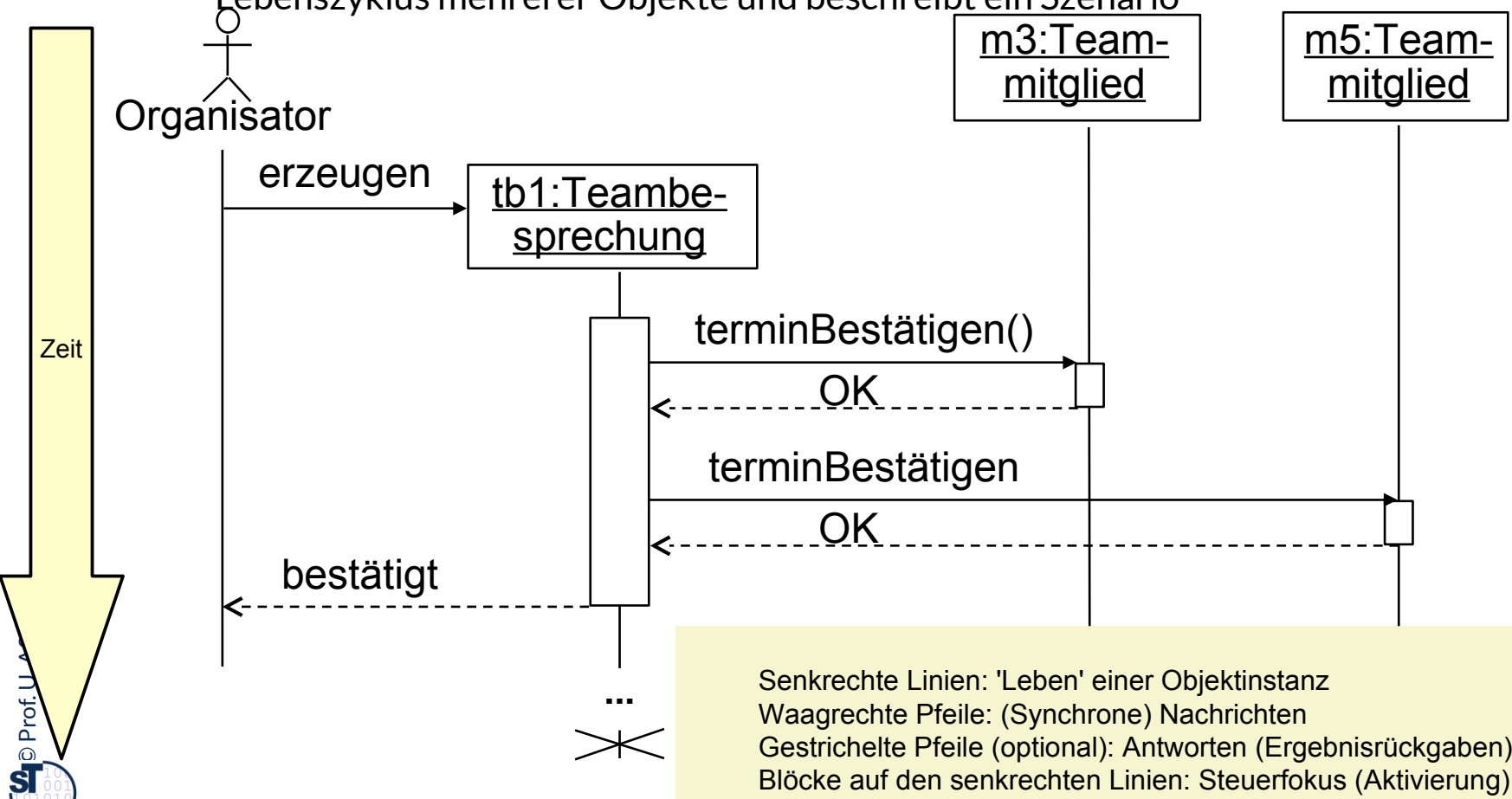


Durchspielen:

- 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.

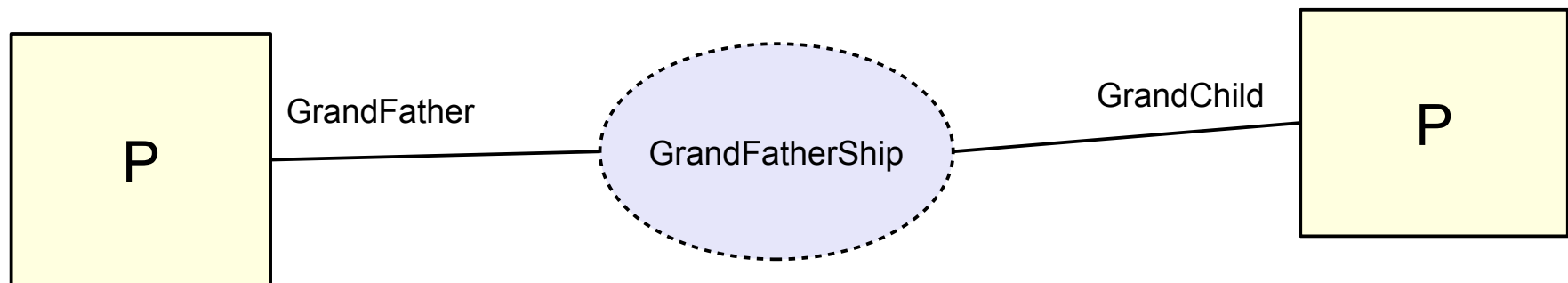
# 36.2.1 Szenarienanalyse mit UML-Sequenzdiagrammen

- ▶ **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



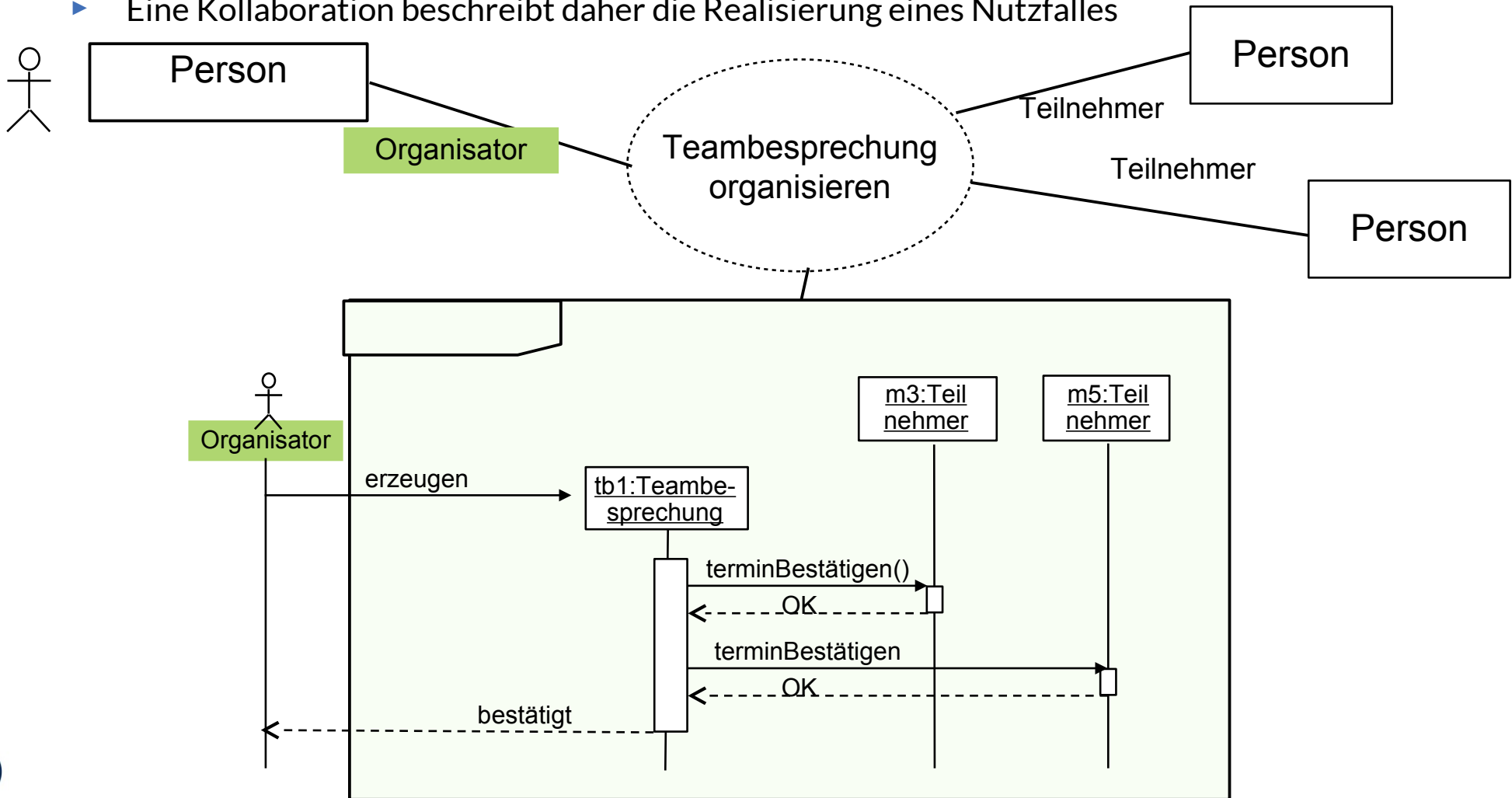
# Kollaborationen (collaborations, Teamklassen) in UML

- ▶ 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



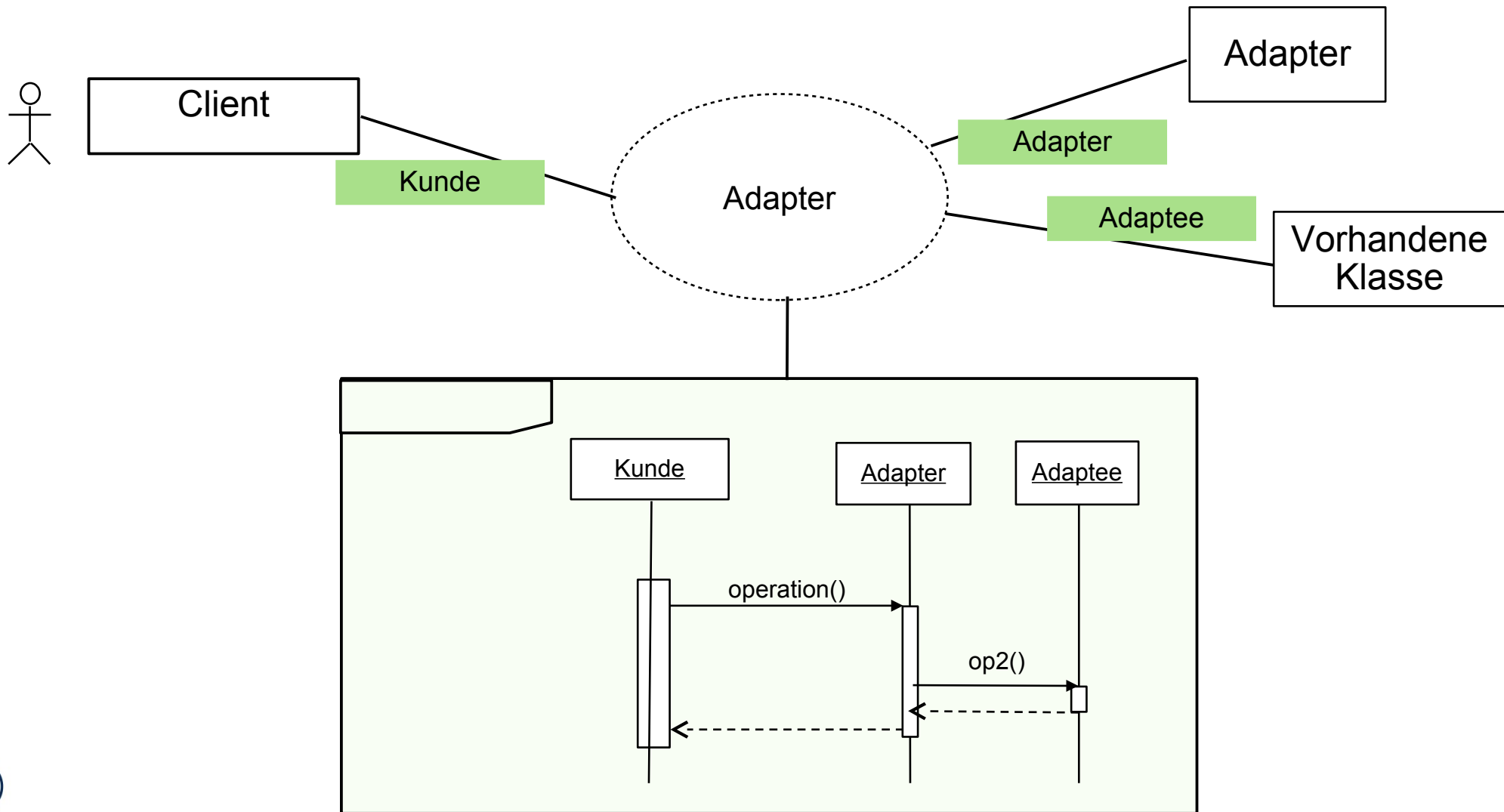
# Kapseln eines Szenarios in einer Kollaboration

- ▶ 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



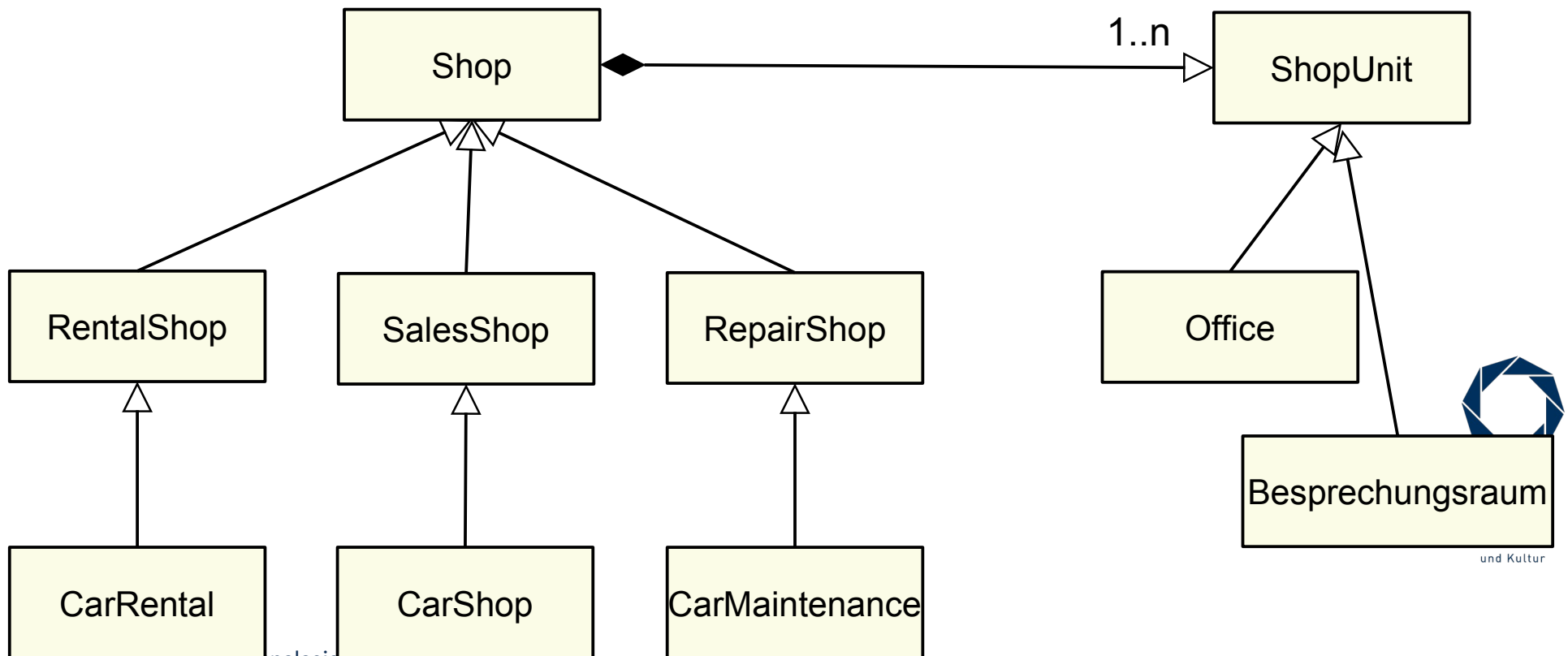
# Wdh: Auch Entwurfsmuster werden in UML mit Kollaborationen spezifiziert

- ▶ Auch ein Entwurfsmuster wird in UML mit einer **Kollaboration** spezifiziert. Das Gamma-Buch ordnet jedem Entwurfsmuster ein Sequenzdiagramm zu
- ▶ **Merke:** *Bewährte Kollaborationen werden als Entwurfsmuster festgehalten!*



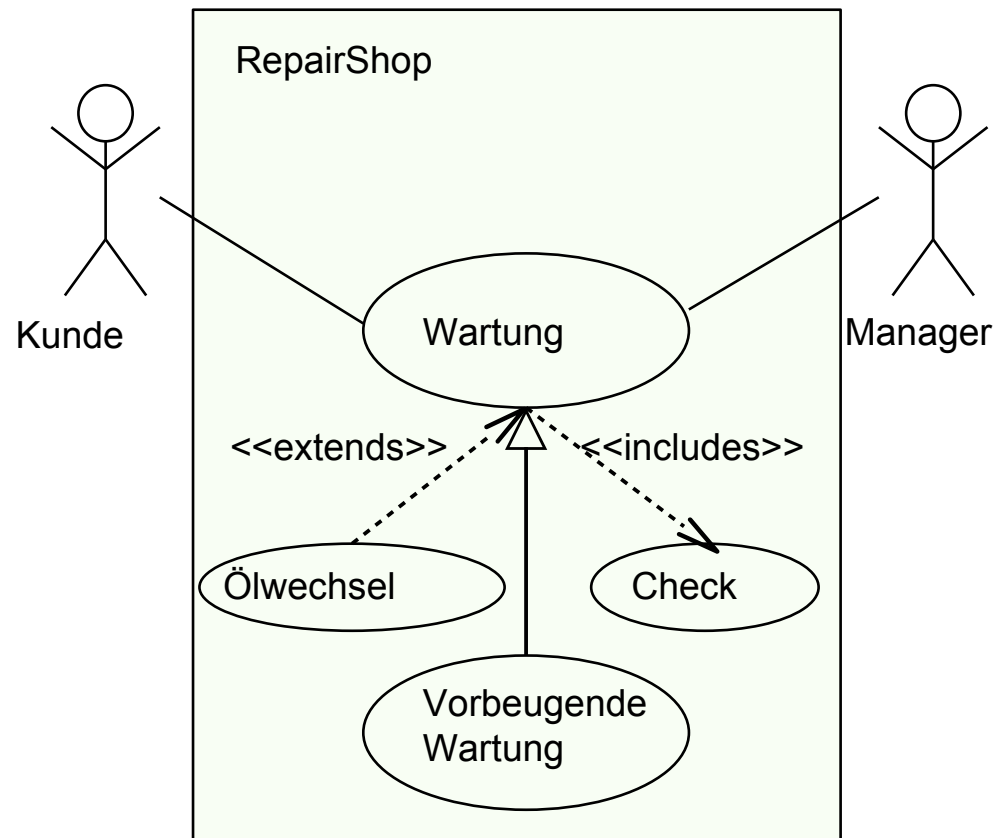


## 36.2.2 Beispiel Szenarienanalyse RepairShop



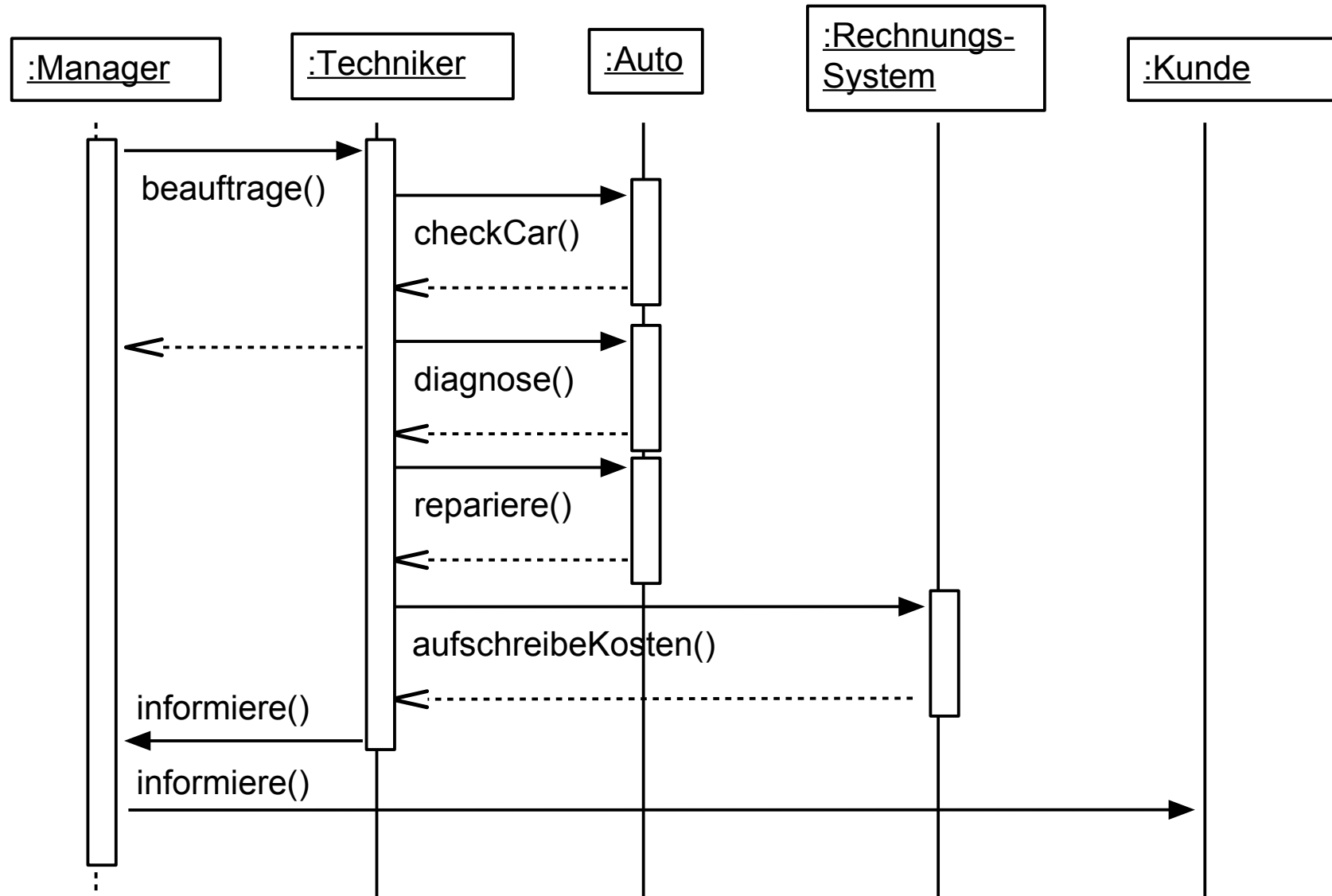
# Szenarienanalyse mit Sequenzdiagrammen

- ▶ Ausgangspunkt: Anwendungsfall Auto-Wartung (Wartung) im RepairShop[Pfleger]



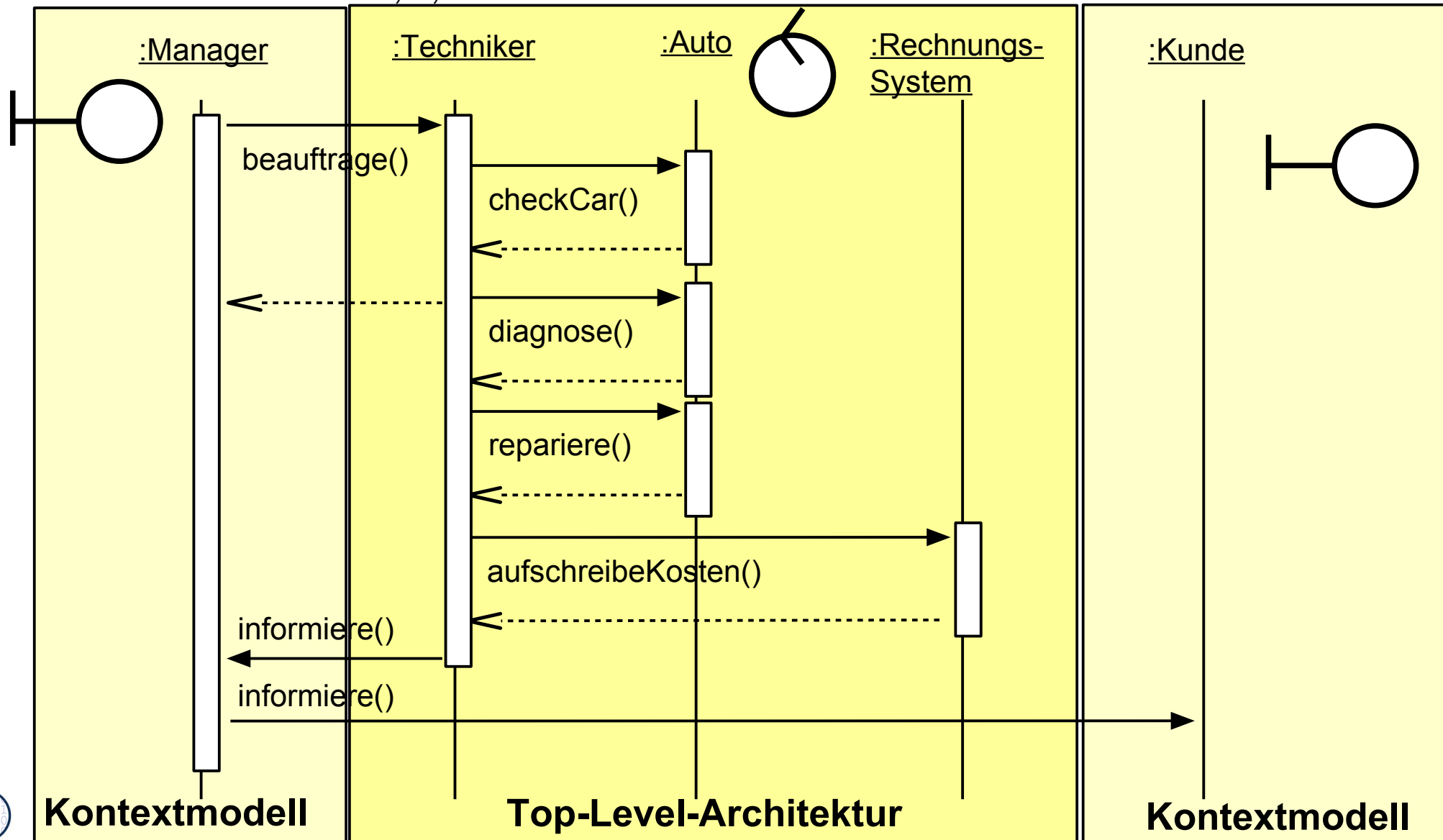
# Szenarienanalyse Sequenzdiagramm Service-Station

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



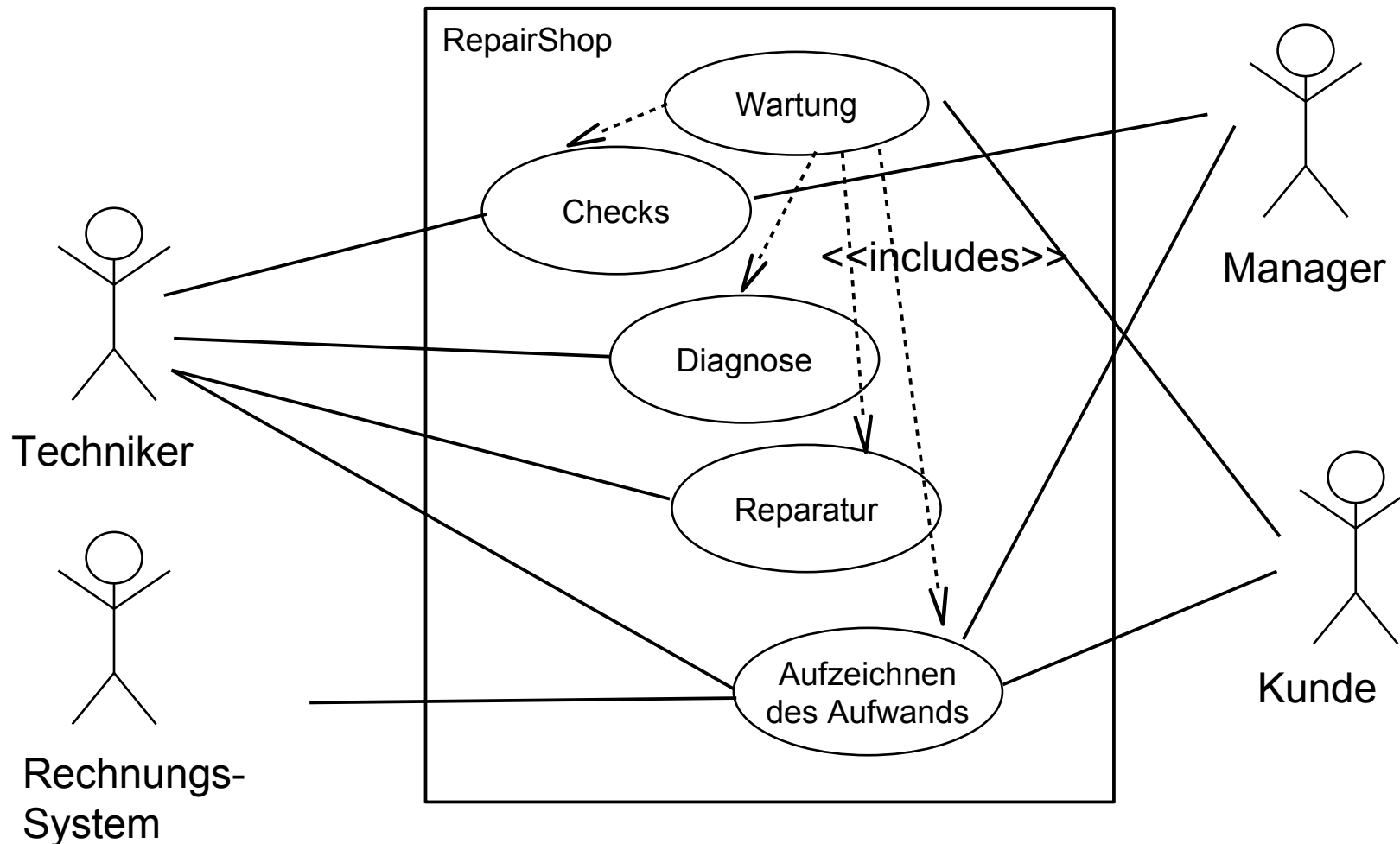
# Beziehung zum Kontextmodell und Top-Level-Architektur

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



# Verfeinertes Anwendungsfall-Diagramm Service-Station

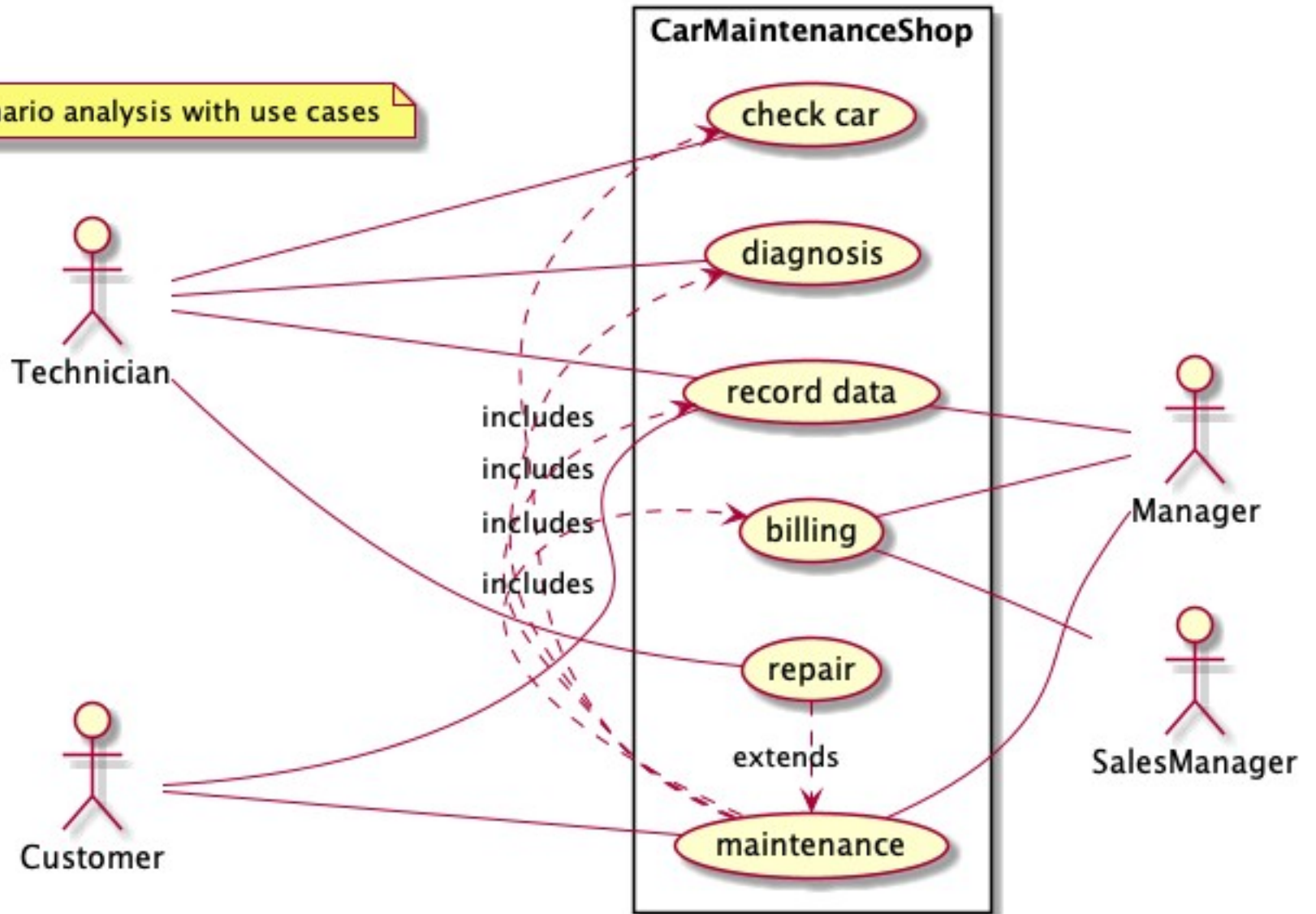
- ▶ Aus dem Sequenzdiagramm kann nun ein verfeinertes Anwendungsfalldiagramm erstellt werden



# Verfeinertes Anwendungsfall-Diagramm Service-Station

- ▶ Mit plantUML erstelltes Diagramm:

Chapter 36 scenario analysis with use cases



## 36.2.3 Erstellung von Teamklassen aus Szenarien

Siehe Kapitel 23 “connectors-iterators-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**.

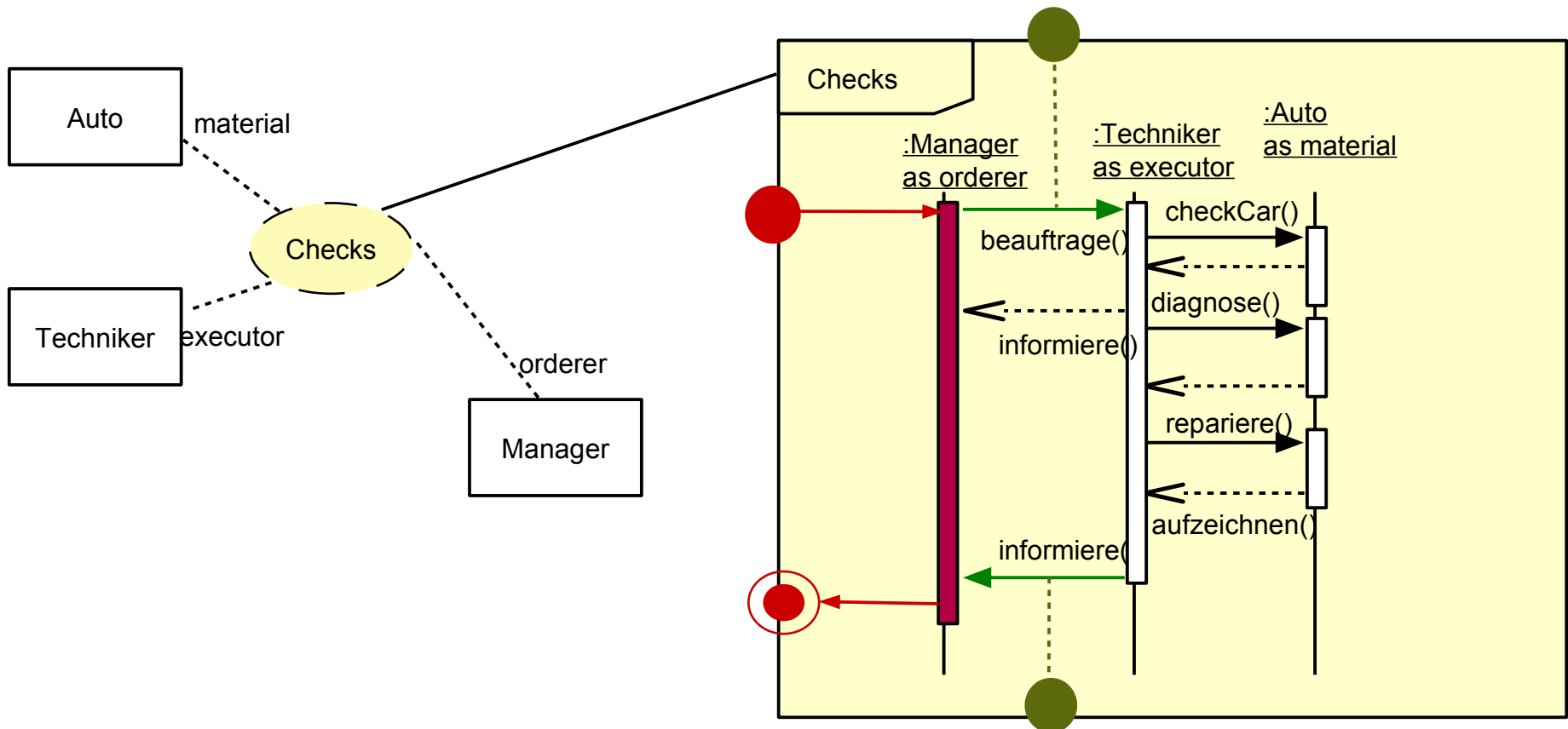
Bsp: Teamklassen: Fußballmannschaft, Kapelle

Konnektorklassen: Produzent-Konsument, Client-Server



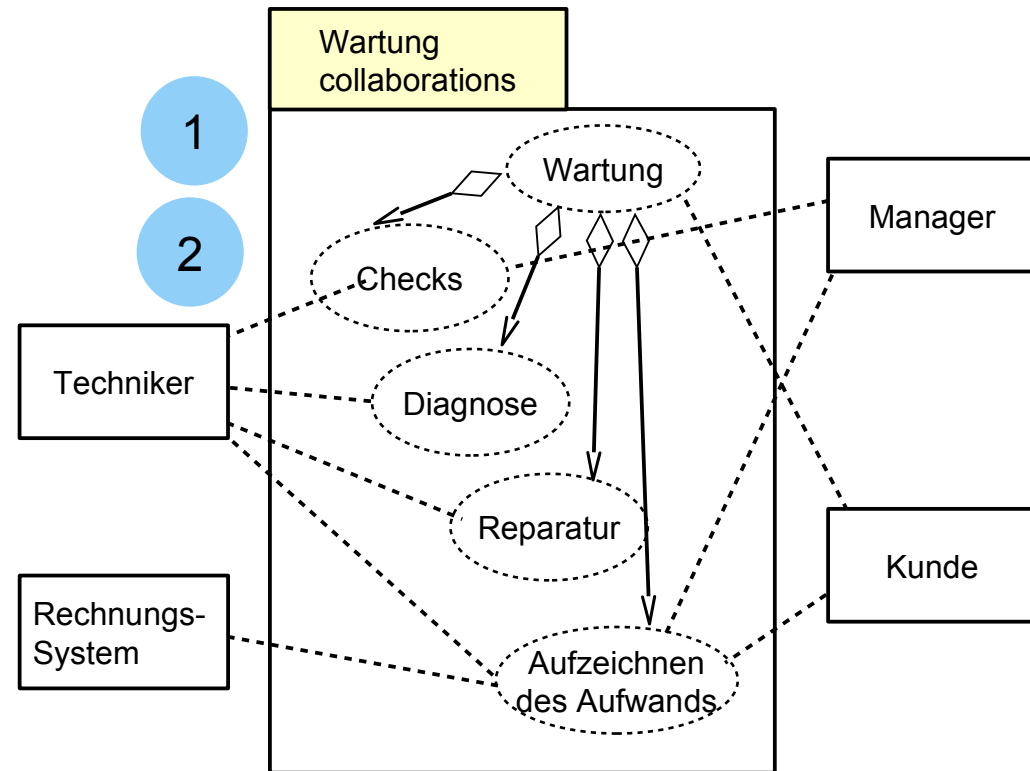
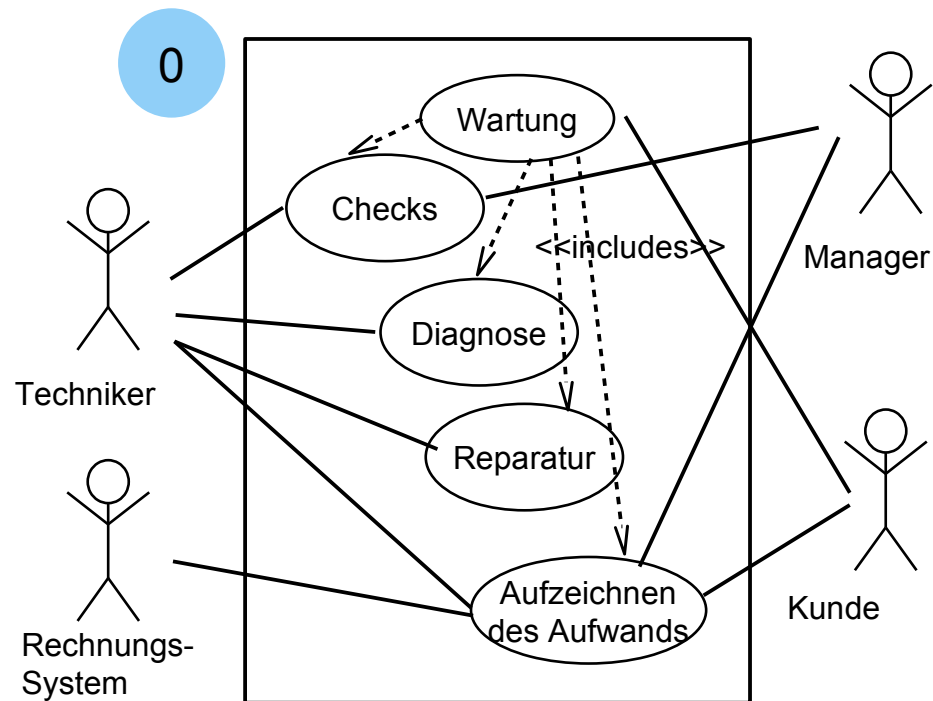
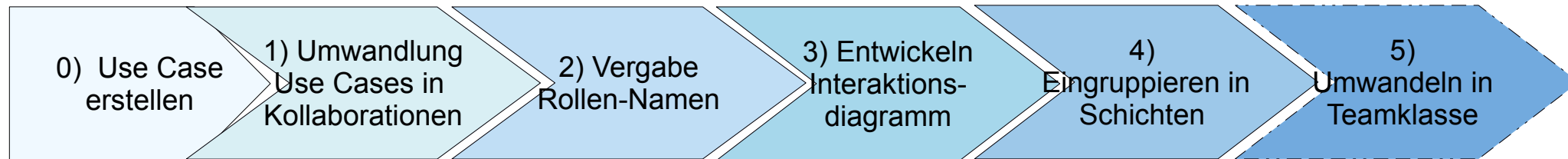
# Ableitung von Kollaborationen aus der Szenarienanalyse

- ▶ 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

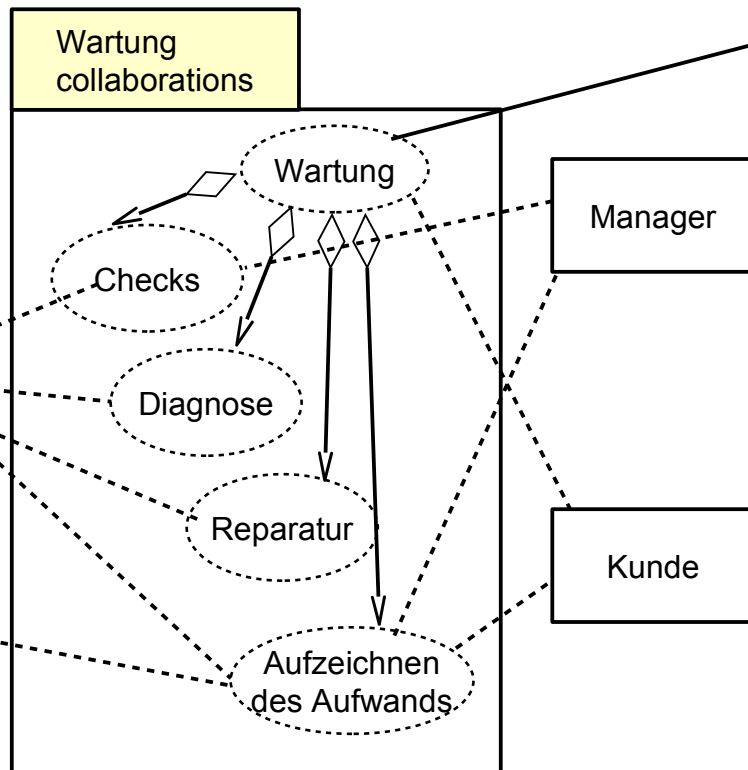
- ▶ Aus dem Anwendungsfalldiagramm kann schrittweise eine Menge von Kollaborationen erstellt werden



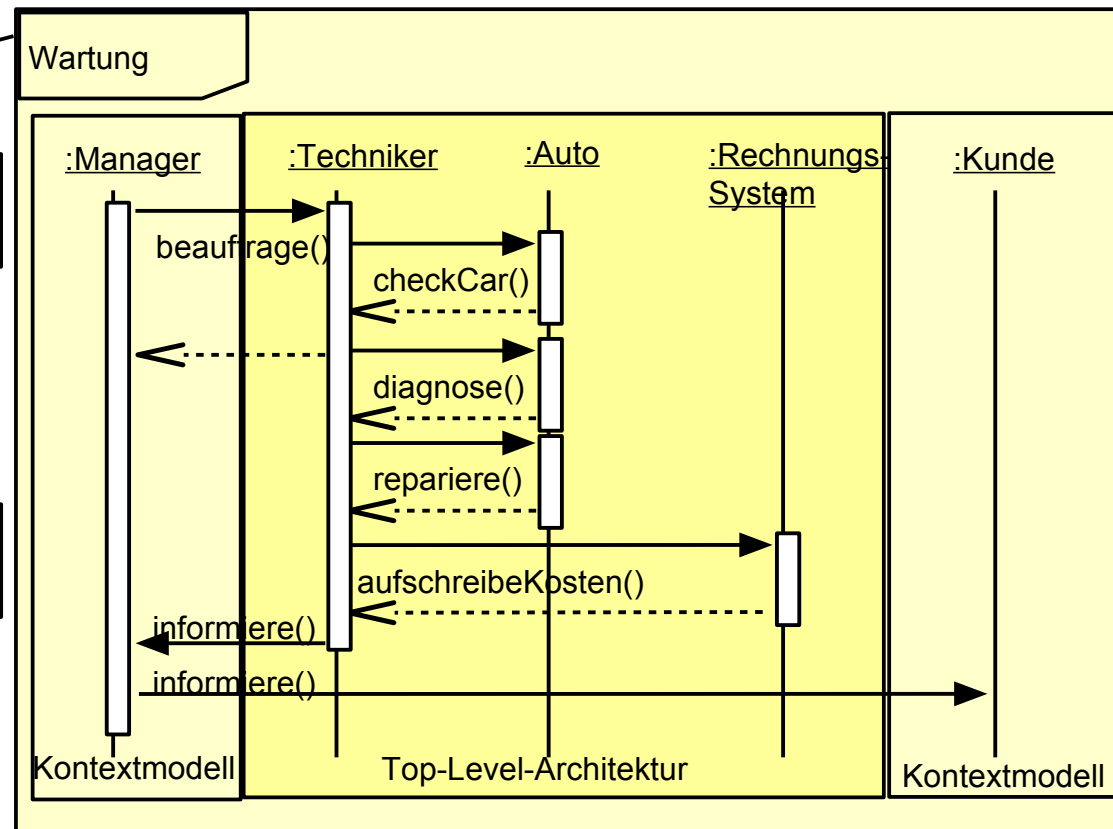
# Umwandlung Anwendungsfall-Diagramm in Kollaborationen

- ▶ 3) Anhängen des Interaktionsdiagramms (hier Sequenzdiagramm) an einen Anwendungsfall
- ▶ 4) Eingruppierung Objekte in Schichten

3



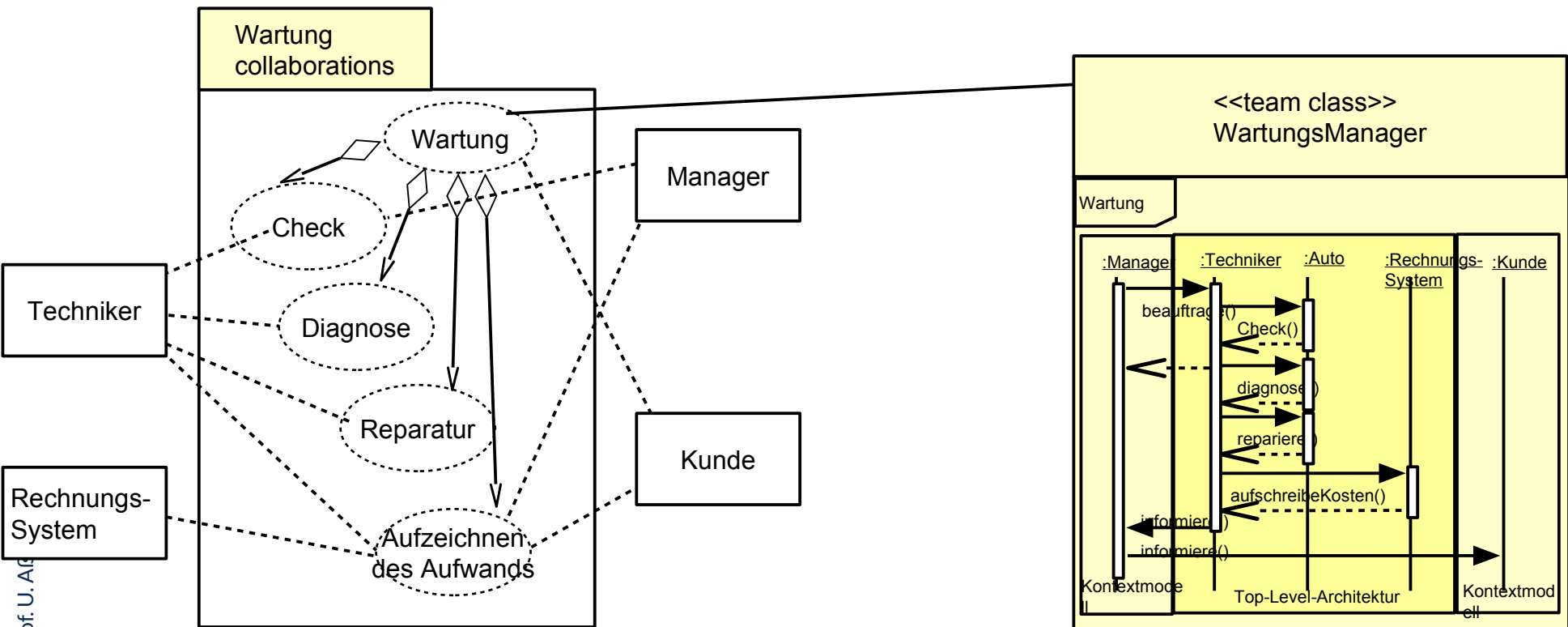
4



# Umwandlung Anwendungsfall-Diagramm in Teamklasse

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

5

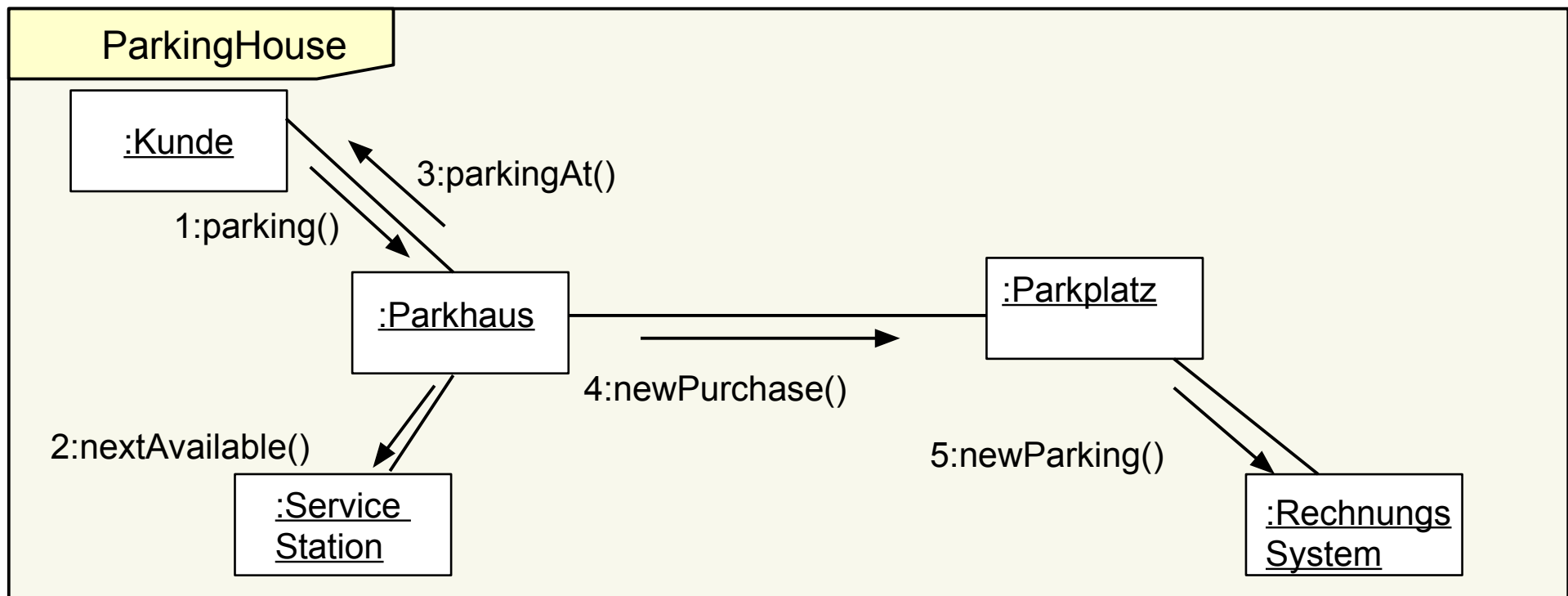


## 36.3 Szenarienanalyse mit Kommunikationsdiagrammen



# 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)



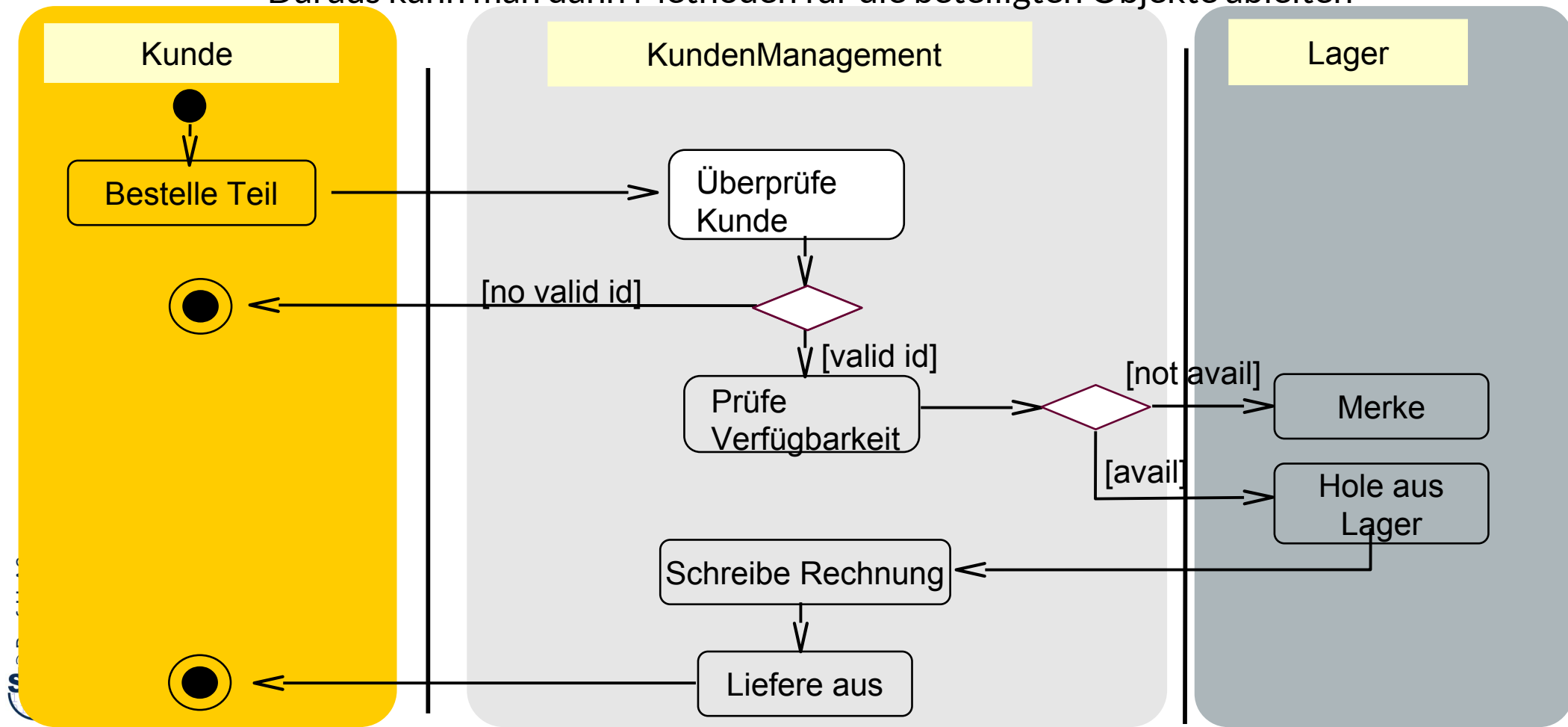
# Querscheidende dynamische Modellierung mit Szenarienanalyse

- ▶ Mit Aktionsdiagrammen kann man **Lebenszyklen** von Objekten spezifizieren (punktweise Verfeinerung)
- ▶ Benutzt man **Schwimmbahnen**, kann man das Zusammenspiel mehrerer Objekte oder Methoden untersuchen (*querscheidende dynamische Modellierung, querscheidende 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..*



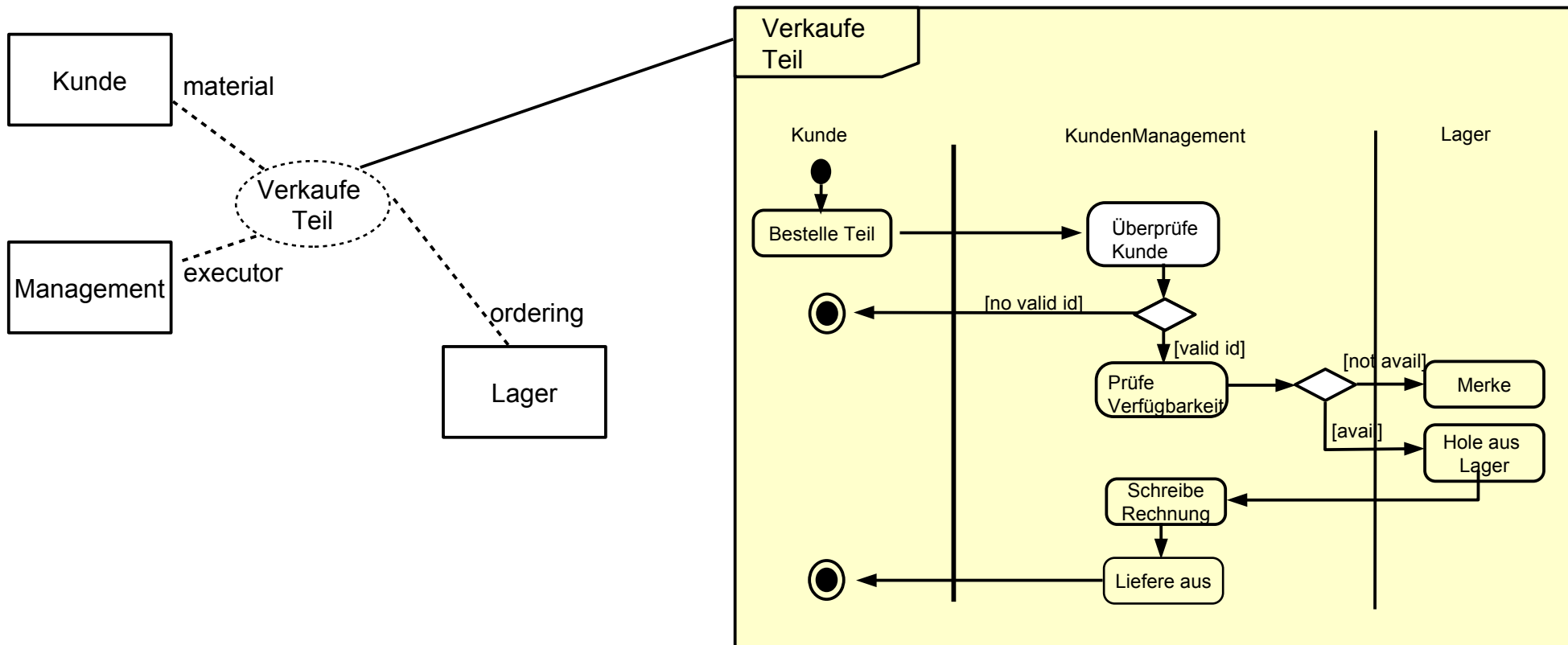
# Szenarienanalyse mit UML-AD: Bearbeiten einer telefonischen Bestellung

- ▶ 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



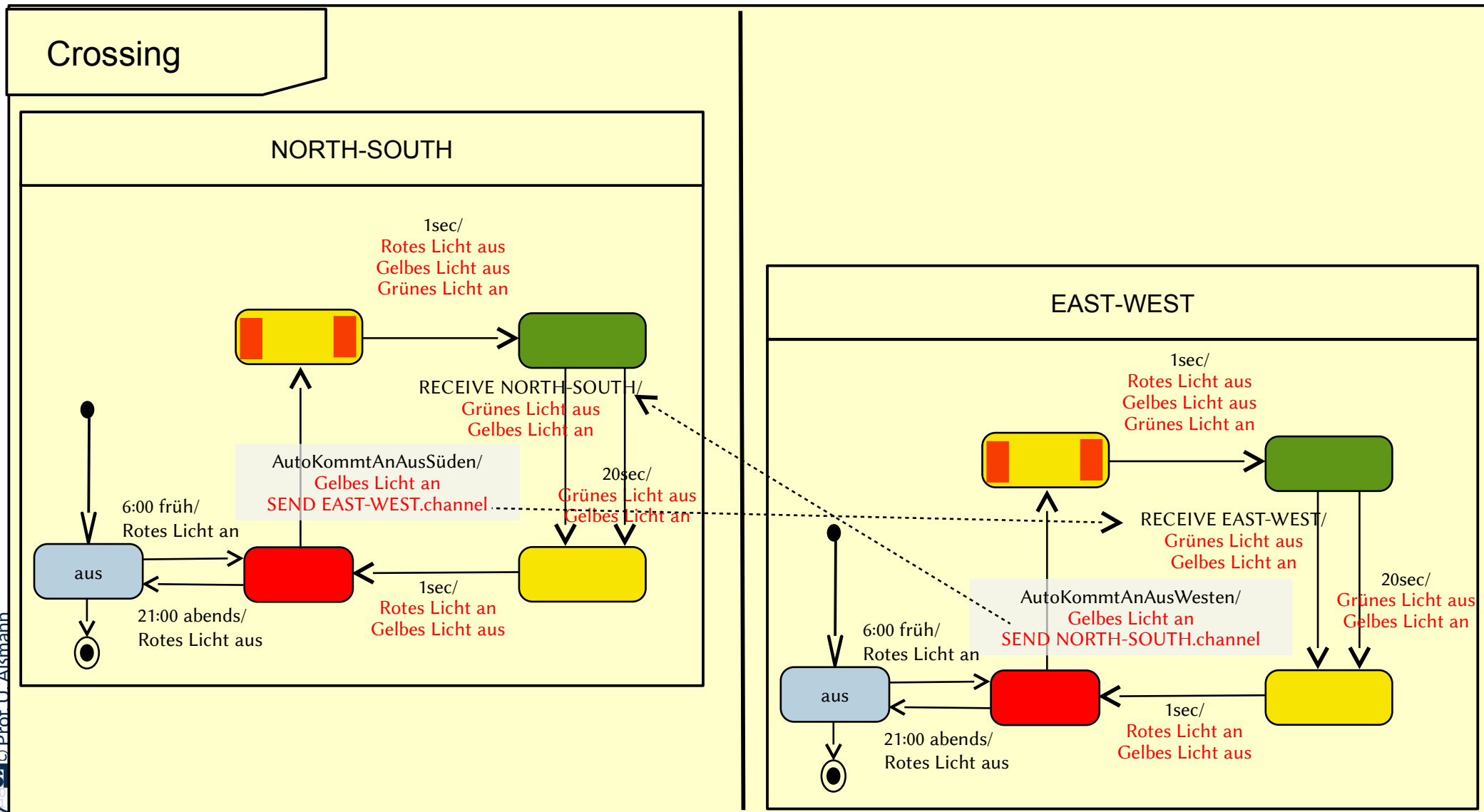
# Aktivitätendiagramme als Verhalten von Kollaborationen

- ▶ 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

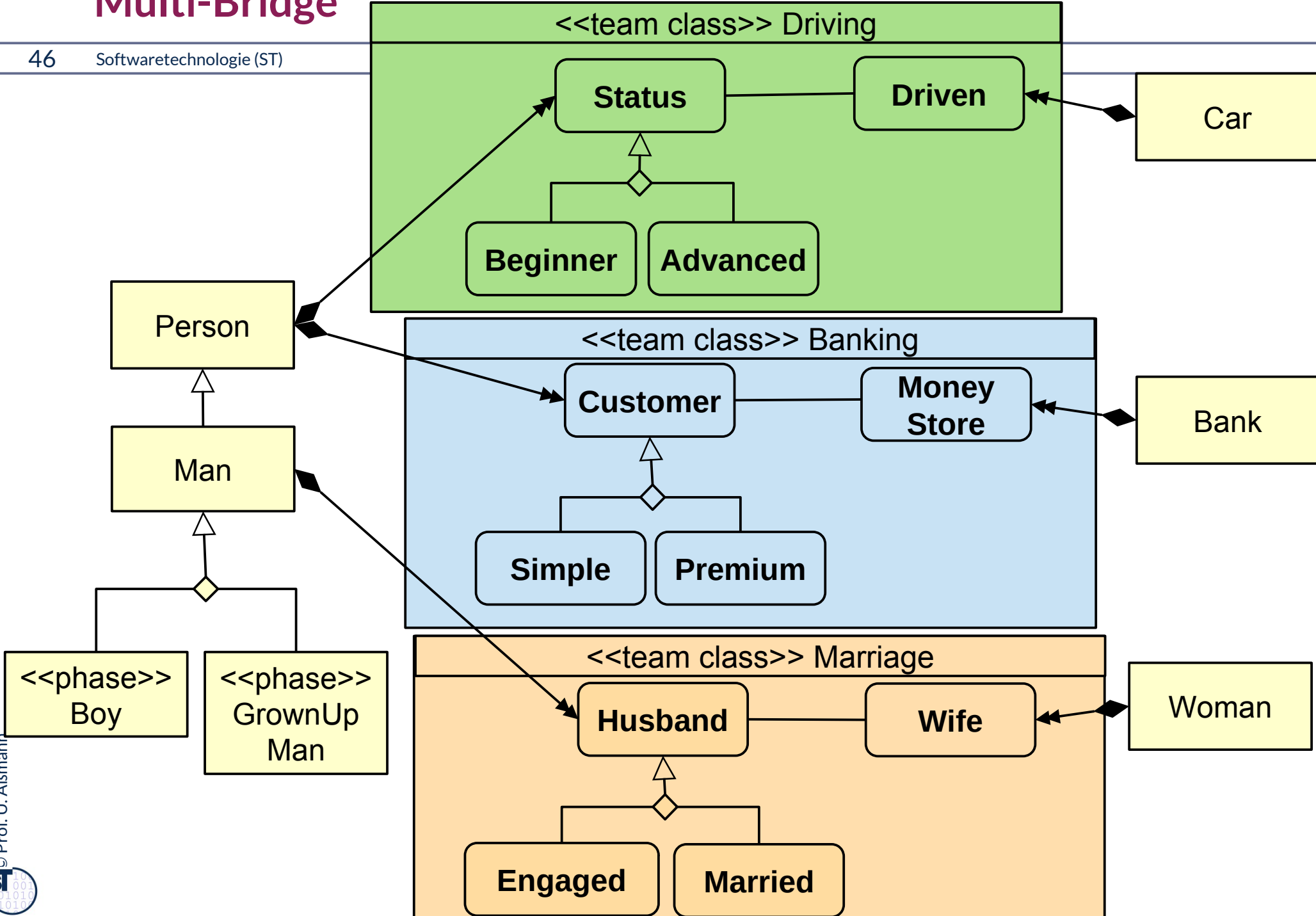




# 36.5 Wozu braucht man querschneidende Verfeinerung mit Szenarienanalyse und Kollaborationen?



# Beispiel: Querschneidende Erweiterung von Objekten mit Multi-Bridge

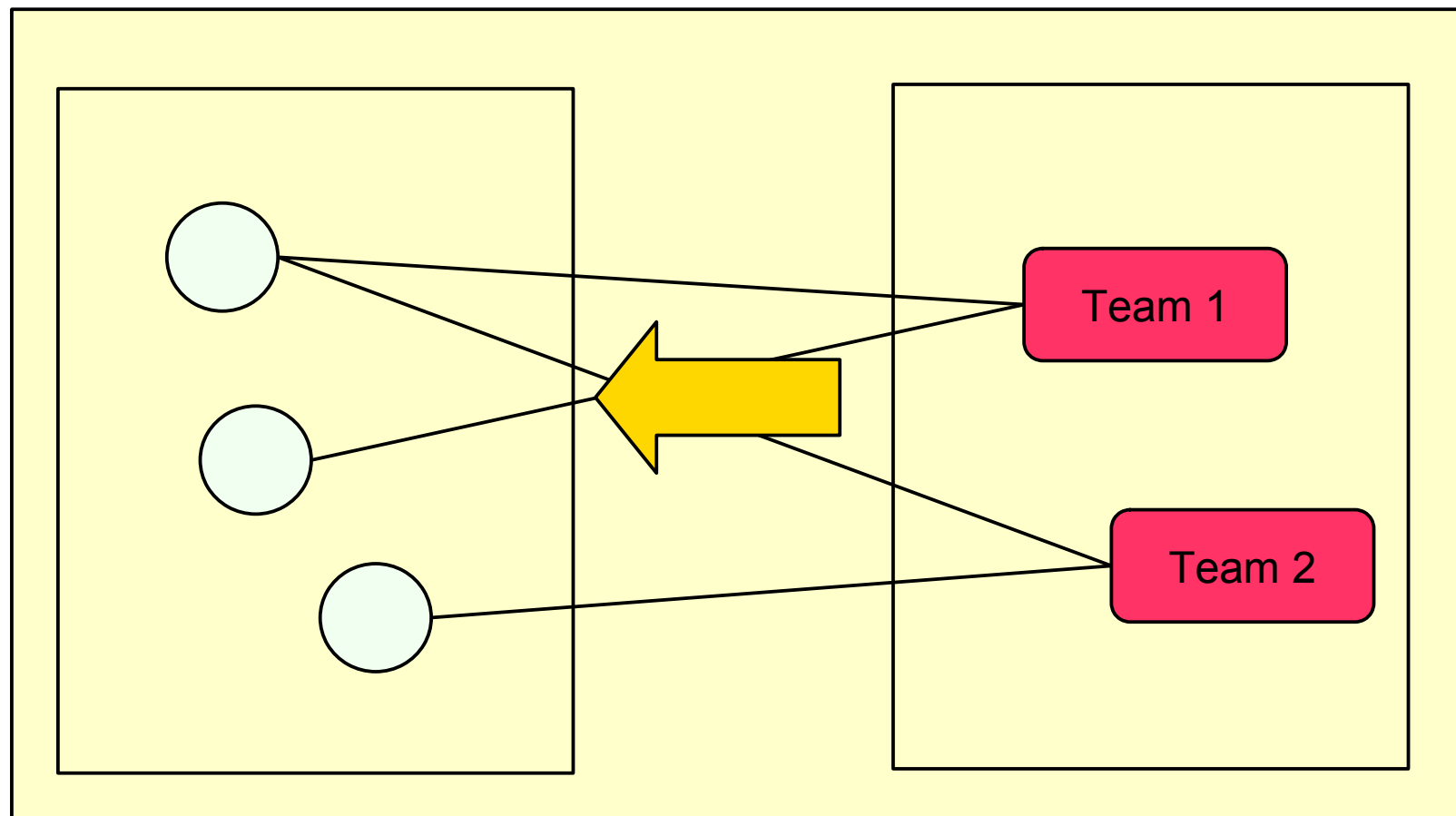


# Wozu braucht man querschneidende Verfeinerung mit Szenarienanalyse, Kollaborationen?

- ▶ **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
  - Teamklassen können als erweiterbares Multi-Bridge Entwurfsmuster realisiert werden

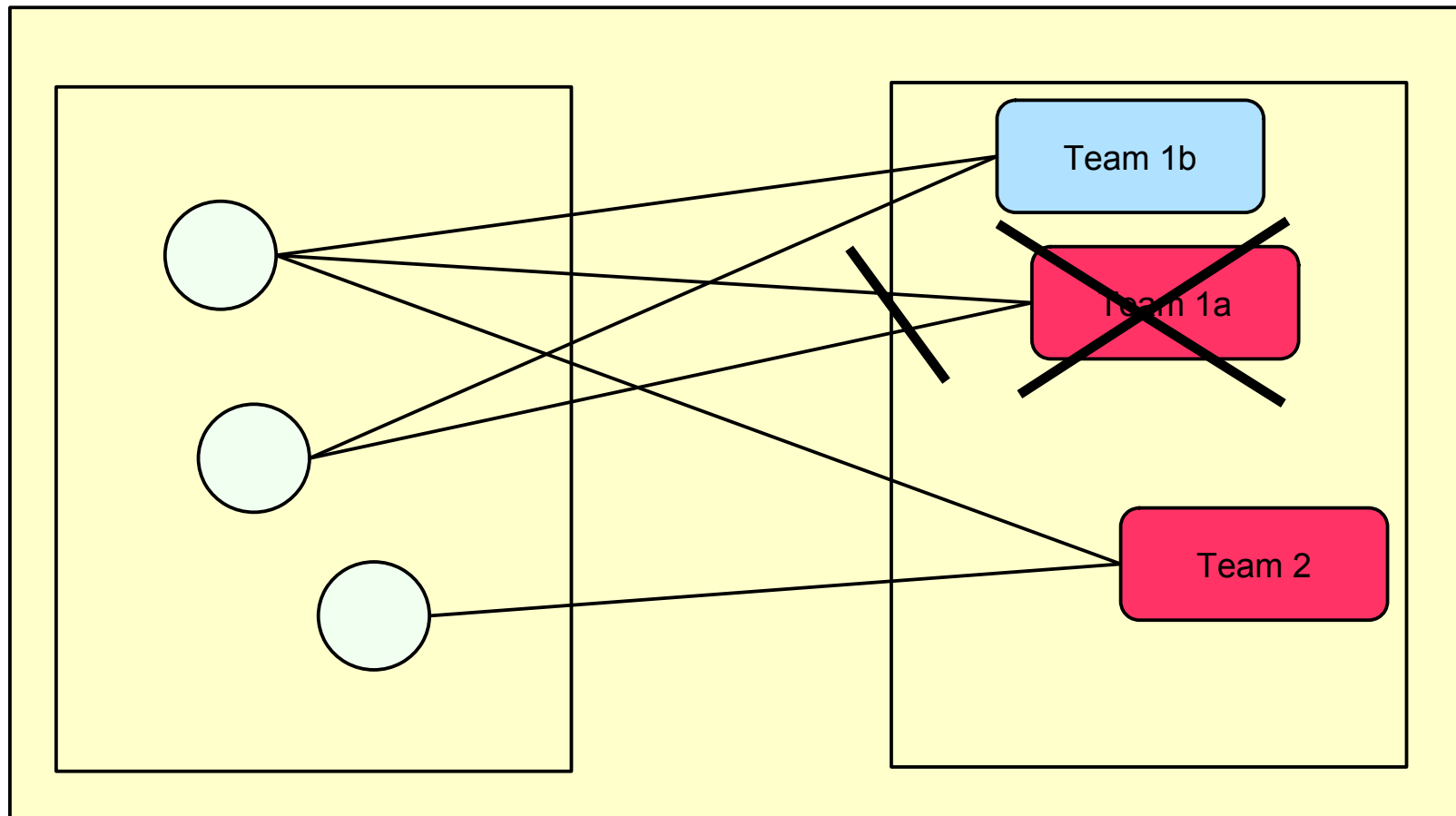
# Querschneidende Erweiterung

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



# Querschneidende Ersetzbarkeit

- ▶ **Querschneidende Ersetzbarkeit** ersetzt *Schnitte (Scheiben)* 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 *punktweiser* 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”)
  - In einer querschneidenden Verfeinerung kommt eine *Kollaboration (Scheibe)* oder eine *Teamklasse* zur Anwendung hinzu
  - Szenarioanalyse entwickelt mehrere querschneidende Verfeinerungen, die in der Objekt-Szenario-Matrix zusammengefasst werden
- ▶ Software braucht Kollaborationen zwischen Objekten
  - Wer querschneidende Analyse und das Ableiten von Kollaborationen und 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 punktwieser 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.

- ▶ 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;
}
```

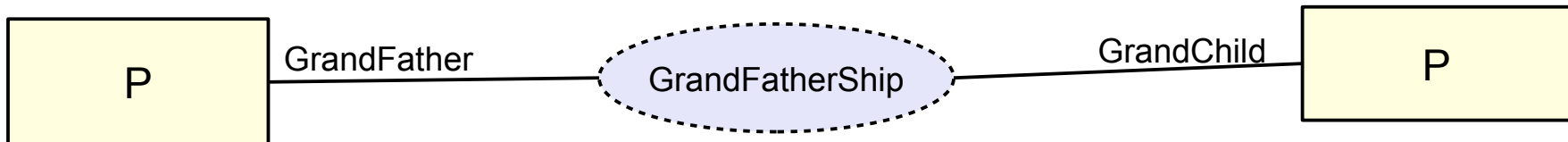
```
// Net construction
void link(PlayerA a, PlayerB b) {
    player_A = a;
    player_B = b;
}

// 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

57

Softwaretechnologie (ST)

- ▶ In fortgeschrittenen Programmiersprachen bilden Kollaborationen und ihre Rollen Sprachkonzepte.
- ▶ So auch in der Sprache ObjectTeams der TU Berlin ([www.objectteams.org](http://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();
  }
}
```

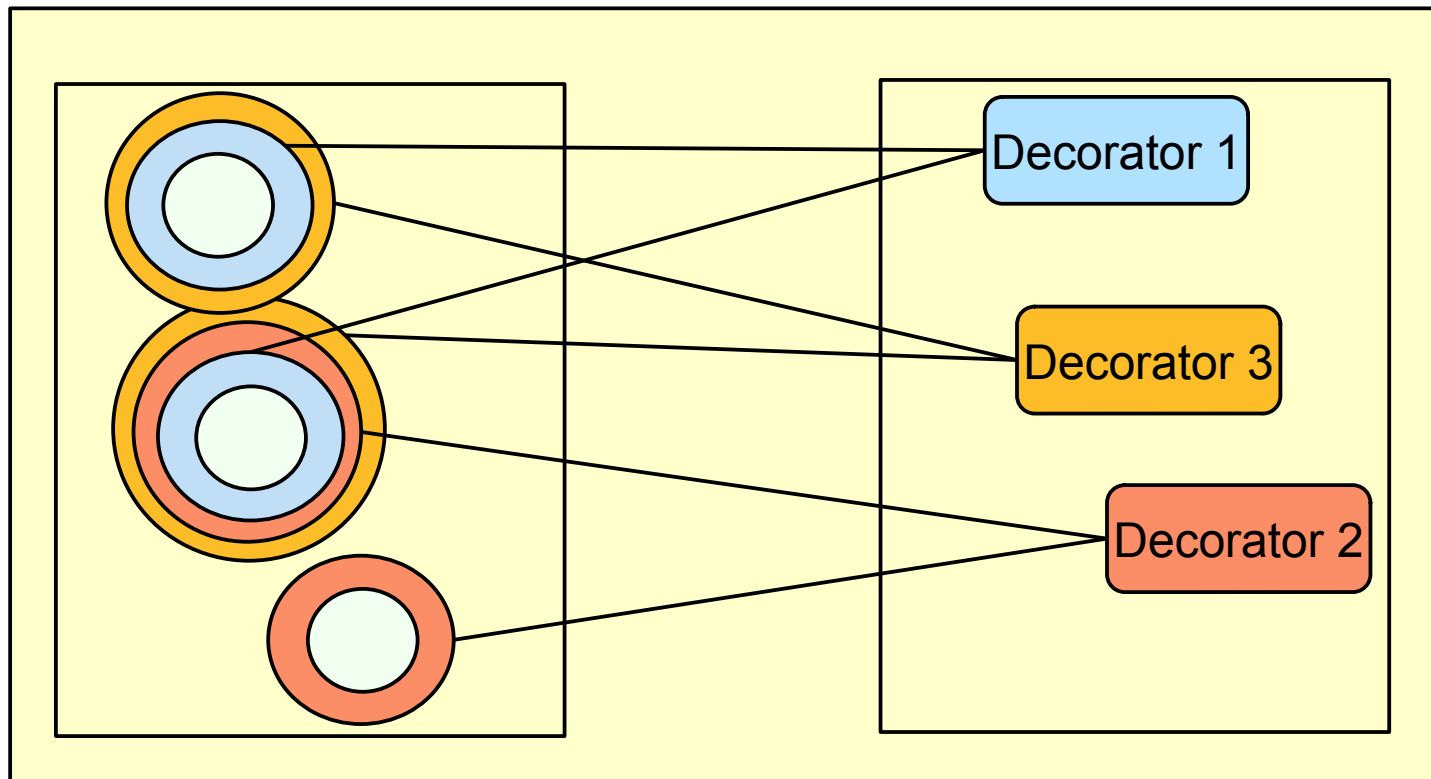


# Querschneidende Umwicklung

58

Softwaretechnologie (ST)

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



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

Prof. Dr. rer. nat. Uwe Aßmann  
Institut für Software- und  
Multimediatechnik  
Lehrstuhl Softwaretechnologie  
Fakultät für Informatik  
TU Dresden  
Version 20-0.3, 25.06.20

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



DRESDEN  
concept  
Excellence aus  
Wissenschaft  
und Kultur

# Obligatorische Literatur

- ▶ 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 metamodelgetriebene Modellierung mit UML für das Domänenmodell
  1. Strukturelle metamodelgetriebene 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 querschnittende Verfeinerung: Szenarienanalyse mit Anwendungsfällen, Kollaborationen und Interaktionsdiagrammen (Kap 34, 36)
4. Beispiel Fallstudie EU-Rent



## Warum braucht man Modellierung?

- ▶ Kleinere Projekte kommen oft ohne Modelle aus. Aber...
- ▶ Große Produkte und Produktlinien
  - <https://hbr.org/1994/11/the-logic-of-product-line-extensions>
- ▶ Wiederverwendung im Multiprojektmanagement
  - <http://www.biglever.com/images/solution/3D.jpg>
- ▶ Tests und Softwarequalität zu niedrigen Kosten
- ▶ Modelle erleichtern das Verständnis des Kunden und die Kommunikation mit ihm



OUR GOALS

**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?*

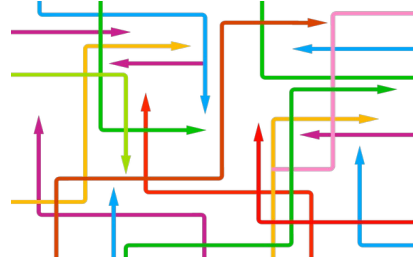
### Ein Beispiel:

Schreibt man an einem Dokument, bedeutet punktweise Verfeinerung, dass man an einer Stelle neuen Text hinzufügt.

Querschneidende Verfeinerung dagegen bedeutet, dass man an vielen Stellen eine ähnliche Ersetzung oder Erweiterung vornimmt, z.B. die Ersetzung eines Namens oder einer Definition.

## 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!





**Def.:** Ein **Teamobjekt** ist ein Objekt, das die Kommunikation einer Gruppe (feste Anzahl) von interagierenden und kommunizierenden Objekten kapselt. Ist ein Teamobjekt hauptsächlich mit dem technischen 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

Kollaborationen können in UML, aber nicht in Java beschrieben werden; Teams und Konnektoren schon, denn sie bilden Objekte bzw. Klassen.

## Querschneidende Verfeinerung mit Szenarioanalyse zur Ableitung von Kollaborationen und Teams (Objekt-Szenario-Matrix)

9 Softwaretechnologie (ST)

	Customer Kunde	RepairShop Werkstatt	Manager	Technician Techniker	
Kern-Verhalten					
Szenario 1 Auto abgeben					Team 1
Szenario 2 Auto reparieren					Kollabo- ration 2
Szenario 3 Auto abholen					Team 3
Szenario 4 Rechnung stellen					Team 4
Szenario 5 Rechnung bezahlen					Konnektor 5

Prof. U. Aßmann

Eine Objekt-Szenario-Matrix listet alle Szenarien auf, die die die Objekte eines Programms involviert sind.

Man stellt die OSM zusammen aus allen Anwendungfalldiagrammen

Jede Zeile wird von einer Szenarioanalyse entwickelt und endet in einer Kollaboration der beteiligten Objekte, in einem Team oder einem Konnektor.

Die Kollaborationen, Teams und Konnektoren verfeinern die Objekte querschneidend: Jede neue Szenarioanalse fügt also querschneidende Verfeinerungen zum Entwurf, zur Anwendungslogik, hinzu.



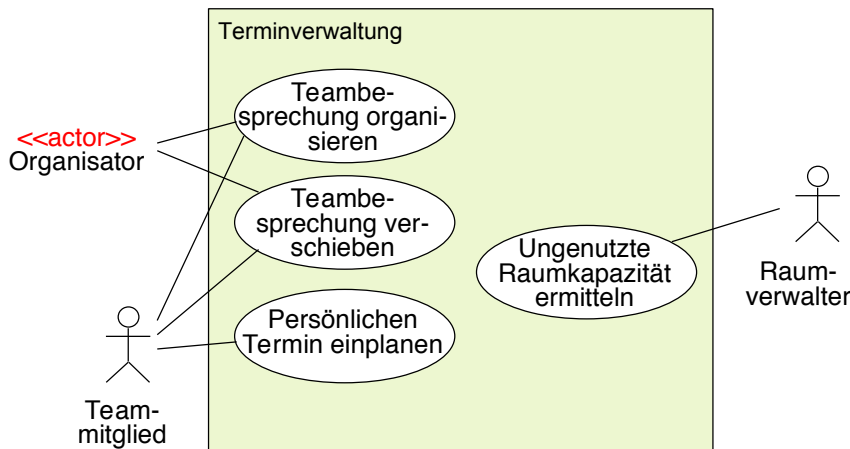
## 36.1 Nutzfalldiagramme (Anwendungsfalldiagramme, use case diagrams)



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

11 Softwaretechnologie (ST)

- ▶ Ein **Anwendungsfall** beschreibt die Interaktion (Kollaboration) der Akteure mit dem System (*querschnittend* durch das System)
- ▶ Aus einem Anwendungsfall wird, durch **Szenarienanalyse**, eine Kollaboration der beteiligten Objekte abgeleitet, oder ein Team (Kollaboration mit Teamobjekt), oder ein Konnektor (technisches Team)



### • **Nutzer (Stakeholder, Beteiligte):** Nutznießer des Systems

- **Akteur, Akteur** (Benutzer des Systems oder Interakteur)
- Eigner von involvierten Betrieben
- Die, die mit dem System Geld verdienen oder verlieren
- Menschen, die unter Seiteneffekten des Systems leiden

### • Die einfachste Form von Stakeholderanalyse kümmert sich nur um *Akteure* und liefert eine *Liste von Akteuren*

- Diese Akteure werden dann weiter in Anwendungsfalldiagrammen eingesetzt

### • Ein **Akteur** beschreibt eine Rolle, die ein Benutzer (oder ein anderes System) spielt, wenn er/es mit dem System interagiert.

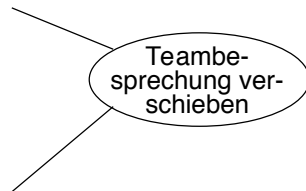
### • Ein **Anwendungsfall** (Nutzfall, Use-Case, engl. *use case*) ist die Beschreibung einer Klasse von Aktionsfolgen (einschließlich Varianten), die ein System ausführen kann, wenn es mit Akteuren interagiert.

### • Eine **Interaktion** ist der Austausch von Nachrichten unter Objekten zur Erreichung eines bestimmten Ziels (Akteur-Anwendungsfall-Kommunikation).

### • Eine **Kollaboration** fasst mehrere Interaktionen zu einem Szenario zusammen.

## Anwendungsfälle (Nutzfälle)

- ▶ **Anwendungsfälle** beschreiben funktionale Anforderungen an ein System *im Kontext* von Anwendern (Aktoren)
- ▶ Aus den Anwendungsfällen setzt man mittels **Szenarioanalyse** dann zusammen:
  - das **Kontextmodell** mit der Schnittstelle des Systems, also die sichtbaren Funktionen des Systems
  - die **Top-Level-Architektur**, die die Realisierung der sichtbaren Funktionen des Systems auf oberster Ebene zeigt
  - **Kollaborationen** zwischen Objekten in der **Anwendungslogik**,
    - der **Architektur**



Szenarioanalysen für Anwendungsfälle verfeinern alle Schichten des Systems querschneidend

# Übung

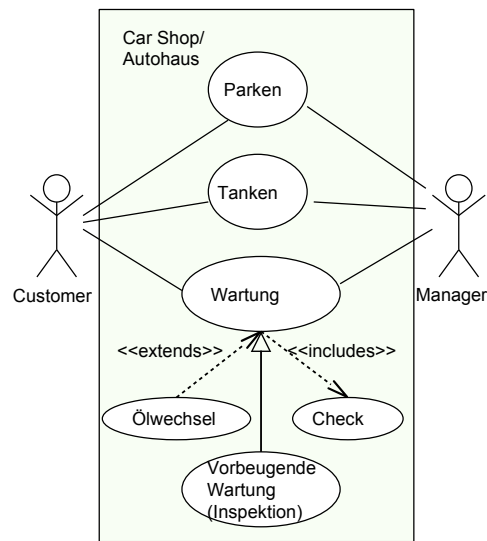
- ▶ Erstellen Sie von allen Anwendungsfalldiagrammen dieses Kapitels eine Objekt-Szenario-Matrix, die die Beteiligung der Objekte an den Szenarien festhält.

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



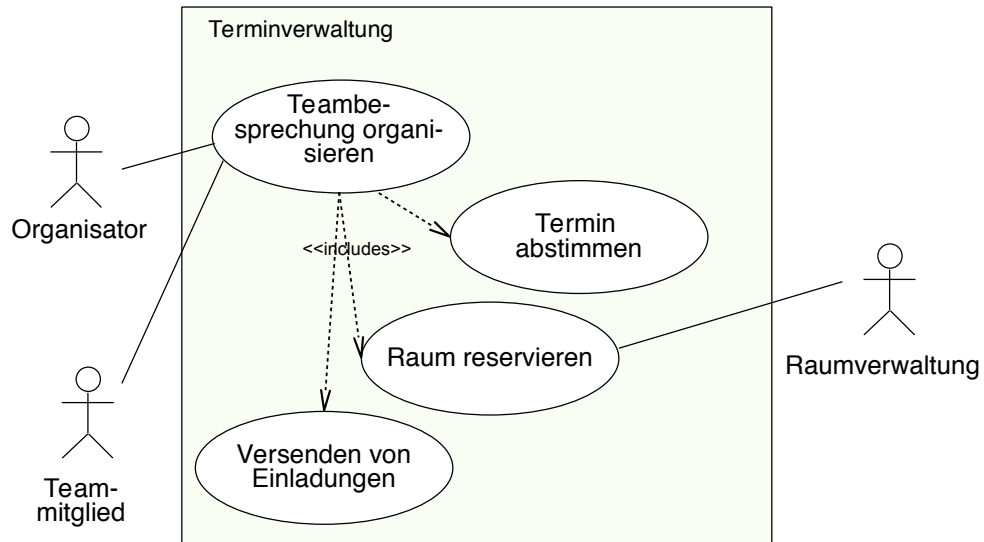
# Verallgemeinerung, Erweiterung und Aufruf von Anwendungsfällen

- ▶ 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“





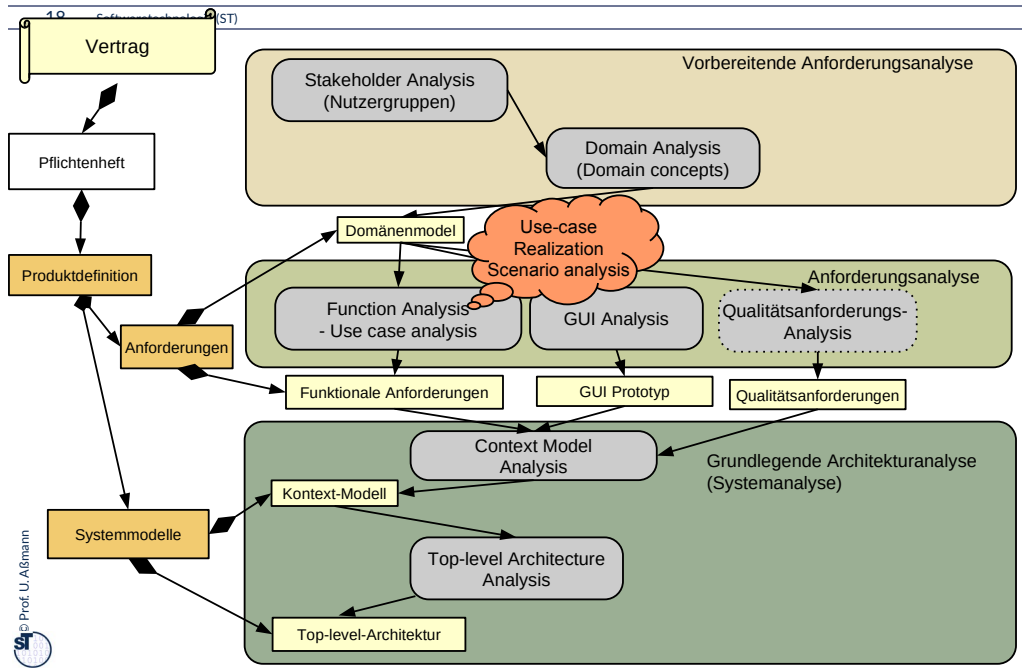


## 36.2 Szenarienanalyse - Ableitung von Kollaborationen und Teamklassen aus Anwendungsfällen

Anwendungsfallrealisierung, use case realization



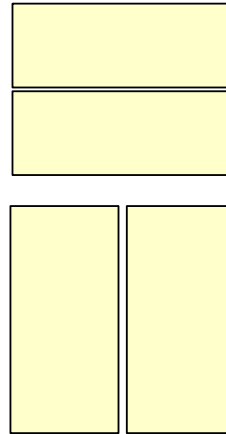
# Q10: Drei-Schritt der Analyse (Anforderungen und fachliches Modell)



## Wege der Szenarienanalyse (use case realization analysis)

19 Softwaretechnologie (ST)

- ▶ 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 in der **Anwendungslogik** durchzuführen, in dem Kollaborationen für die Objektverfeinerung abgeleitet werden
- ▶ Anwendungsfallrealisierung nutzt zur Verfeinerung verschiedene Interaktionsdiagramme mit **Schwimmbahnen (Lebenslinien)**:
  - mit Interaktionsdiagrammen
    - mit Lebenslinien im Sequenzdiagramm (sequence diagram, sequence chart)
    - mit Kommunikationsdiagramm (communication diagram)
  - mit Aktionsdiagrammen
    - mit Schwimmbahnen im Aktivitätsdiagramm
    - mit einem Netz von kommunizierenden Verhaltens-(Zustands-)maschinen



- ▶ Wie arbeitet man mit dem Kunden in der Szenarienanalyse?
  - Verfeinerung geschieht zusammen in Abstimmung
  - Nutze eine CRC-Analyse für die Szenarienanalyse
  - Nutze Anwendungsfälle
  - Nutze Objekt-Szenarien-Matrix

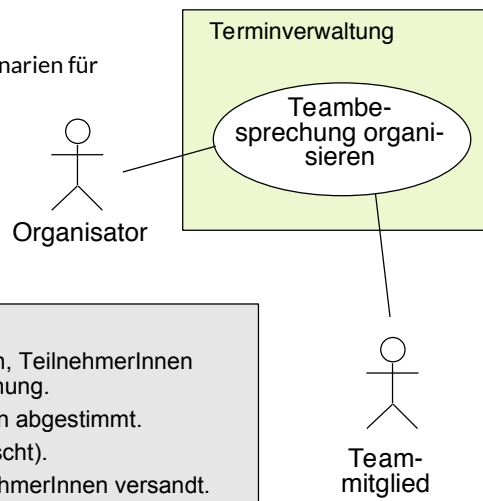
- ▶ **Def.:** Ein *Szenario* ist eine Beschreibung einer beispielhaften Folge von *Interaktionen* von Akteuren mit dem System zur Beschreibung eines Anwendungsfalls (use case realization).
  - Es gibt Szenarien für Normalfälle ('gut'-Szenario), Ausnahmefälle ('exception case') und Fehlerfälle ('negativ'-Szenario).
- ▶ 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



- ▶ Die Szenarienanalyse beginnt mit Anwendungsfällen und analysiert das Zusammenspiel der Akteure

- ▶ **Beispiel:**

Durchspielen eines der Normalfall-Szenarien für 'Teambesprechung organisieren'

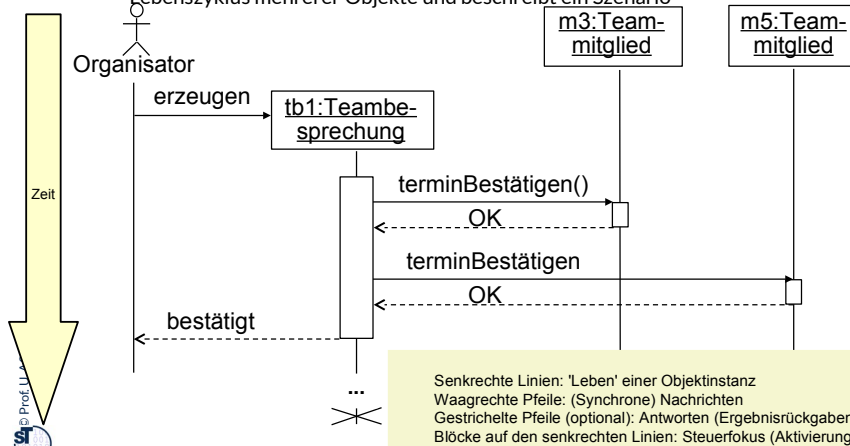


**Durchspielen:**

- 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



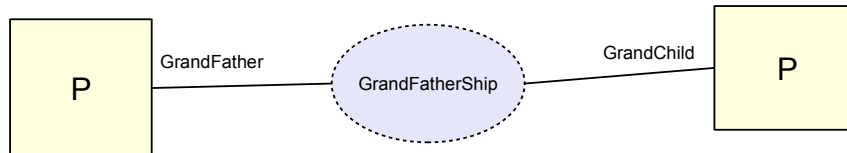
vH

Es gibt vereinfachende Varianten von Sequenzdiagrammen, z.B. kann die Darstellung der Operationsinkarnationen weggelassen werden.

Es ist in manchen Fällen sinnvoll, den Verlauf der Zeit während einer Nachrichtenübermittlung darzustellen, z.B. wenn sich zwei Vorgänge zeitlich kreuzen (Bsp. Mahnung - Zahlung). In diesem Fall ist es empfehlenswert, die Pfeile nicht waagrecht, sondern schräg

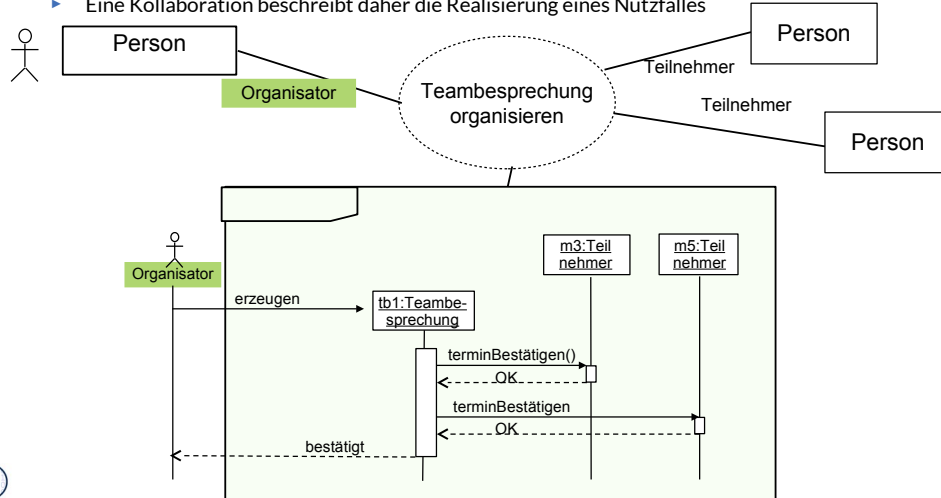
## Kollaborationen (collaborations, Teamklassen) in UML

- ▶ 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

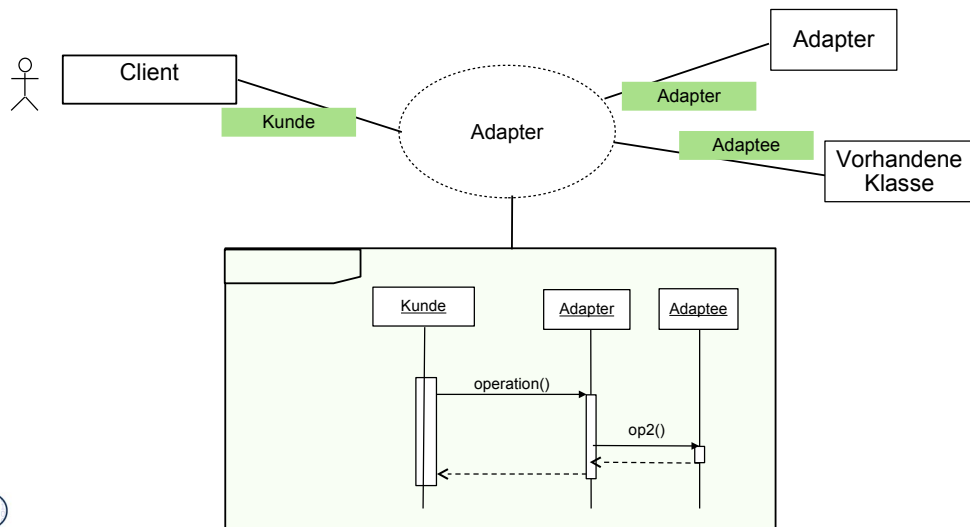
- ▶ Eine **Kollaboration** kann mit einem Sequenzdiagramm als Verhalten unterlegt werden
  - Die einzelnen Lebenslinien geben das Verhalten eines Objekts in der Kollaboration an
- ▶ Die Kollaboration beschreibt also ein *Szenario querschnittend durch die Lebenszyklen mehrerer Objekte*
- ▶ Eine Kollaboration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



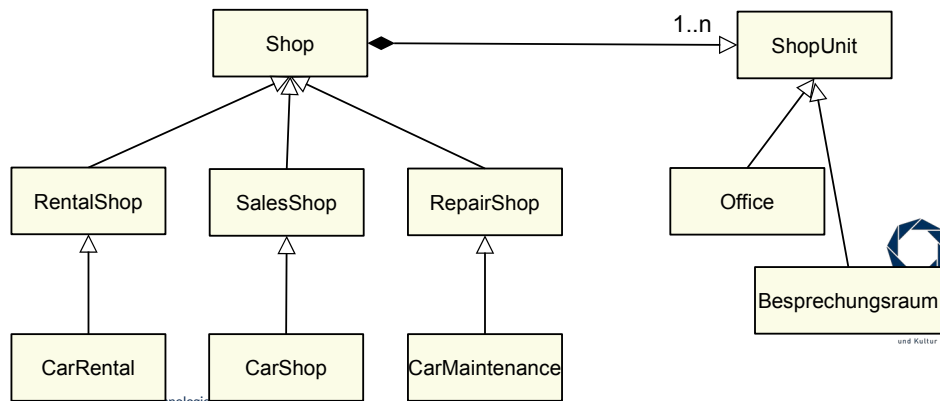


## Wdh: Auch Entwurfsmuster werden in UML mit Kollaborationen spezifiziert

- ▶ Auch ein Entwurfsmuster wird in UML mit einer **Kollaboration** spezifiziert. Das Gamma-Buch ordnet jedem Entwurfsmuster ein Sequenzdiagramm zu
- ▶ **Merke:** Bewährte Kollaborationen werden als Entwurfsmuster festgehalten!

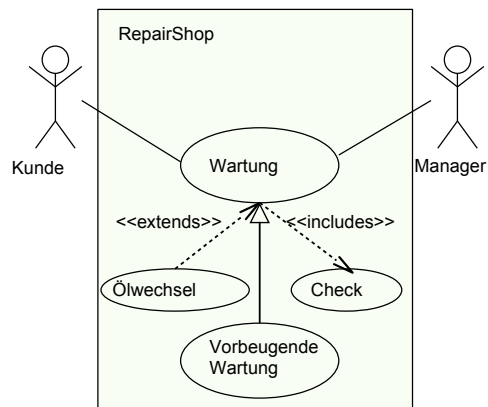


## 36.2.2 Beispiel Szenarienanalyse RepairShop



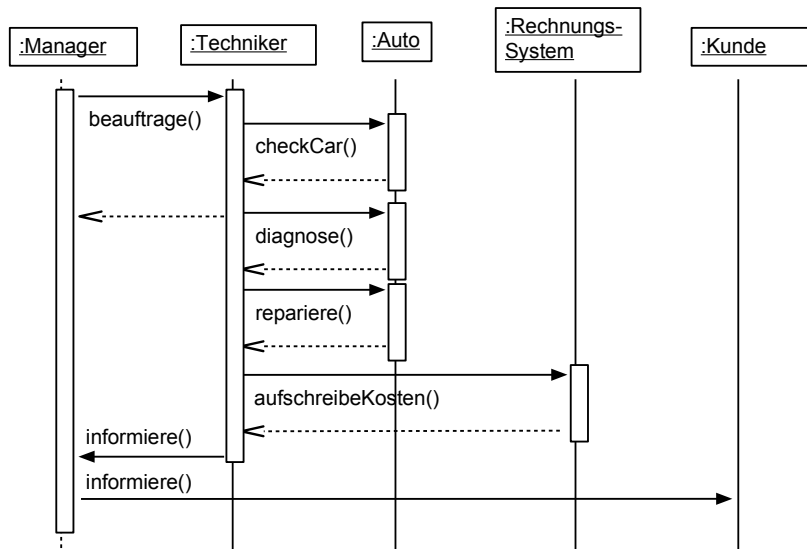
# Szenarienanalyse mit Sequenzdiagrammen

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



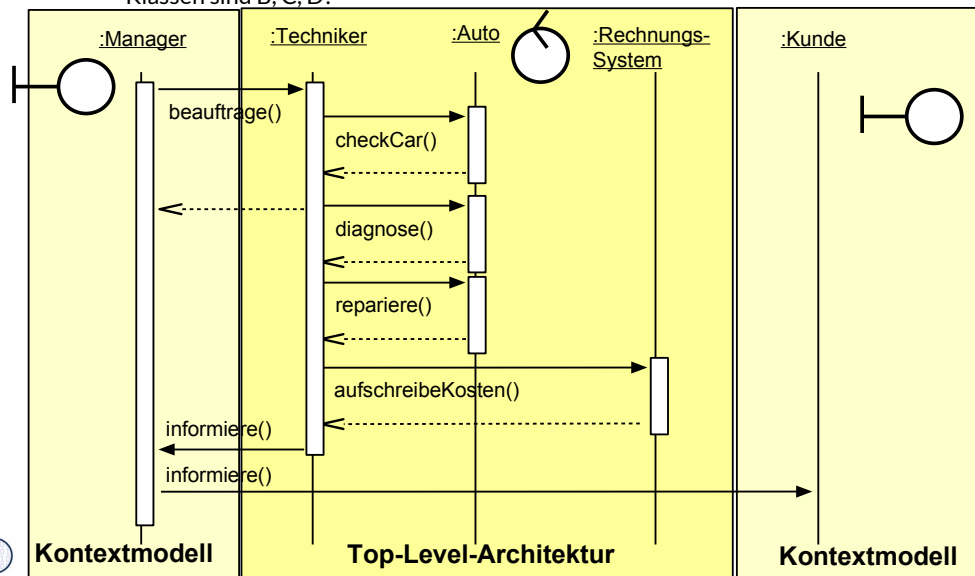
## Szenarienanalyse Sequenzdiagramm Service-Station

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



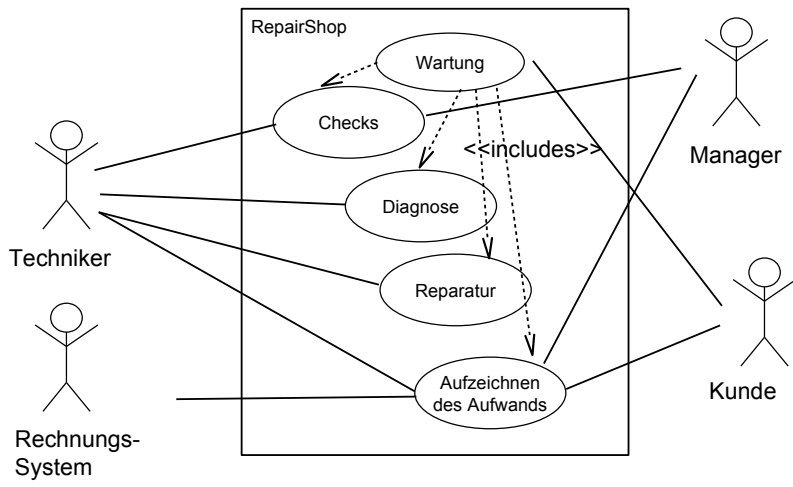
## Beziehung zum Kontextmodell und Top-Level-Architektur

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



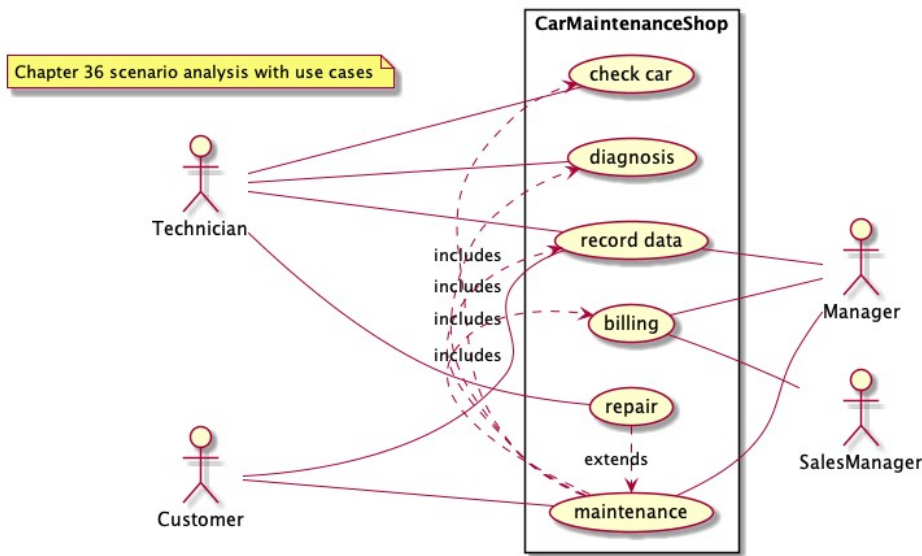
# Verfeinertes Anwendungsfall-Diagramm Service-Station

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



## Verfeinertes Anwendungsfall-Diagramm Service-Station

- ▶ Mit plantUML erstelltes Diagramm:



@startuml

' @author Uwe Assmann, version 0.1, @date 2020-05-30

note "Chapter 36 scenario analysis with use cases" as N1

left to right direction

skinparam packageStyle rectangle

actor Technician

actor Manager

actor Customer

actor SalesManager

rectangle CarMaintenanceShop {

(repair) .> (maintenance) : extends

(maintenance) .> (check car) : includes

(maintenance) .> (diagnosis) : includes

(maintenance) .> (record data) : includes

(maintenance) .> (billing) : includes

Technician -- (check car)

Technician -- (diagnosis)

Technician -- (repair)

(record data) -- Technician

(maintenance) -- Manager

(record data) -- Manager

(billing) -- Manager

(billing) -- SalesManager

Customer -- (record data)

Customer -- (maintenance)

}

@enduml



## 36.2.3 Erstellung von Teamklassen aus Szenarien

Siehe Kapitel 23 “connectors-iterators-channels”



DRESDEN  
concept  
Exzellenz aus  
Wissenschaft  
und Kultur



**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

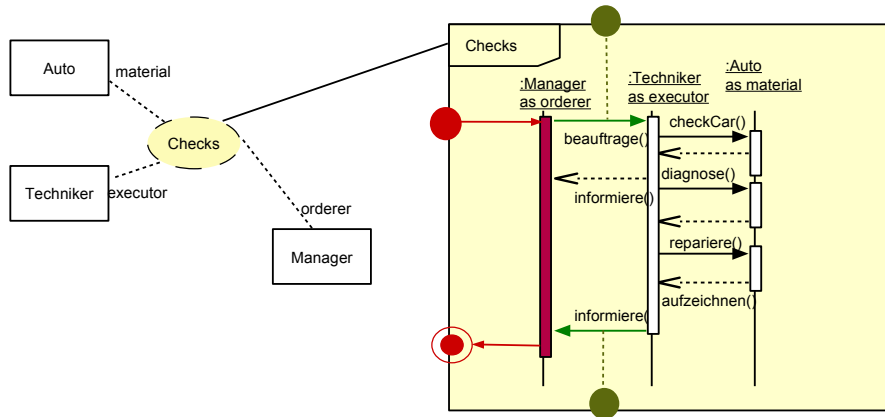
**Def.:** Kann eine Kollaboration durch eine Klasse gekapselt werden, spricht man von einer **Teamklasse**.  
Spezialfall beim Datenaustausch: **Konnektorklasse**, kurz **Konnektor**.

Bsp: Teamklassen: Fußballmannschaft, Kapelle  
Konnektorklassen: Produzent-Konsument, Client-Server

Kollaborationen können in UML, aber nicht in Java beschrieben werden; Teams und Konnektoren schon, denn sie bilden Objekte bzw. Klassen.

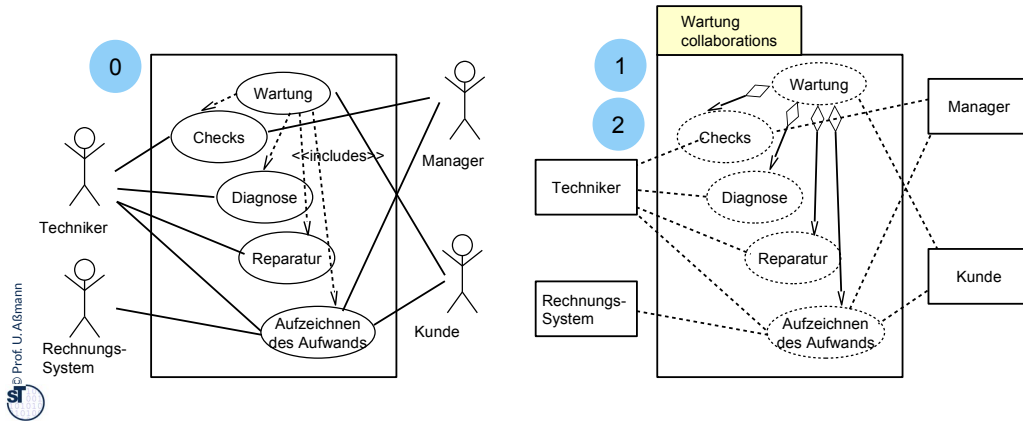
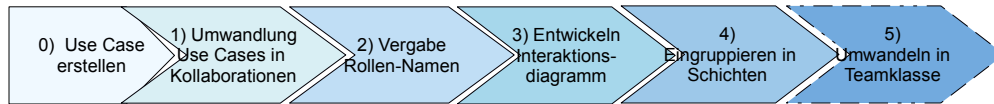
# Ableitung von Kollaborationen aus der Szenarienanalyse

- ▶ 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



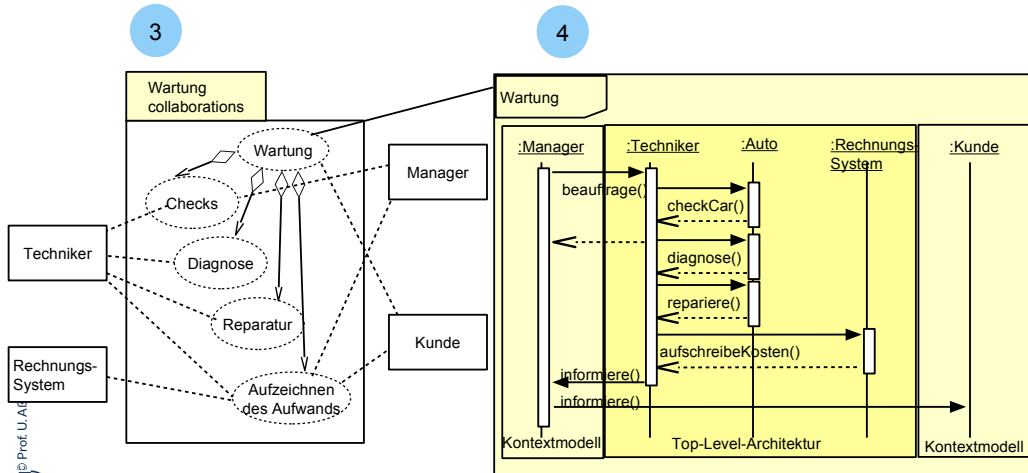
# Umwandlung Anwendungsfall-Diagramm in Kollaborationen

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



# Umwandlung Anwendungsfall-Diagramm in Kollaborationen

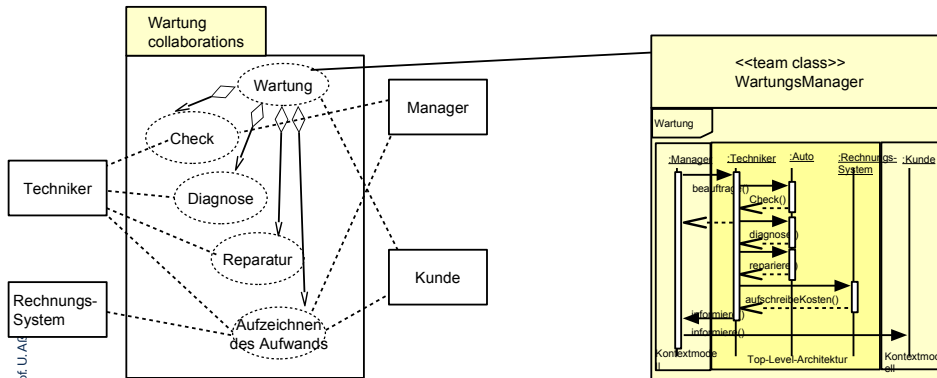
- ▶ 3) Anhängen des Interaktionsdiagramms (hier Sequenzdiagramm) an einen Anwendungsfall
- ▶ 4) Eingruppierung Objekte in Schichten



# Umwandlung Anwendungsfall-Diagramm in Teamklasse

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

5



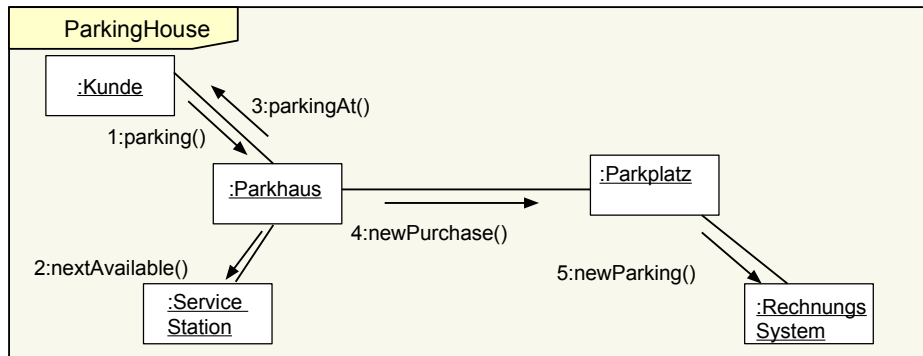


## 36.3 Szenarienanalyse mit Kommunikationsdiagrammen



# 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)



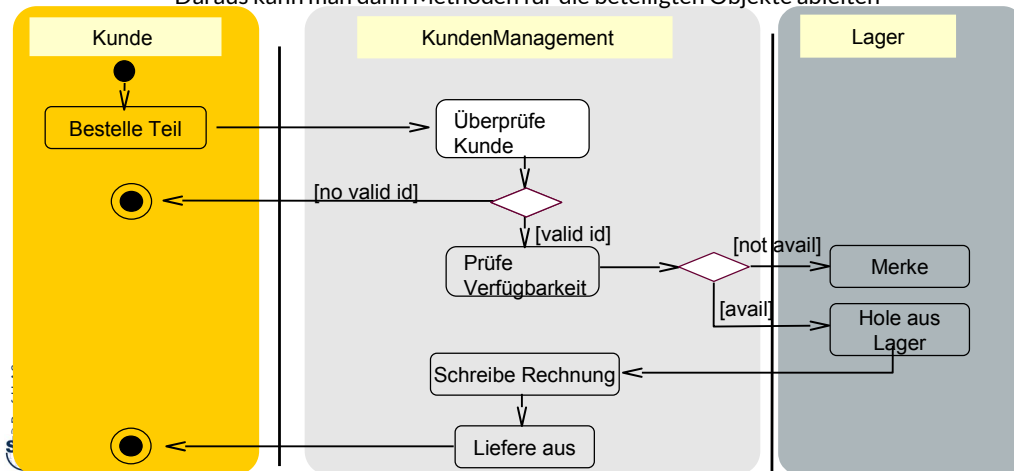


## Querscheidende dynamische Modellierung mit Szenarienanalyse

- ▶ 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..*

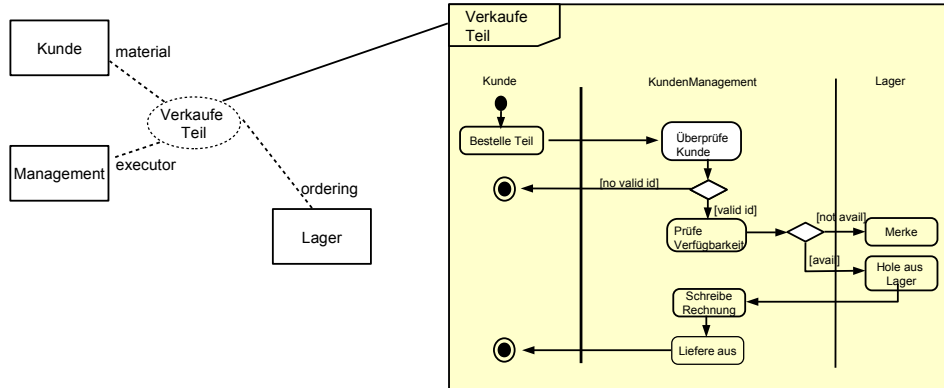
# Szenarienanalyse mit UML-AD: Bearbeiten einer telefonischen Bestellung

- ▶ 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



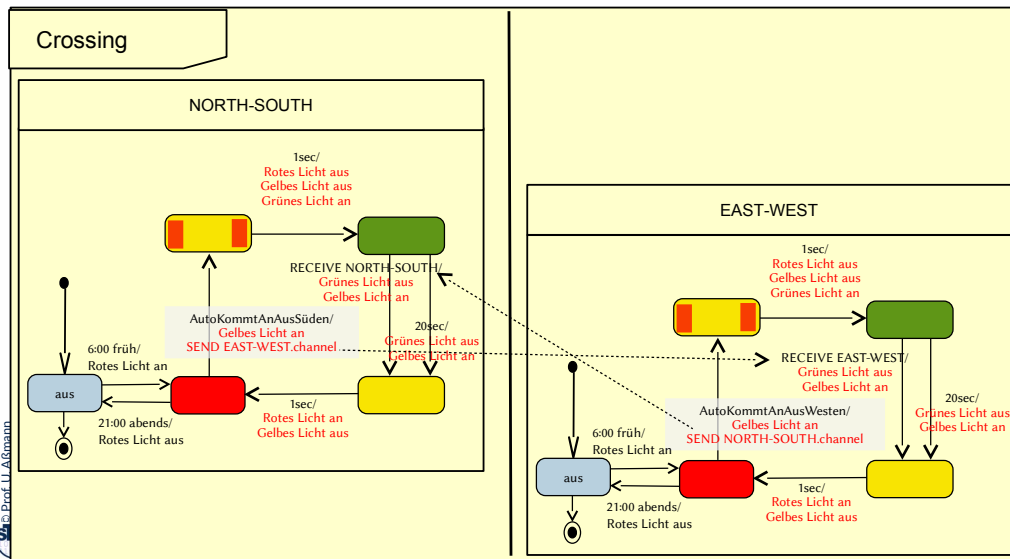
# Aktivitätendiagramme als Verhalten von Kollaborationen

- ▶ 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

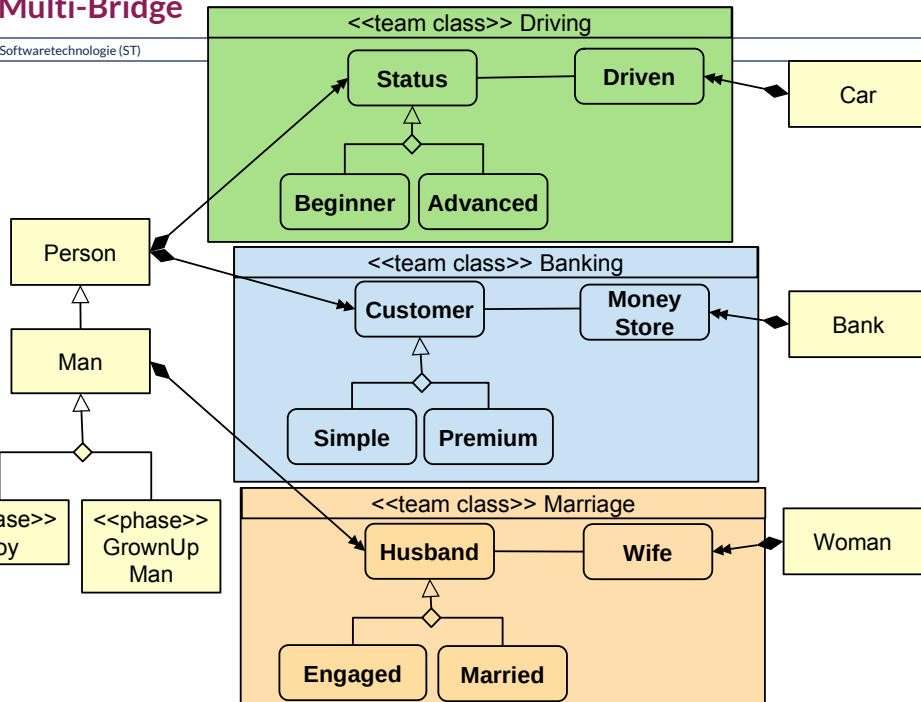




## 36.5 Wozu braucht man querschneidende Verfeinerung mit Szenarienanalyse und Kollaborationen?



# Beispiel: Querschneidende Erweiterung von Objekten mit Multi-Bridge



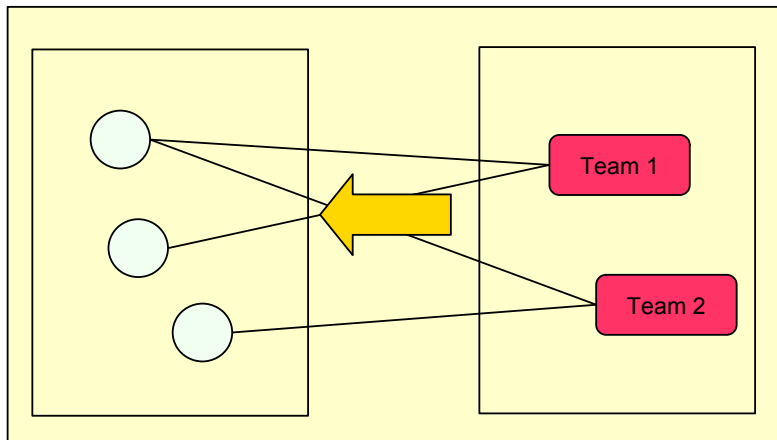
## Wozu braucht man querschneidende Verfeinerung mit Szenarienanalyse, Kollaborationen?

- ▶ **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
  - Teamklassen können als erweiterbares Multi-Bridge Entwurfsmuster realisiert werden



## Querscheidende Erweiterung

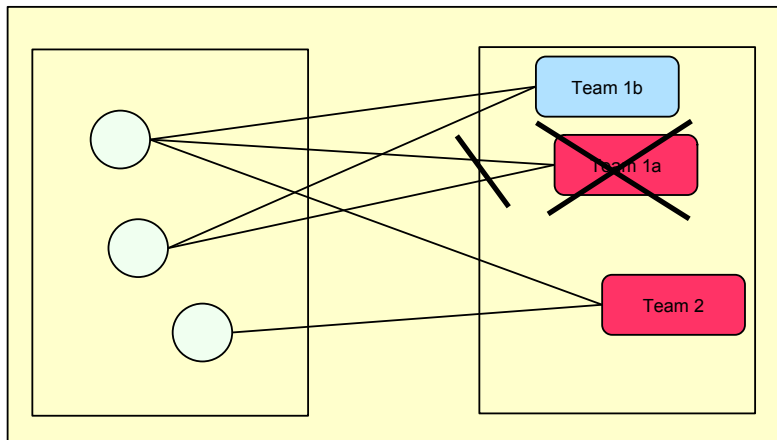
- ▶ **Querscheidende Erweiterung** erweitert *mehrere Punkte* eines bestehenden Systems
- ▶ Implementierung: Erweiterung mehrerer komplexer Objekte mit Multi-Bridge Muster





## Querschneidende Ersetzbarkeit

- ▶ Querschneidende Ersetzbarkeit ersetzt *Schnitte (Scheiben)* 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 *punktweiser* Verfeinerung aus Anforderungsspezifikationen Entwürfe abzuleiten (“stepwise refinement”)
  - Erst seit den 90er Jahren ist *querschneidende Verfeinerung* hinzugekommen, weil punktweise Verfeinerung nicht reicht → “Aspektorientierte Entwicklung” (“aspect-oriented software development”)
  - In einer querschneidenden Verfeinerung kommt eine *Kollaboration (Scheibe)* oder eine *Teamklasse* zur Anwendung hinzu
  - Szenarioanalyse entwickelt mehrere querschneidende Verfeinerungen, die in der Objekt-Szenario-Matrix zusammengefasst werden
- ▶ Software braucht Kollaborationen zwischen Objekten
  - Wer querschneidende Analyse und das Ableiten von Kollaborationen und 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 querscheidend, i.G. zu punktweiser 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

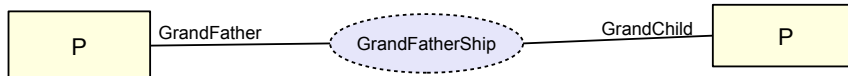
```
class Team {  
    /* role as inner class */  
    class RoleA {  
        do() {..}  
    }  
    /* role as inner class */  
    class RoleB {  
        do() {..}  
    }  
  
    // Definition of inner objects  
    PlayerA player_A;  
    PlayerB player_B;  
    RoleA role_A;  
    RoleB role_B;  
}
```

```
// 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](http://www.objectteams.org)).
  - Hier heißt eine Kollaboration *Team* (Notation als Block, ähnlich zur Klasse)
  - *Rollenklassen bilden innere Klassen* des Teams

```
team GrandfatherShip {  
  /* 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

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

