Objektorientierte Analyse
33b. Dynamische Modellierung und Szenarioanalyse mit Aktionsdiagrammen

Prof. Dr. rer. nat. Uwe Aßmann

Institut für Software- und Multimediatechnik

Lehrstuhl Softwaretechnologie

Fakultät für Informatik

TU Dresden

Version 15-0.2, 20.06.15

6) Einsatz in der Analyse

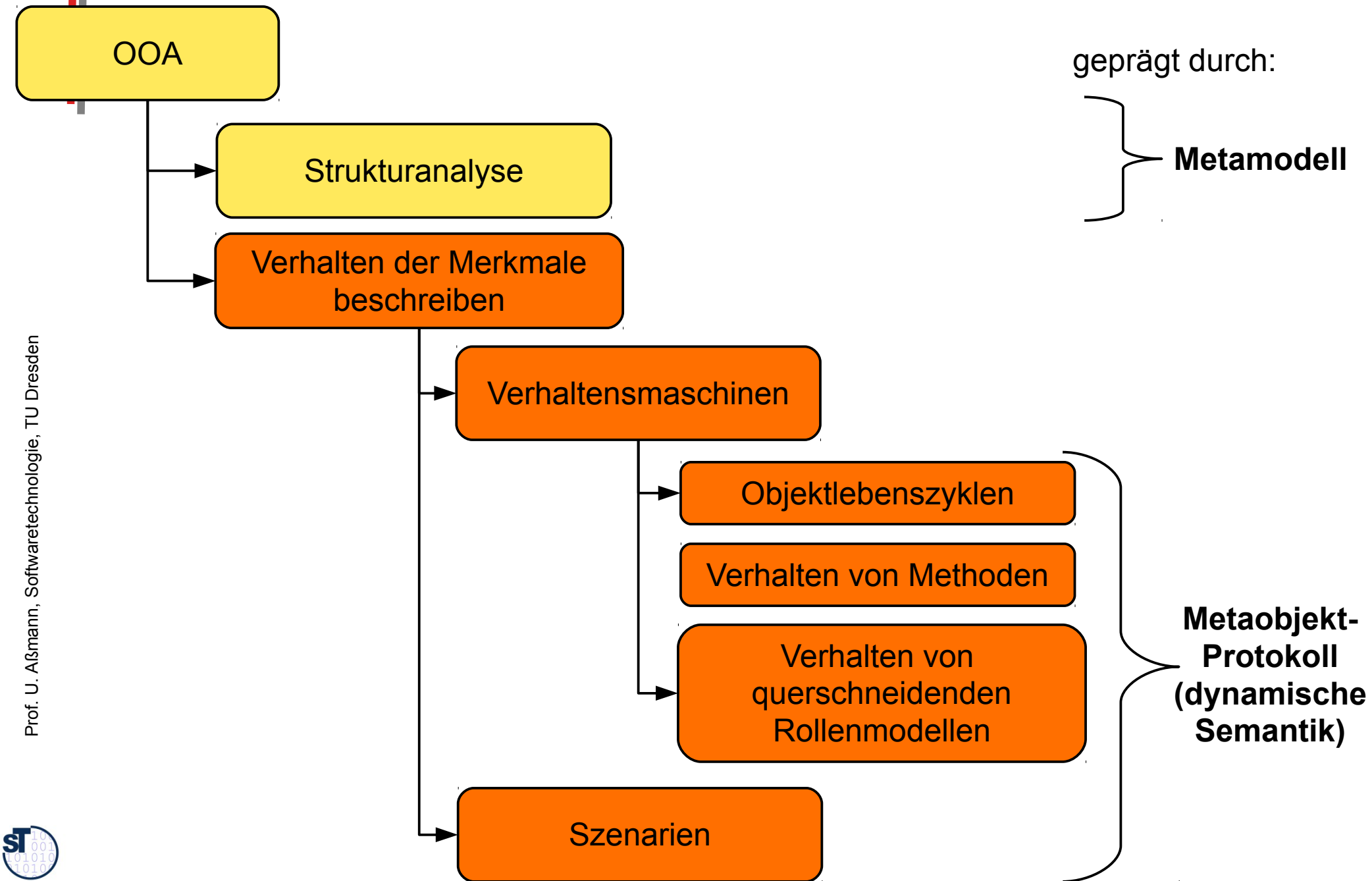
7) Entwurfsmuster State

8) Strukturierte Zustände

Überblick Teil III: Objektorientierte Analyse (OOA)

1. Überblick Objektorientierte Analyse
   1. Strukturelle Modellierung mit CRC-Karten
2. Strukturelle metamodellgetriebene Modellierung mit UML
   1. Analyse des Domänenmodells: Strukturelle metamodellgetriebene Modellierung
      1. Modellierung von komplexen Objekten
   2. Systemanalyse: 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
4. Beispiel Fallstudie EU-Rent

Schritte der objektorientierten, metamodellgetriebenen Analyse



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.

- 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 Kapitel “35-Szenarienanalyse”

34.6 Einsatzzwecke von Zustandsdiagrammen

Q5: Schritte der Modellierung in Bezug auf Schichten des Systems

	Schichten	Analyse	Entwurf	Feinentwurf	Implementierung
Benutzungsschnittstelle (Boundary)	GUI		Verfeinerung		
	Controller				
Anwendungslogik (Control)	Kontextmodell	Aufstellung aus Domänenmodell; Erarbeitung System-schnittstellen	stabil	Umsetzen auf jUML	stabil
	Top-Level-Architektur	Verfeinerung des Kontextmodells	stabil	Umsetzen auf jUML	stabil
	Architektur		Ausarbeitung Architektur (PSM)	Einziehen von Plattformabhängigkeiten (PSM); Umsetzen auf jUML;	Details ausfüllen, Methoden ausprogrammieren
	Tools		Ausarbeitung Tools	Einziehen von Plattformabhängigkeiten (PSM); Umsetzen auf jUML;	Details ausfüllen, Methoden ausprogrammieren
Datenhaltung (Database)	Material	Aufstellung aus Domänenmodell		Einziehen von Plattformabhängigkeiten (PSM); Umsetzen auf jUML;	Details ausfüllen, Methoden ausprogrammieren

Zustandsdiagramme in der Analyse

- **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) von UML-Komponenten 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

- 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

	Anwendungsfall-Lebenszyklus	Objektlebenszyklus (OLC)	Steuerung (technischer Geräte)
Verhaltensmaschine (behavioral state machine)	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

Verhaltens-Maschinen (Transduktoren):

- 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

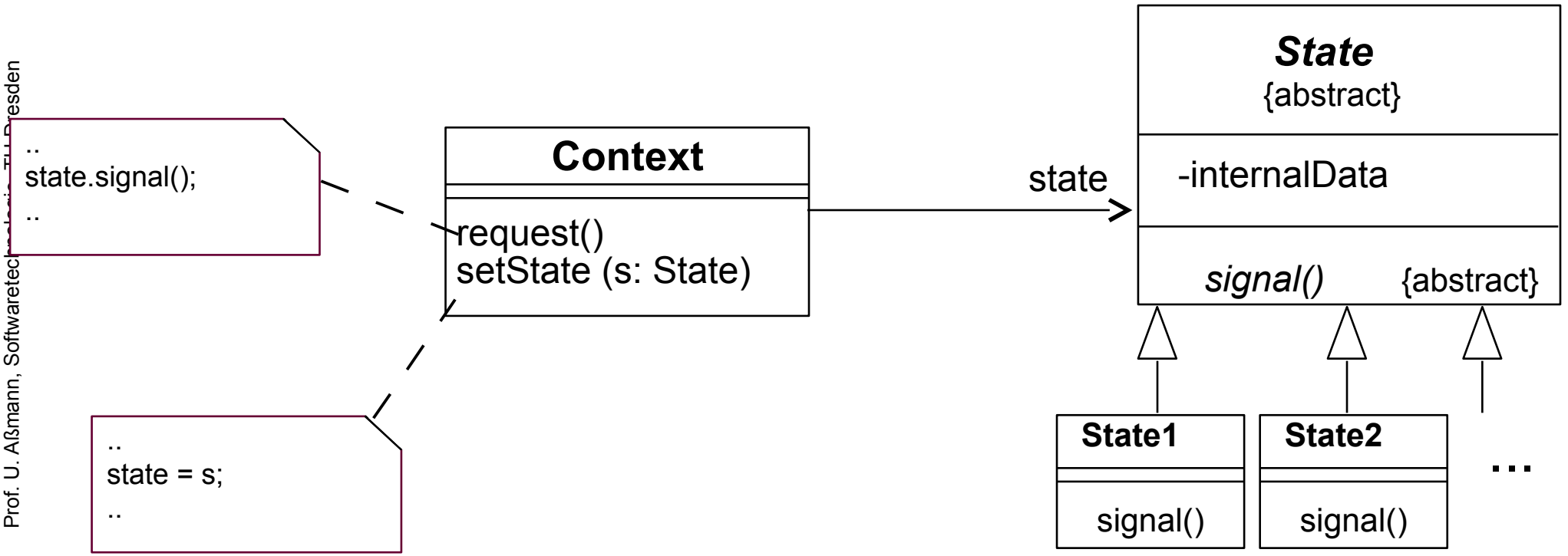
Protokoll-Maschinen (Akzeptoren, Prüfmaschinen):

- 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

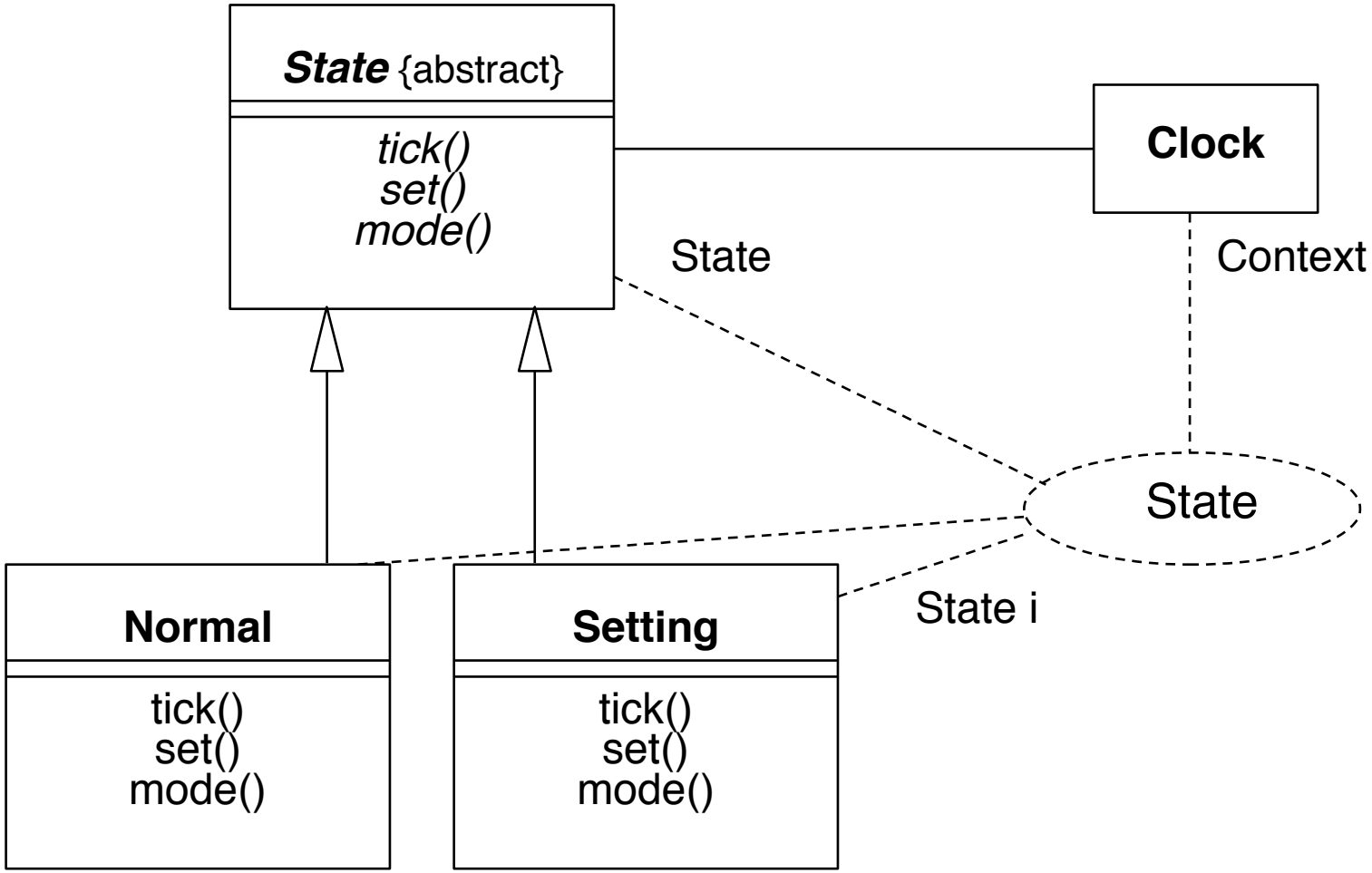
34.7 Entwurfsmuster State

Implementierungsmuster State

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



State-Beispiel für Uhr (1)



State-Beispiel für Uhr in Java (2)


```
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 in Java *(inner classes)*


```
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
}
```

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.

- 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 Kapitel “35-Szenarienanalyse”

Steuerungsmaschinen: Zusammenfassung

- Anwendungsgebiet: Punktweise Verfeinerung
  - white-box-Objektlebenszyklen
  - Gerätesteuerungen technischer Geräte (eingebettete Systeme)
    - 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

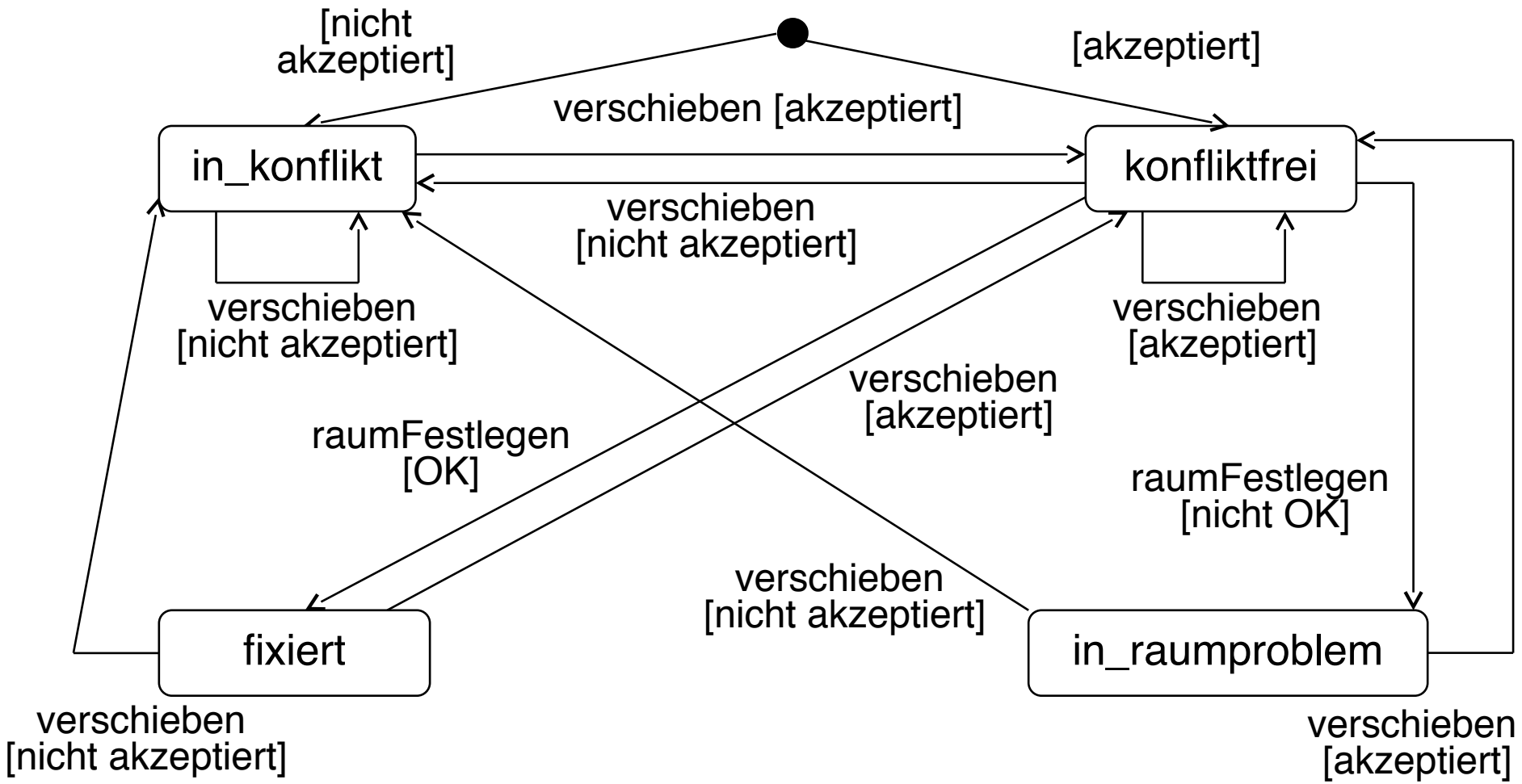
Unterspezifikation und Vervollständigung von Übergängen

- 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!

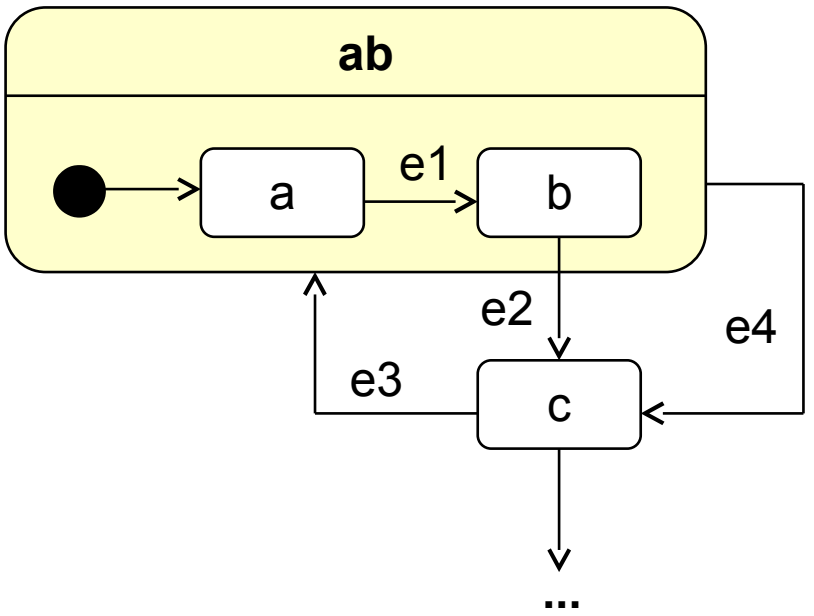
Black-Box Objektlebenszyklus (Protokollmaschine)

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

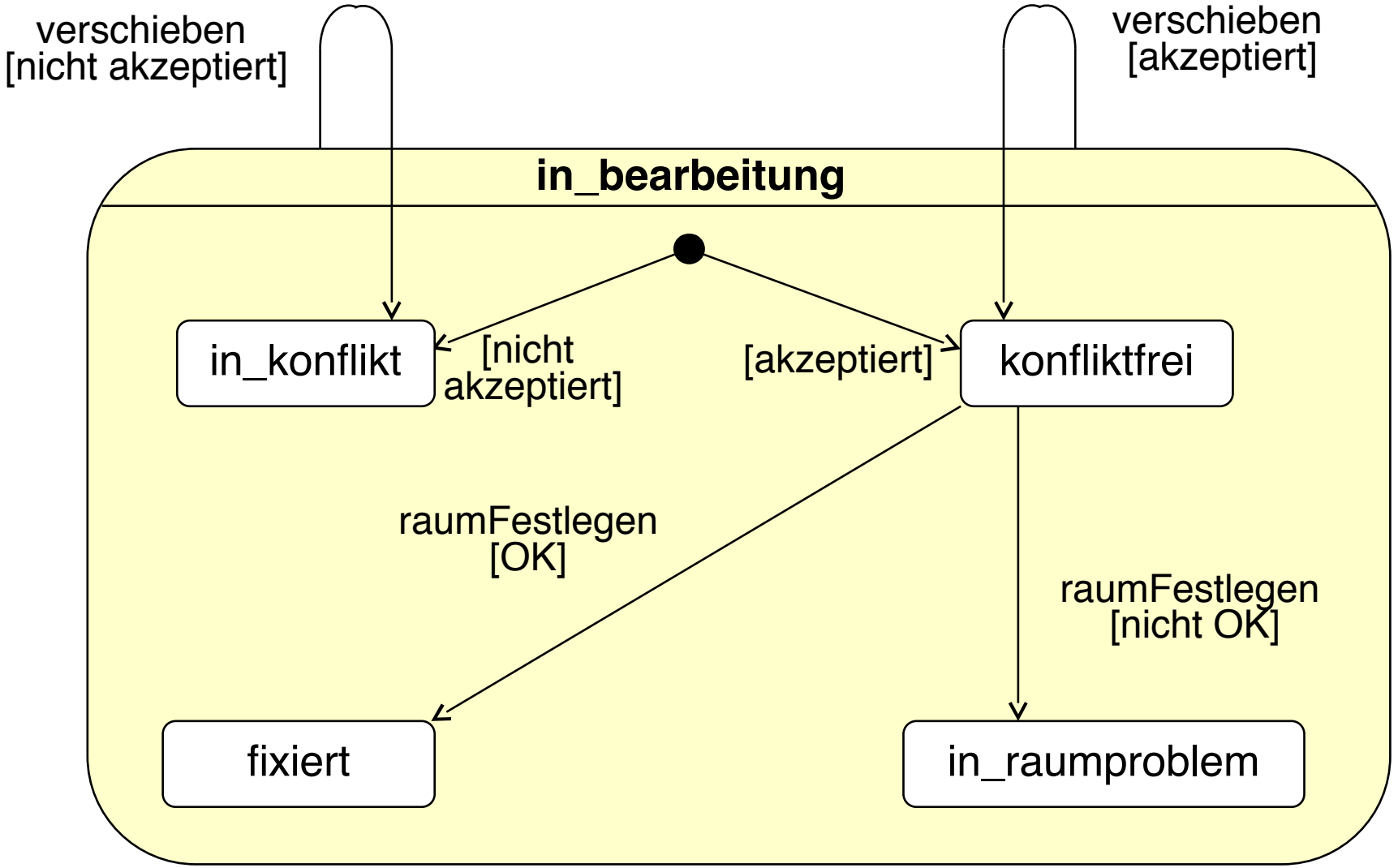


Ober- und Unterzustände

- 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).

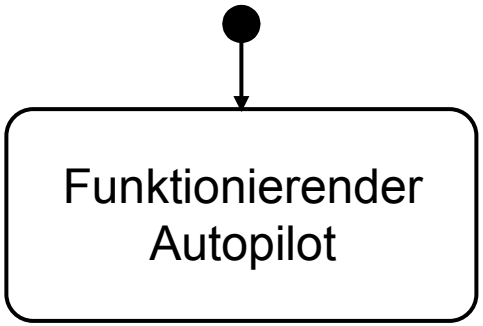


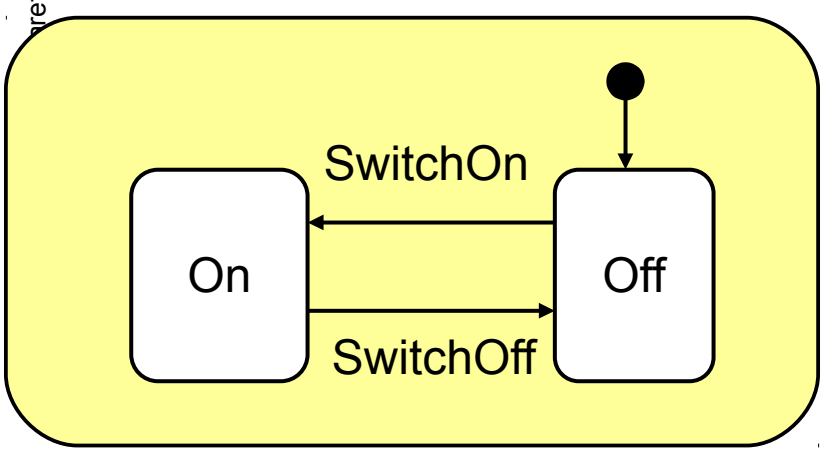
Zustandshierarchie Teambesprechung (jetzt einfacher notiert)

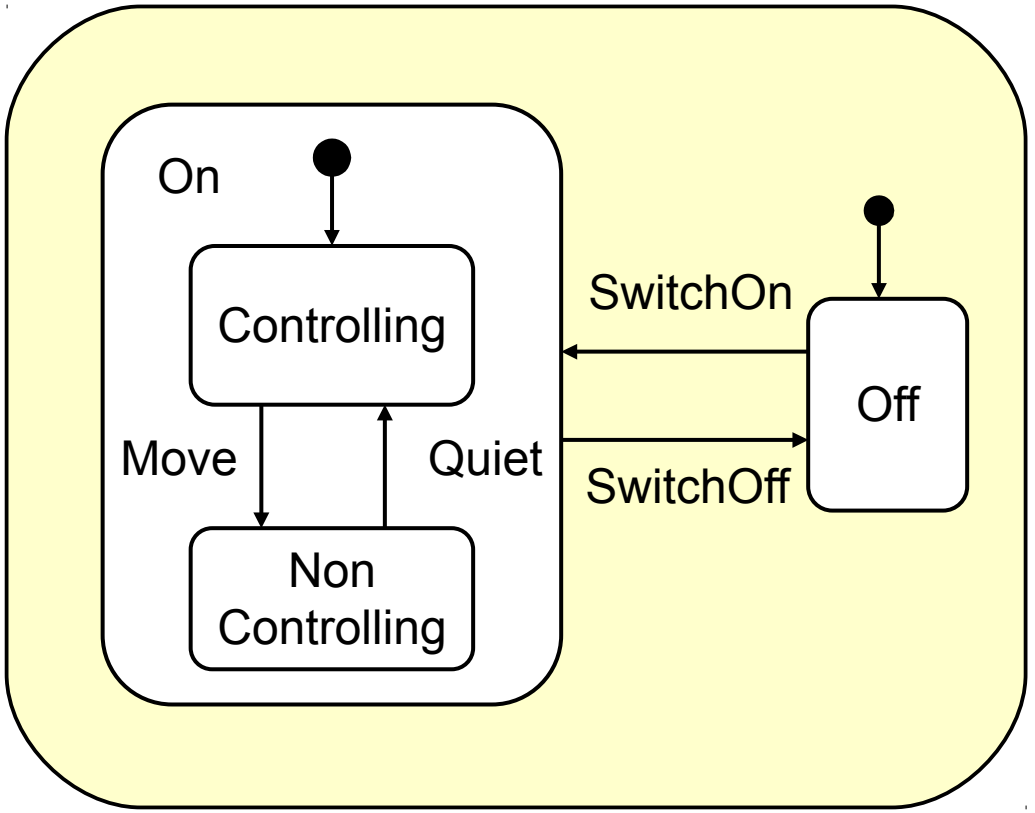


Warum kann man ein hierarchisches Zustandsdiagramm einfach verstehen?

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

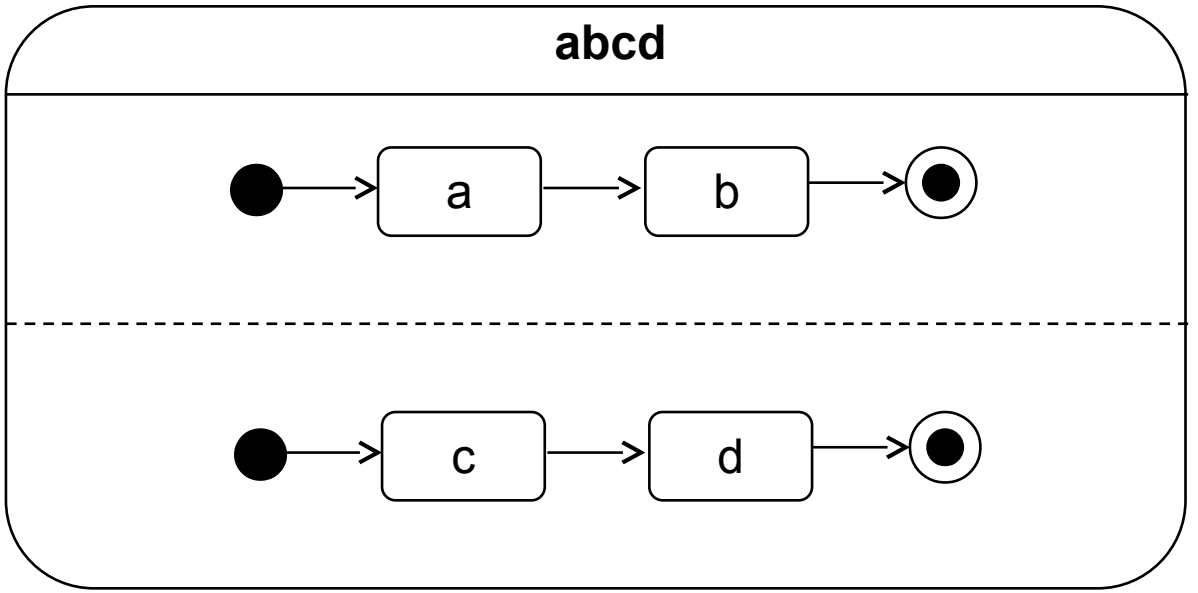






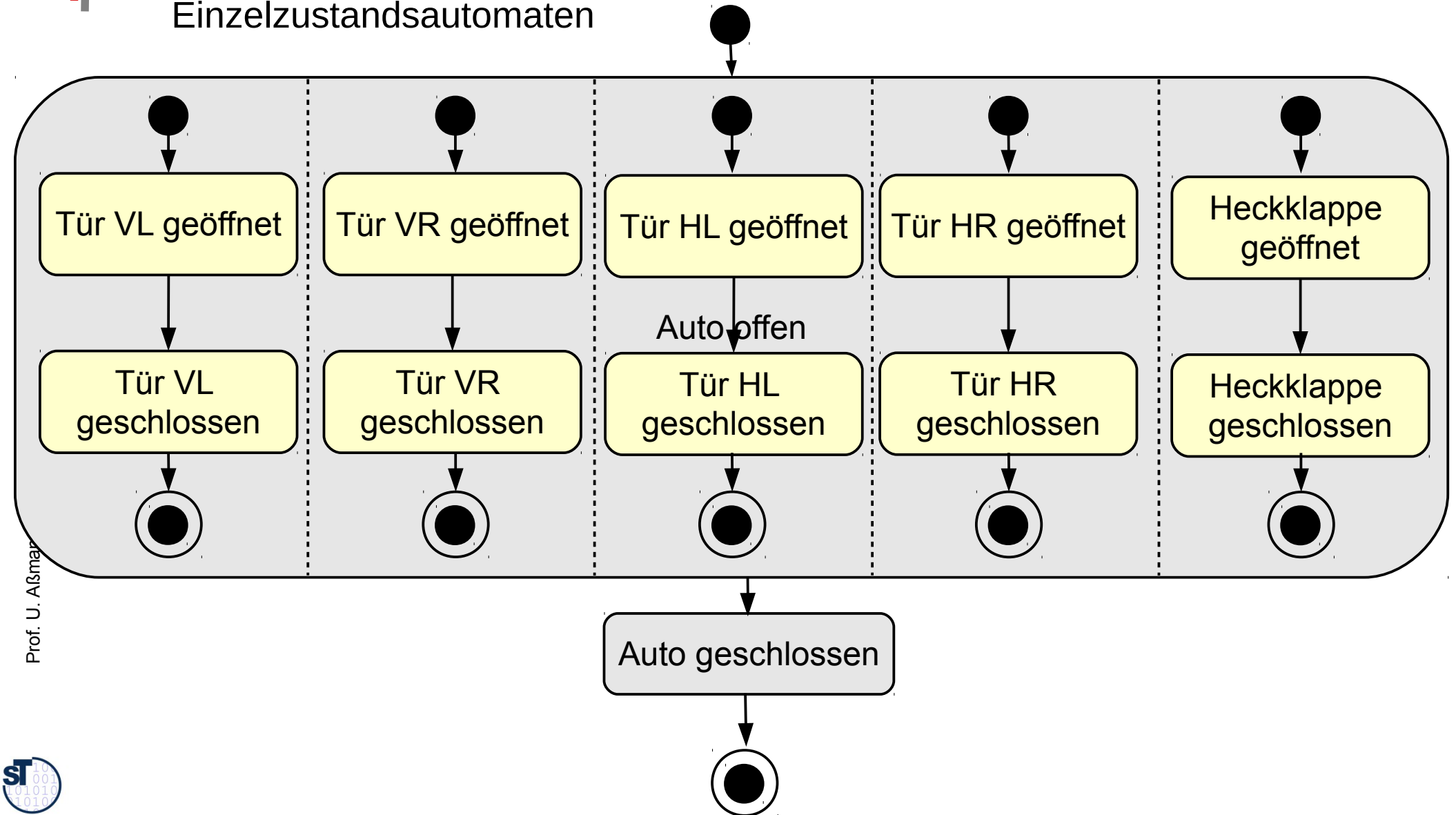
Nebenläufige Teilzustände

- 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).



Türen eines Autos

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

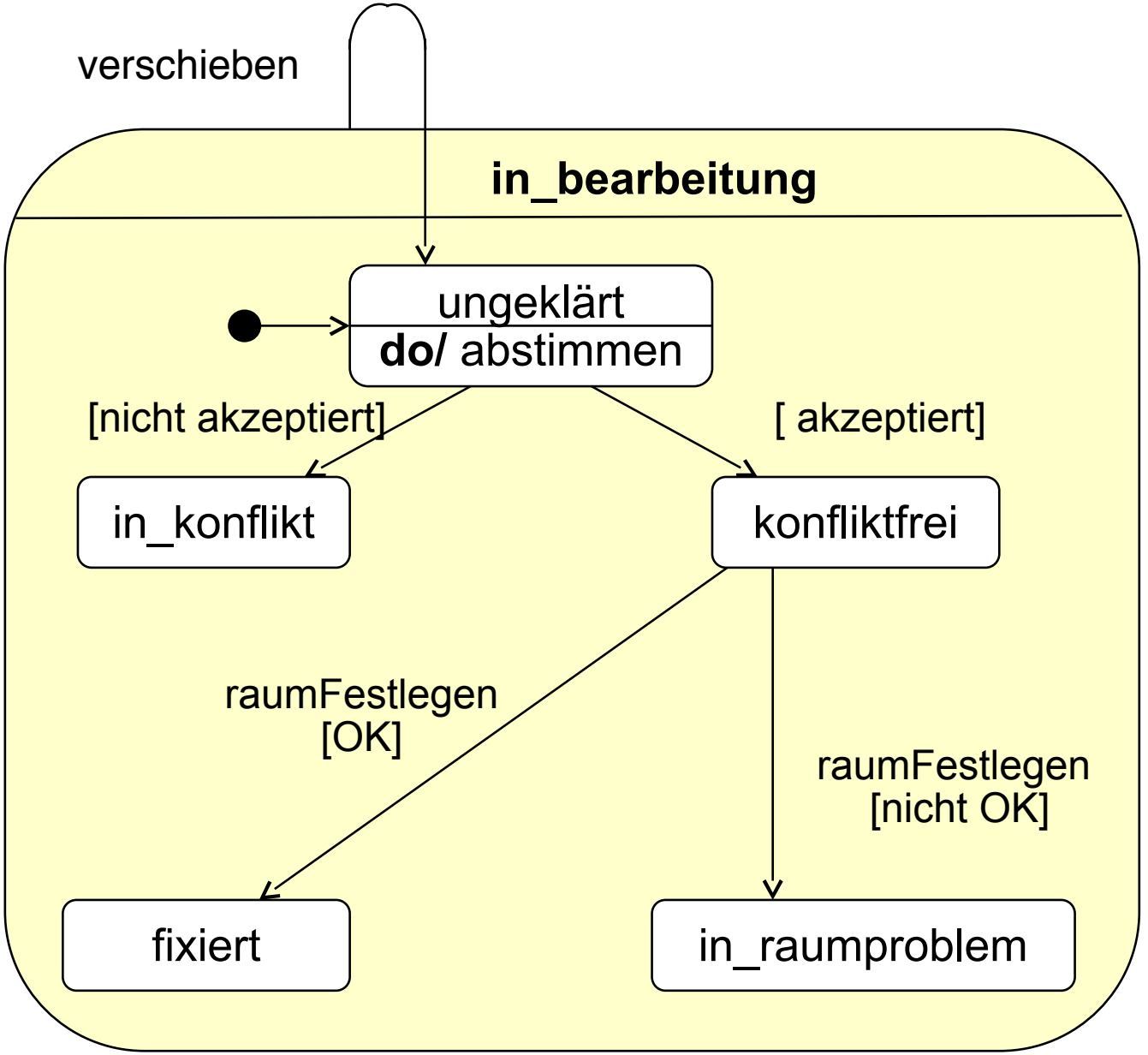


Interne Übergänge

- **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*

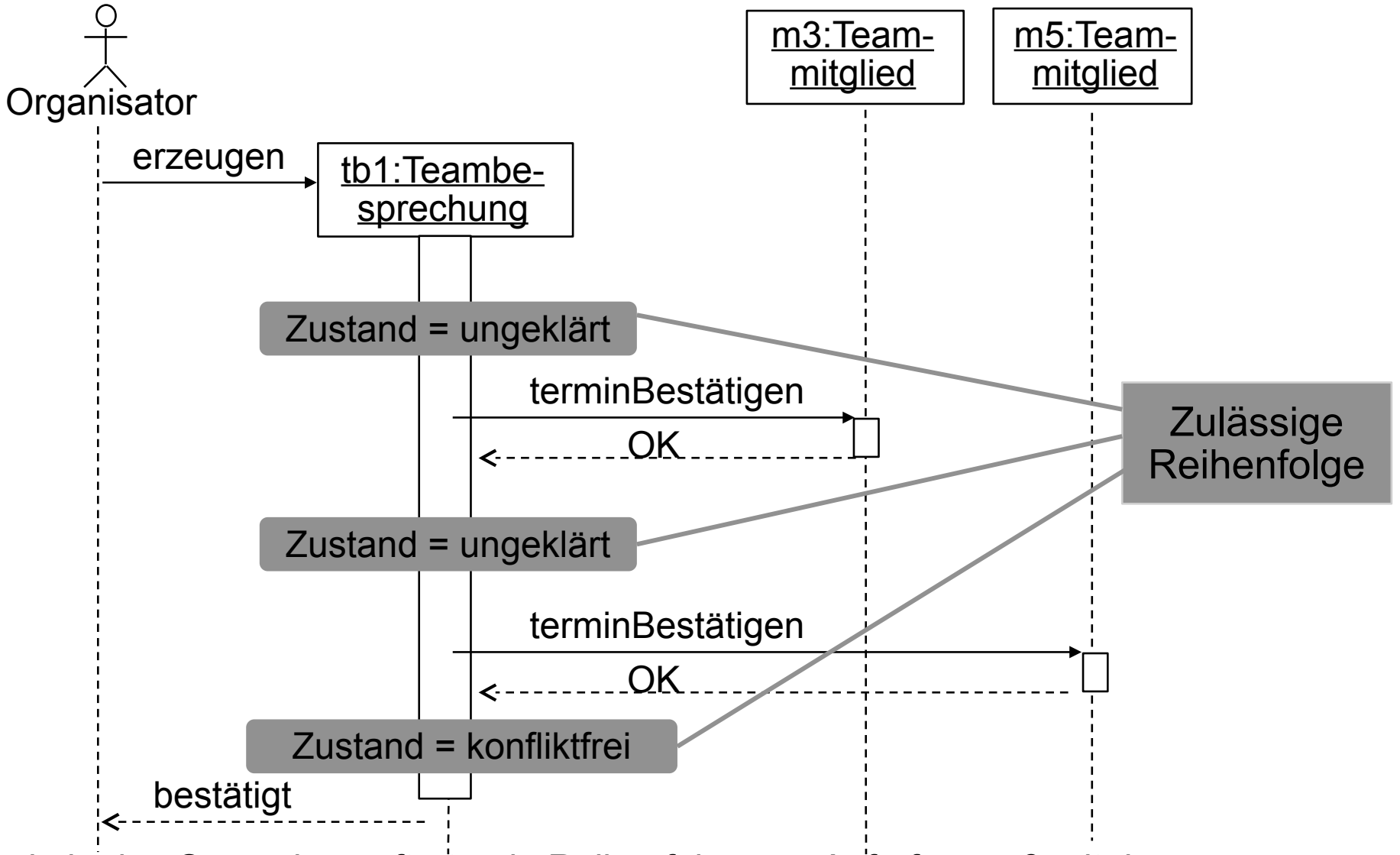
Verschiedene Aktivitäten



Aktivität
"abstimmen"
=
Abstimmung
mit den
Teammitgliedern
per Operation
"terminBestätigen"

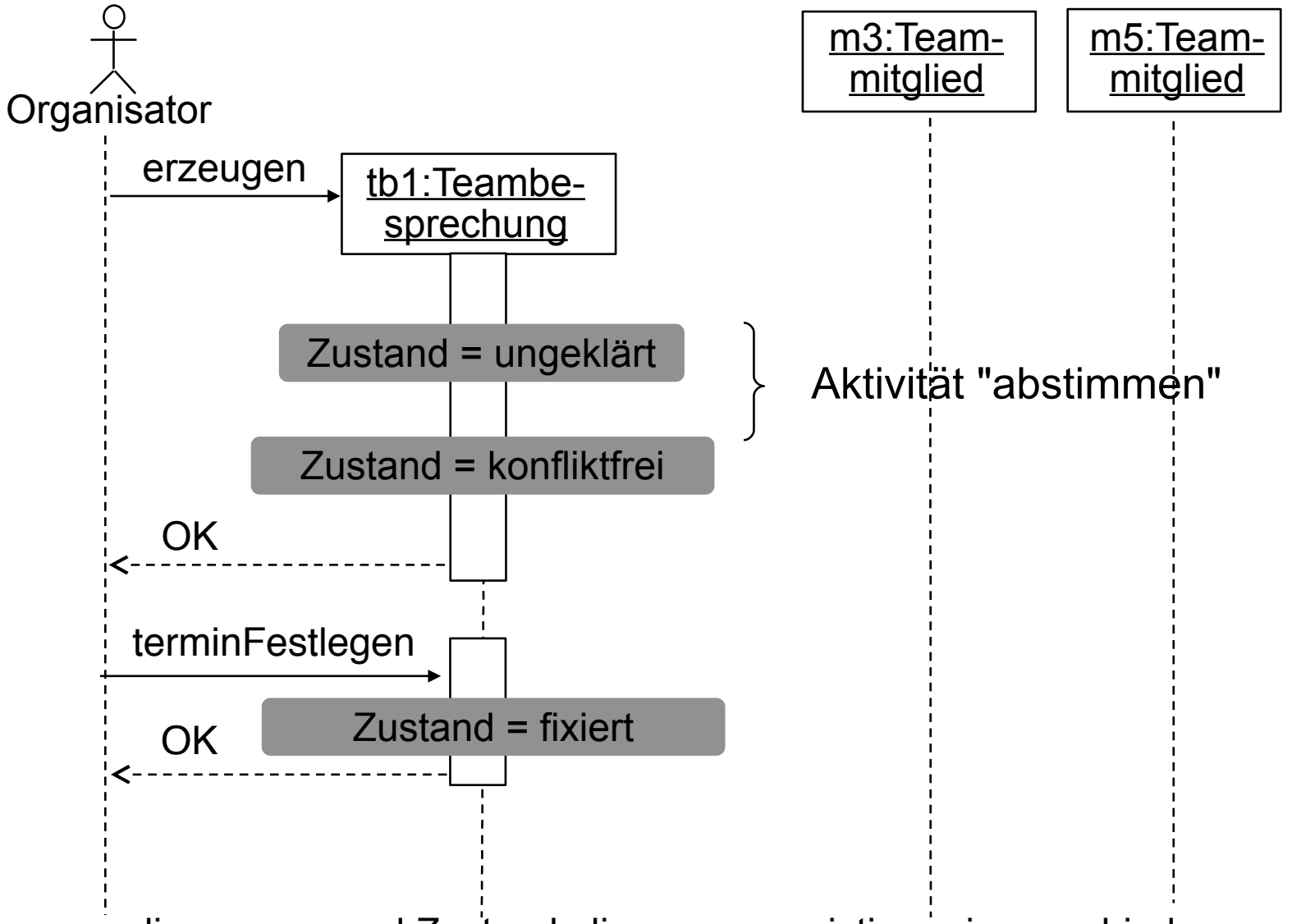
(Modellierbar als
Unterdiagramm *UD*,
d.h. **include** *UD*
anstelle von **do**)

Zusammenhang: Zustandsdiagramm - Sequenzdiagramm (1)



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

Zusammenhang: Zustandsdiagramm – Sequenzdiagramm (2)



Sequenzdiagramme und Zustandsdiagramme existieren in verschiedenen Abstraktionsstufen.

Zustandsmodellierung: Zusammenfassung

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

The End

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