

# Objektorientierte Analyse

## 34b. Dynamische Modellierung und Szenarioanalyse mit Aktionsdiagrammen

1

Prof. Dr. rer. nat. Uwe Aßmann  
Institut für Software- und  
Multimediatechnik  
Lehrstuhl Softwaretechnologie  
Fakultät für Informatik  
TU Dresden  
Version 13-0.4, 14.06.13

- 6) Einsatz in der Analyse
- 7) Entwurfsmuster State
- 8) Strukturierte Zustände



# Überblick Teil III:

## Objektorientierte Analyse (OOA)

2

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

# Punktweise und querschneidende dynamische Verfeinerung

3

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

- ▶ Ergebnis:
  - **Lebenszyklus** des Objekts
  - **Implementierung** einer Methode

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

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

# Schritte der objektorientierten, metamodelgetriebenen Analyse

OOA

Strukturanalyse

Verhalten der Merkmale  
beschreiben

Verhaltensmaschinen

Objektlebenszyklen

Verhalten von Methoden

Verhalten von  
querschneidenden  
Rollenmodellen

Szenarien

geprägt durch:

Metamodell

Metaobjekt-  
Protokoll  
(dynamische  
Semantik)

# 34.6 Einsatzzwecke von Zustandsdiagrammen

5



# Zustandsdiagramme in der Analyse

6

- ▶ Einsatz von allgemeinen Zustandsmodellen: Anwendungsfälle können mit Zustandsmodellen verfeinert werden (Szenarienanalyse)
  - die Aktion aus dem Anwendungsfall kann als Aktion einer Verhaltensmaschine aufgefasst werden
  - Achtung: dann ist die Verhaltensmaschine noch nicht einer Klasse zugeordnet
- ▶ Einsatz von Steuerungsmaschinen (Objektlebenszyklen)
  - Für komplexe Objekte kann eine Steuerungsmaschine angegeben werden
  - Auch für alle Unterobjekte des komplexen Objektes
- ▶ Einsatz von Protokollmaschinen
  - Zur Modellierung von Geschäftsprozessen in Geschäftssoftwaresystemen
  - Modellierung von Protokollen für Anschlüssen (ports) im Kontextmodell
  - Ihr Einsatz in der Szenarienanalyse ist nicht möglich:
    - Es ist nicht möglich, eine Aktion aus einem Anwendungsfall als Ereignis einer Protokollmaschine aufzufassen und damit Szenarienanalyse zu betreiben
    - da die Protokollmaschine nur Aufrufreihenfolgen beschreibt, aber keine Verfeinerungen von Aktionen zulässt

# Zustandsdiagramme im Entwurf

7

- ▶ Zustandsmodelle (ohne Objektzuordnung) sind im Entwurf Objekten/Klassen zuzuordnen, da alle Zustandsdiagramme zu Objektlebenszyklen werden müssen
  - Aus den Zustandsmodellen entstehen also Steuerungsmaschinen
- ▶ Steuerungsmaschinen
  - können Verhalten, d.h., Implementierungen von beliebigen Klassen spezifizieren (*Objektlebenszyklen, white-box object life cycle*)
  - können als technische Steuerungsmaschinen Implementierungen von technischen Geräten beschreiben (*Gerätelebenszyklus*)
- ▶ Protokollmaschinen
  - können gültige Aufrufreihenfolgen an Objekte beschreiben und zur Ableitung von Vertragsprüfern eingesetzt werden (*black-box object life cycle*)

# Einsatzzwecke für Zustandsmodelle

8

Verhaltensmaschine  
(behavioral state machine)

Anwendungsfall-  
Lebenszyklus

Objektlebenszyklus  
(OLC)

Steuerung  
(technischer  
Geräte)

Zustandsmodell:  
Szenario-Analyse:  
Verhalten von  
Objekten  
im Kontextmodell  
und Top-Level-  
Architektur

Steuerungsmaschine:  
Verhaltens-  
beschreibung in  
Analyse  
Entwurf  
Implementierung  
(white-box OLC)

Technische  
Steuerungsmaschine:  
Verhaltens-  
beschreibung in  
Analyse  
Entwurf  
Implementierung  
(white-box OLC)

Protokollmaschine  
(protocol state machine)

Zur Darstellung von  
Geschäftsprozessen

Vertragsprüfung  
in  
Analyse  
Entwurf  
Implementierung  
(black-box OLC)

<< nicht möglich >>



# Verwendung von UML-Zustandsmodellen

9

## Verhaltens-Maschinen (Transduktor):

- ▶ Beschreiben das *Verhalten* (*Implementierung*) eines Systems
  - z. B. die *Steuerung* eines Systems der realen Welt, zum Steuern von Systemen, eingebettete Systeme etc.
  - Ereignisse sind Signale der Umgebung oder anderer Systemteile

Reaktion in gegebenem Zustand auf ein bestimmtes Signal:

- neuer Zustand
- **ausgelöste Aktion** (wie im Zustandsmodell spezifiziert)

Zustandsmodelle definieren die *Reaktion* des gesteuerten Systems auf mögliche Ereignisse, d.h. geben eine Implementierung an

## Protokoll-Maschinen (Akzeptoren, Prüfmaschinen):

- ▶ Zum Überprüfen der *korrekten Aufrufsreihenfolgen*, die ein Benutzer an ein System absetzt
  - Ereignisse sind eingeschränkt auf Operationsaufrufe, d.h. es werden nur Aufruf-Ereignisse berücksichtigt
- ▶ Reaktion in gegebenem Zustand auf bestimmten Aufruf:
  - neuer Zustand
  - **Keine Aktionen** im Zustandsmodell!
- ▶ Zustandsmodelle definieren zulässige *Reihenfolgen* von Aufrufen (Schnittstelle)
- ▶ Protokollmaschinen sind Vertragsprüfer (“checker”), d.h. *Prüfer*, ob das System bzw. das Objekt einem Zustandsmodell folgt

# 34.7 Entwurfsmuster State

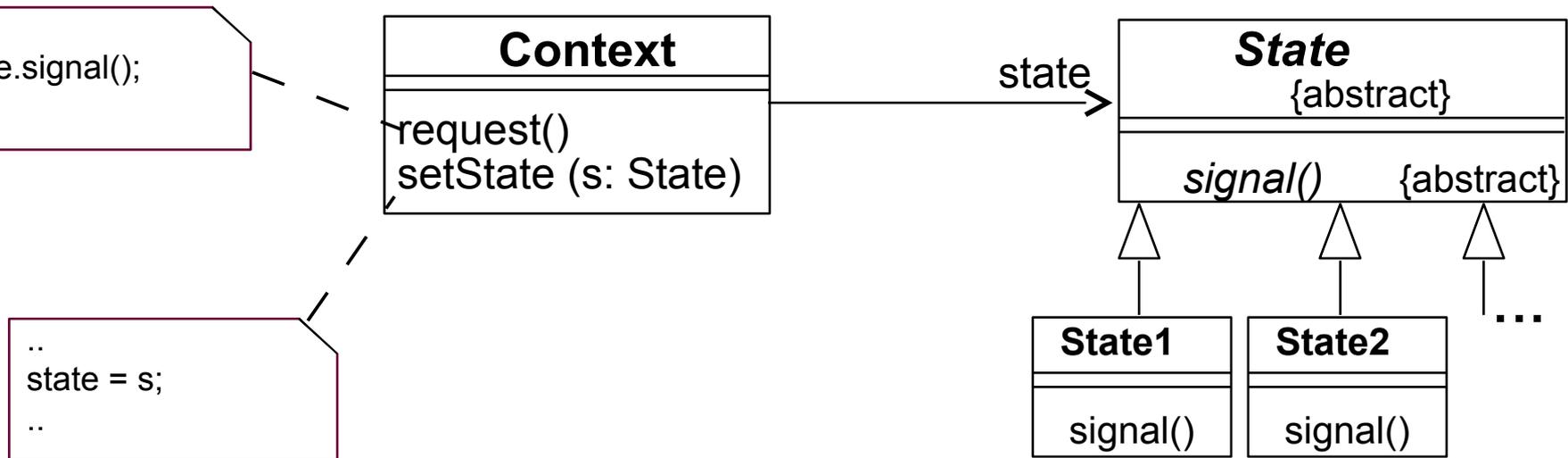
10



# Implementierungsmuster State

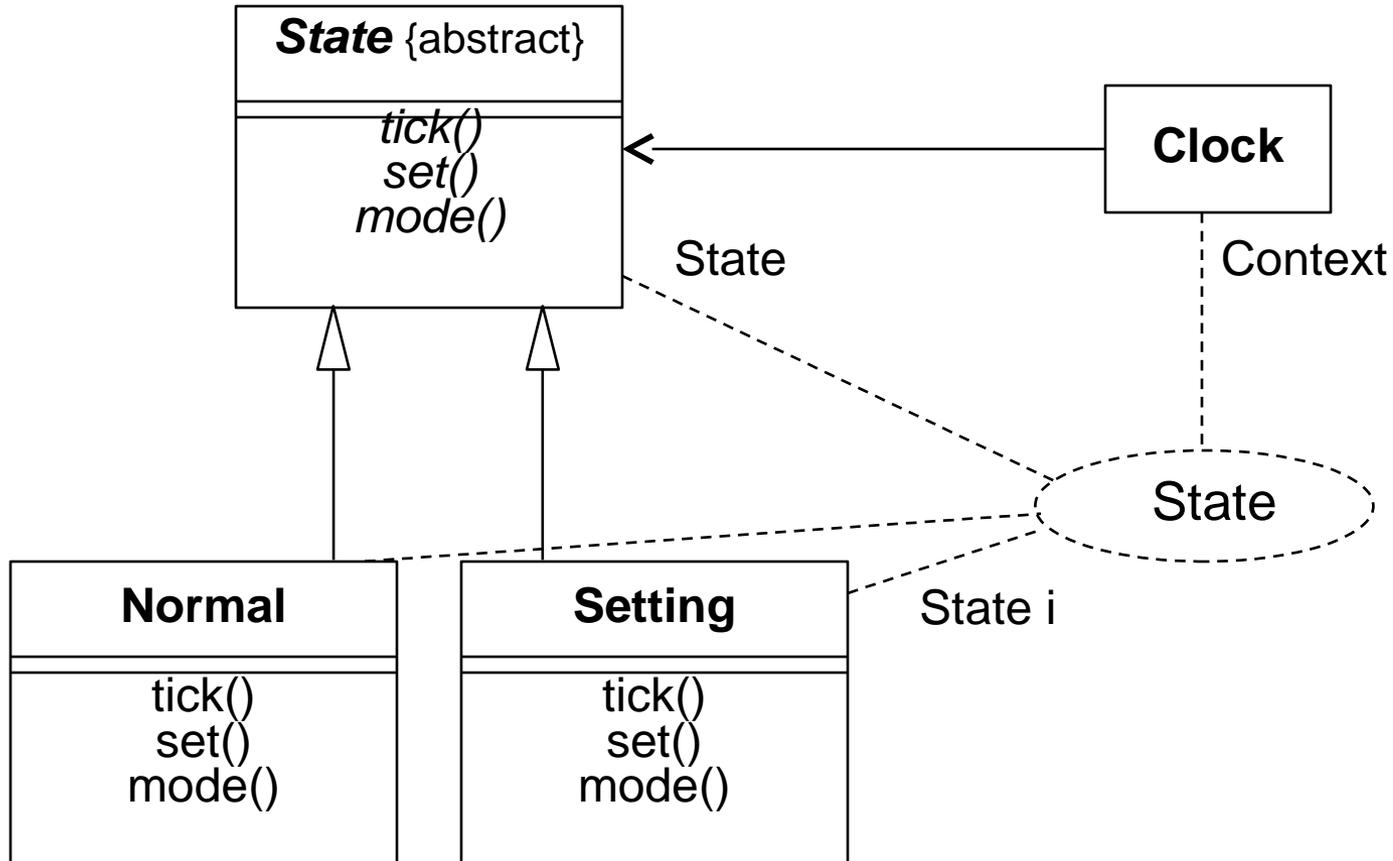
11

- ▶ Problem: Was, wenn der Zustand Informationen (Attribute) enthält?
- ▶ Lösung: Darstellung des Zustands durch *Zustandsobjekt*
  - Weitschalten von Zuständen durch Auswechseln des Zustandsobjekts (Polymorphie)



# State-Beispiel für Uhr (1)

12



# State-Beispiel für Uhr in Java (2)

13

```
abstract class State {  
    abstract void tick();  
    abstract void set();  
    abstract void mode();  
}
```

```
class Normal extends State {  
    void tick() {  
    }  
    void set() {  
        clock.time++;  
        setChanged();  
    }  
    void mode() {  
        clock.setState  
            (new Setting());  
    }  
}
```

```
class Setting extends State {  
    void tick() {}  
    void set() {  
        clock.time = 0;  
        setChanged();  
    }  
    void mode() {  
        clock.setState  
            (new Normal());  
    }  
}
```

# State

## Variante mit geschachtelten Klassen (*inner classes*)

14

```
class Clock {
    private int time = 0;
    private State normal = new Normal();
    private State setting = new Setting();
    private State s = normal;
    abstract class State {...}

    class Normal extends State {
        void tick() {...}
        void set() {}
        void mode() { s = setting; }
    }

    class Setting extends State {
        ... analog
    }

    public void tick () {
        s.tick();
    }
    ... set(), mode() analog
}
```

# Steuerungsmaschinen: Zusammenfassung

15

- ▶ Anwendungsgebiet:
  - white-box-Objektlebenszyklen
  - Gerätesteuerungen
    - Mikrowelle, Stoppuhr, Thermostat, ...
    - Große Bedeutung z.B. in Automobil- und Luftfahrtindustrie
    - Problem: Verhalten des gesteuerten Geräts muss *regulär* sein, d.h. die Zustandsmenge muss einer reguläre Sprache entsprechen
- ▶ Codegenerierung möglich mit State und IntegerState
  - bei genau definierter Aktionssprache (Aus den Aktionen muss Code generiert werden). Werkzeuge existieren
- ▶ Praktische Aspekte:
  - Kommunikation: Nachrichten empfangen/versenden
  - Nebenläufigkeit
  - Reaktivität (Akzeptieren von Nachrichten zu beliebigem Zeitpunkt)
  - Realzeitaspekte

# 34.8 Vereinfachung von Zustandsdiagrammen durch Strukturierung

16



# Unterspezifikation und Vervollständigung von Übergängen

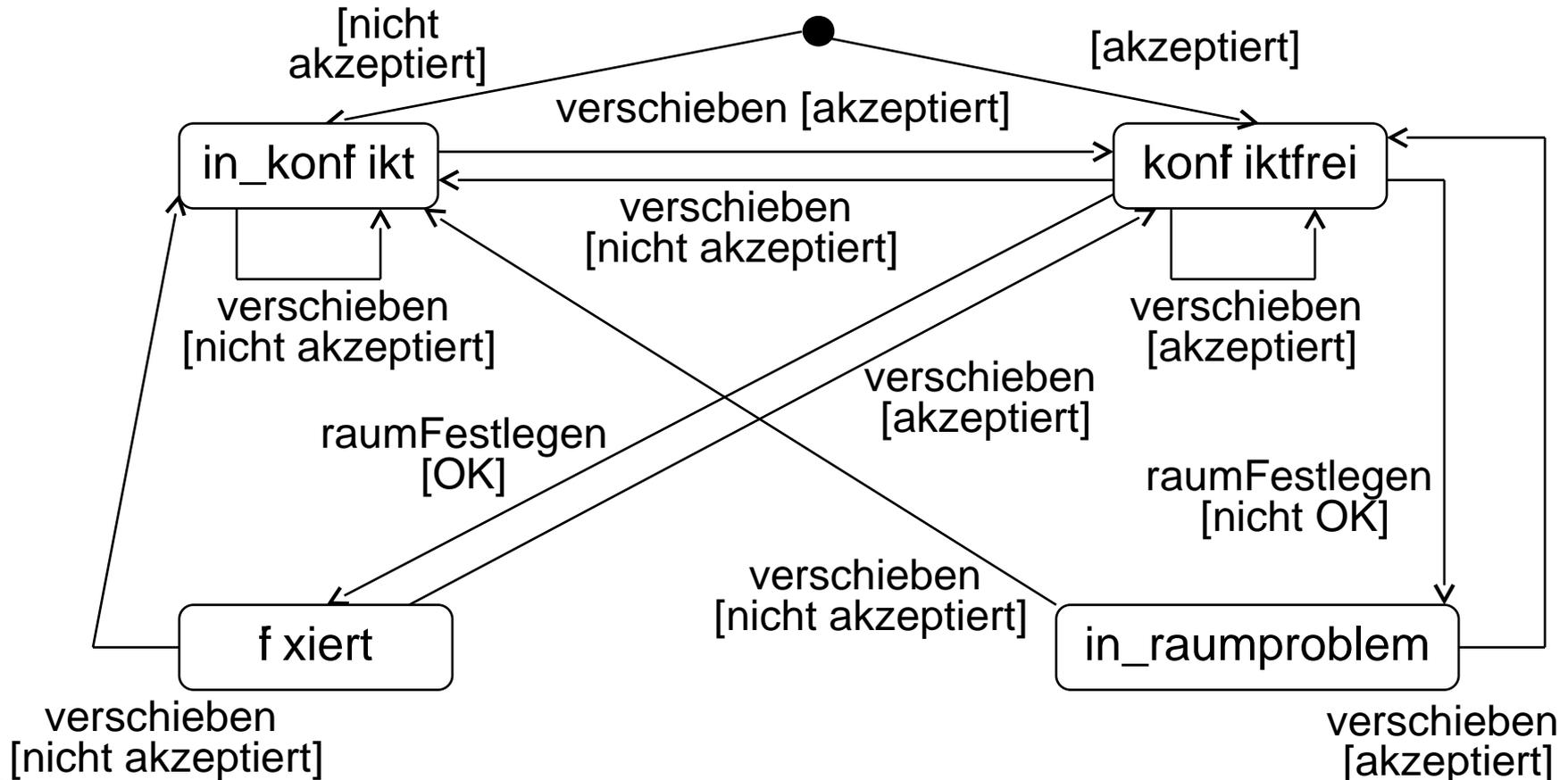
17

- ▶ Was passiert, wenn **kein** Übergang im aktuellen Zustand für das aktuelle Ereignis angegeben ist?
- ▶ Möglichkeiten:
  - Unzulässig
    - Fehlermeldung (Fehlerzustand)
    - Ausnahmebehandlung
  - Zustand unverändert (impliziter "Schleifen"-Übergang)
  - Warteschlange für Ereignisse
  - Unterspezifikation ("wird später festgelegt")
- ▶ Achtung: Ein vollständiges Zustandsmodell (totale Übergangsfunktion) ist meist sehr umfangreich und unübersichtlich!

# Black-Box Objektlebenszyklus (Protokollmaschine)

18

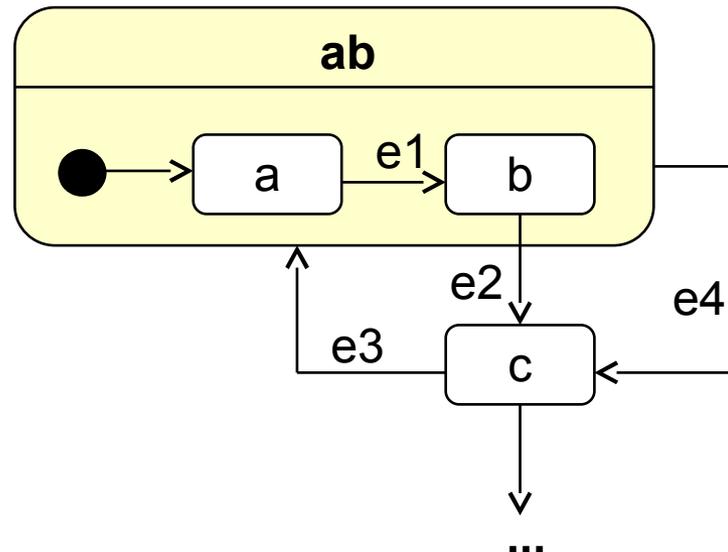
- ▶ Zulässige Zustände von Objekten der Klasse "Teambesprechung":
  - Merke: nur zur Generierung eines Vertragsprüfers einsetzbar, nicht zu einer vollständigen Implementierung



# Ober- und Unterzustände

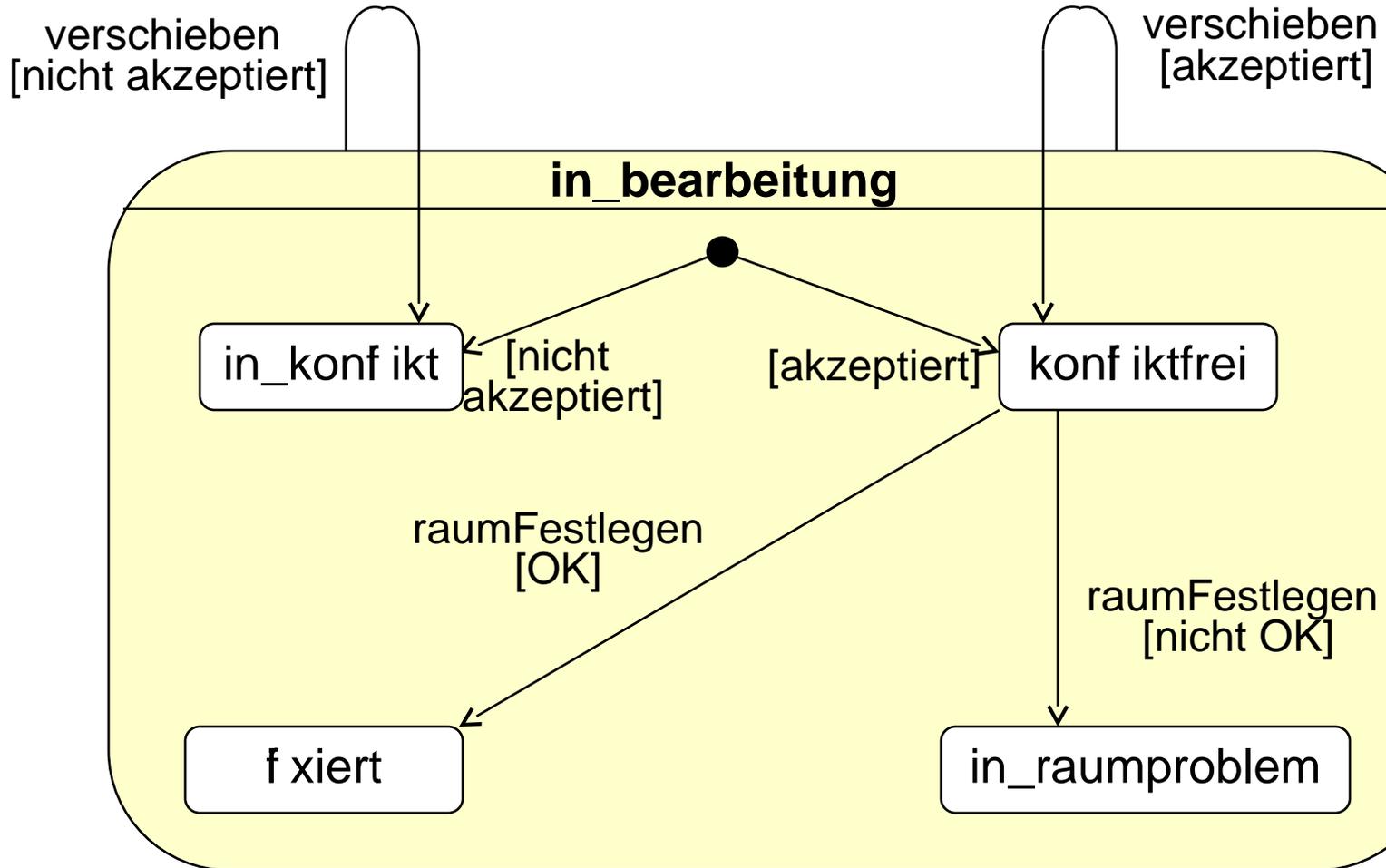
19

- ▶ Zur Vereinfachung, insbesondere, um eine ganze Gruppe von Zuständen einheitlich zu behandeln, können **Oberzustände** eingeführt werden.
  - Ein Zustand in den Oberzustand ist ein Übergang in den Startzustand des enthaltenen Zustandsdiagramms.
  - Ein Zustand aus dem Oberzustand gilt für alle Zustände des enthaltenen Zustandsdiagramms (*Vererbung* von Übergangsverhalten).



# Zustandshierarchie Teambesprechung (jetzt einfacher notiert)

20



# Türen eines Autos

21

- ▶ Die 4 Türen und die Heckklappe eines Autos bilden einen 5-tupeligen Zustandsraum, der komponiert ist aus den Einzelzustandsautomaten

Tür geöffnet

Tür geöffnet

Tür geöffnet

Tür geschlossen

Tür geschlossen

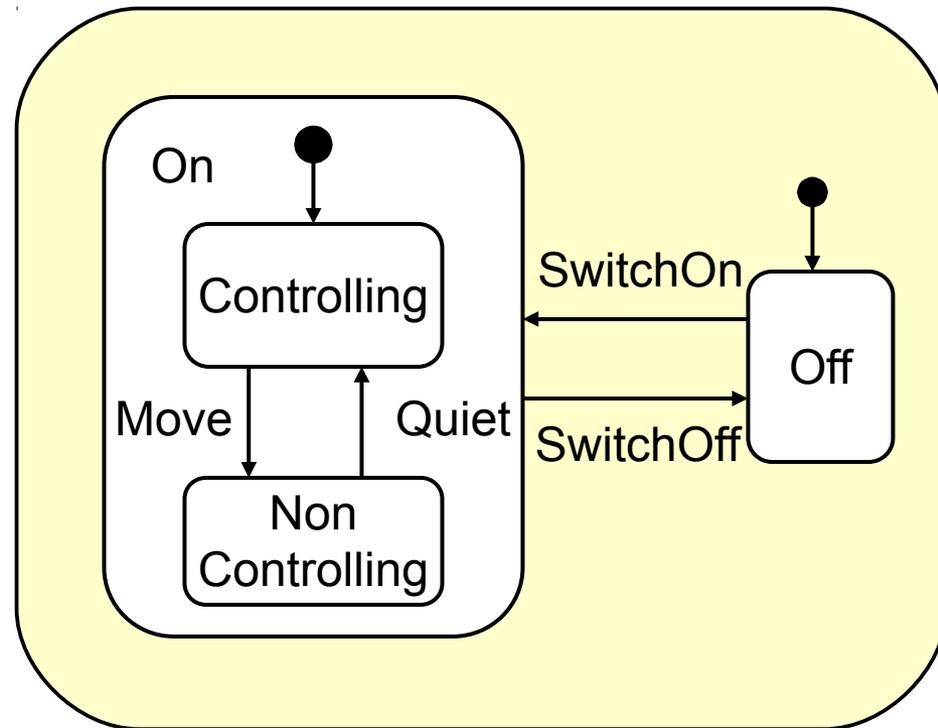
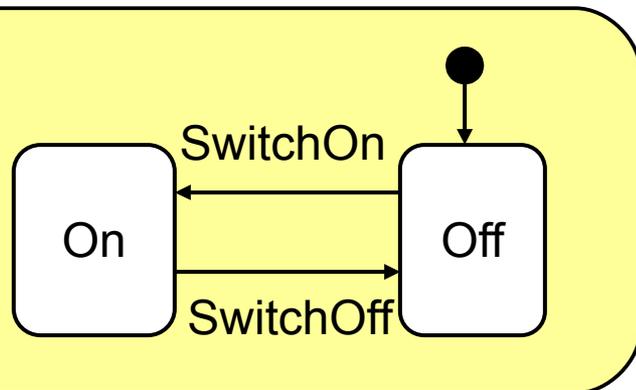
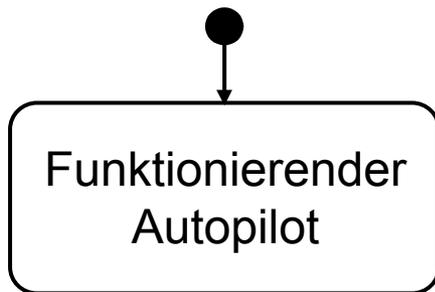
Tür geschlossen

Auto geschlossen

# Warum kann man ein hierarchisches Zustandsdiagramm einfach verstehen?

22

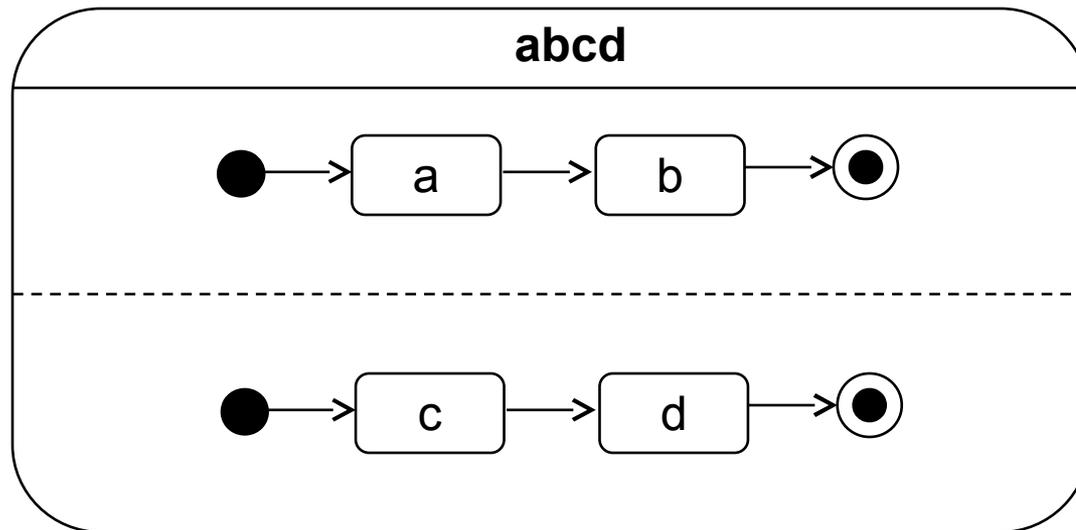
- ▶ Es ist kein flacher Automat, sondern ein *hierarchisch gegliederter*, der in einen einzigen Oberzustand gefaltet werden kann (*reduzibel*)



# Nebenläufige Teilzustände

23

- ▶ Um voneinander zeitlich unabhängige Vorgänge einfach darzustellen, kann ein Zustand in nebenläufige Teilbereiche zerlegt werden (getrennte "Schwimmbahnen").
  - Ein Zustand des Oberzustands ist ein Tupel von Zuständen der Teilbereiche (Schwimmbahnen).



# Interne Übergänge

24

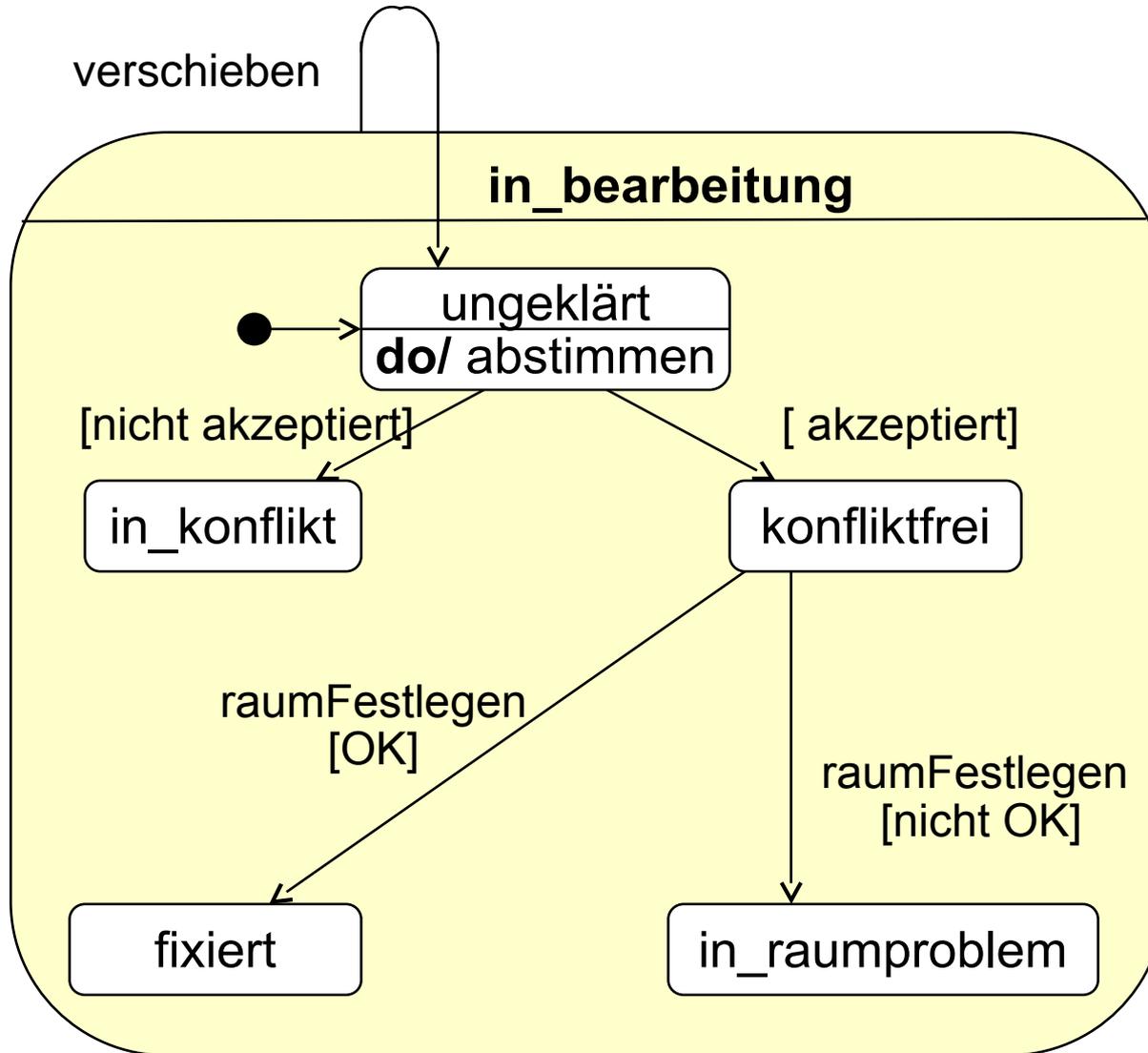
- ▶ **Definition:** Ein *interner Übergang* eines Zustands *S* beschreibt einen Übergang, der stattfindet, während das Objekt im Zustand *S* ist.
- ▶ Es gibt folgende Fälle von internen Übergängen:
  - Eintrittsübergang (*entry transition*)
  - Austrittsübergang (*exit transition*)
  - Fortlaufende Aktivität (*do transition*)
  - Unterdiagrammaufruf (*include transition*)
  - Reaktion auf benanntes Ereignis
- ▶ **Notation:**



*label* = **entry**, **exit**, **do**, **include** oder *Ereignisname*

# Verschiedene Aktivitäten

25

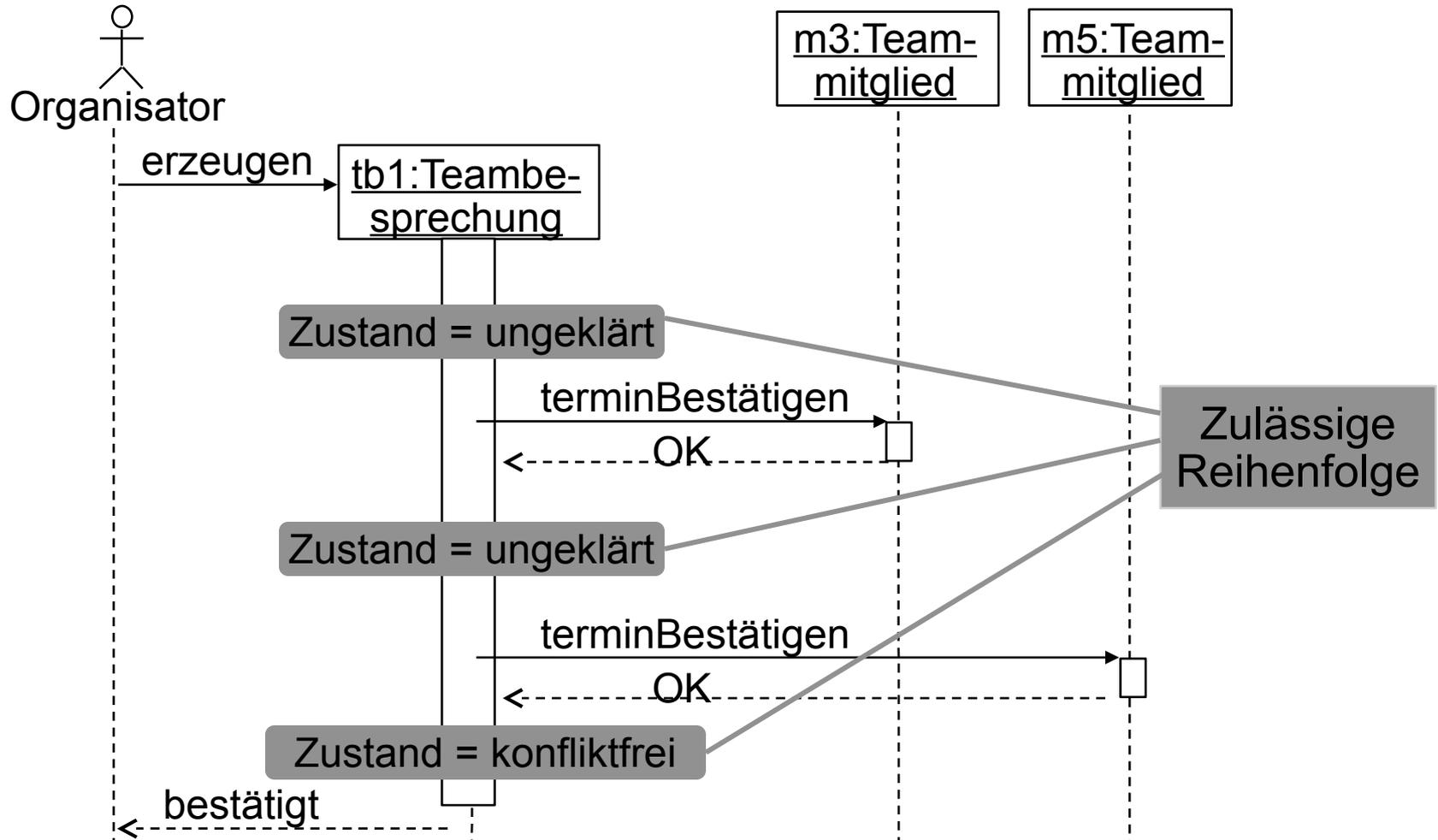


Aktivität  
"abstimmen"  
=  
Abstimmung  
mit den  
Teammitgliedern  
per Operation  
"terminBestätigen"  
  
(Modellierbar als  
Unterdiagramm *UD*,  
d.h. **include** *UD*  
anstelle von **do**)

# Zusammenhang:

## Zustandsdiagramm - Sequenzdiagramm (1)

26

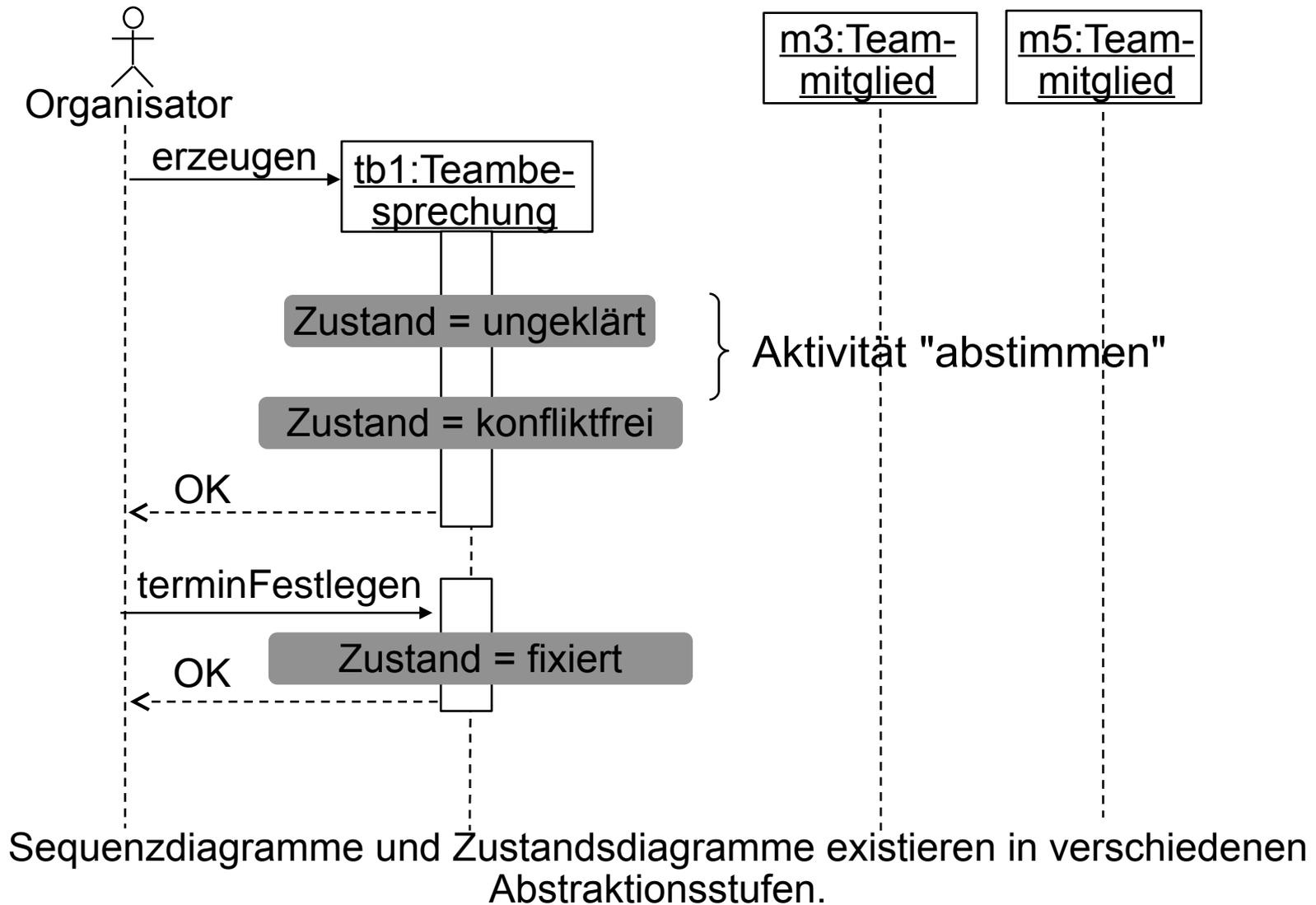


Jede in den Szenarien auftretende Reihenfolge von Aufrufen muß mit dem Zustandsmodell verträglich sein.

# Zusammenhang:

## Zustandsdiagramm – Sequenzdiagramm (2)

27



# Zustandsmodellierung: Zusammenfassung

28

Typische Anwendung:	Analysephase	Entwurfsphase
Zeitbezogene Anwendungen (Echtzeit, Embedded, safety-critical)	<b>Verhaltens- und Steuerungsmaschinen</b>  Skizzen der Steuerung für Teilsysteme und Gesamtsystem	Detaillierte Angaben zur Implem., automatische Codegenerierung, Verifikation mit Model checking
Datenbezogene Anwendungen (Informationssysteme, DB-Anwendungen)	<b>Protokollmaschinen</b>	
	Lebenszyklen für zentrale Geschäftsobjekte, Geschäftsprozesse	Genauere Spezifikation von Aufrufreihenfolge (Vertragsprüfung)

# The End

29

- ▶ Many slides courtesy to © Prof. Dr. Heinrich Hussmann, 2003. Used by permission.
- ▶ Typische Zustandsmaschinen:
  - Stellverhalten von Uhren
  - Autotüren und -heckklappen
  - Geldautomaten
  - Bahnkarten-Verkaufsautomat
  - Fahrstühle [Jazayeri]