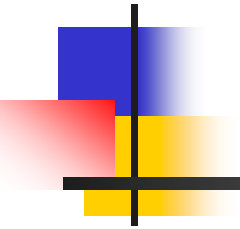
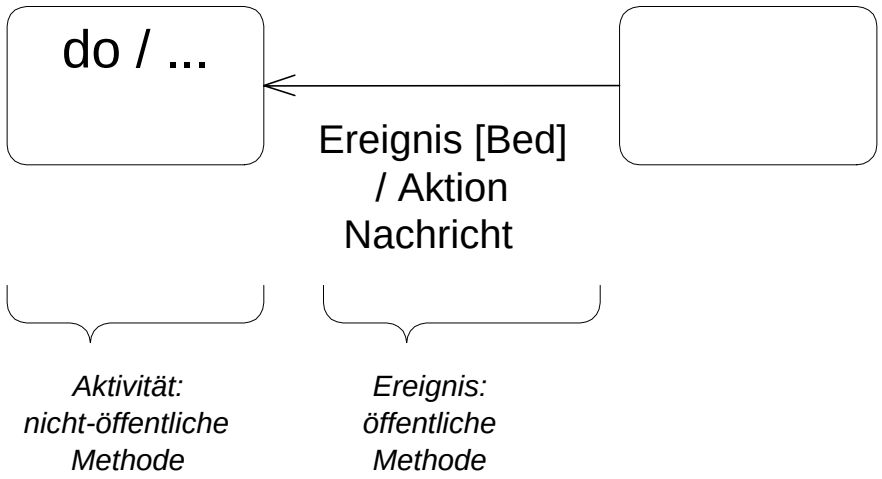


7. Codegenerierung Zustandsdiagramme

von
Prof. Dr. Wolfgang Weber

Umsetzung von Zustandsdiagrammen

- Abbildung auf Attribute, Operationen und Methoden der zugrundeliegenden Klasse



Wann Codierung der Aktionen und Aktivitäten ?

- schon im OOD
- erst nach der Umsetzung (ausfüllen der erzeugten Coderahmen)
- beides

Umsetzung von Zustandsdiagrammen

Sinnvoll:

Auch Rückwärtsabbildung von Code ⇒ OOD

= **„Round-Trip-Engineering“**

Frage: Muss sich ein Objekt seinen Zustand merken?

- Da Zustandsübergänge abhängig vom Zustand sind, muss das Objekt wissen, in welchem aktuellen Zustand es sich befindet.

  => **Abspeicherung des aktuellen Zustandes in zusätzl. Attribut “state“**

  (z.B. realisiert als Aufzählungtyp der Zustandsnamen)

Ablauf beim Eintreffen eines Ereignisses

Prüfung, in welchen Zustand sich das Objekt befindet.

1. **Prüfung, ob dort eine Transition mit diesem Ereignis beginnt.**

   Falls ja:

   - Bedingung der Transition prüfen (erfüllt?)
   - Wenn erfüllt, state-Attribut auf Folgezustand setzen.
   - Aktion der Transition ausführen.
   - Nachrichten der Transition versenden
   - Aufrufen des do-Teils des Folgezustandes.

   Falls nein:

   - Ignorieren des Ereignisses

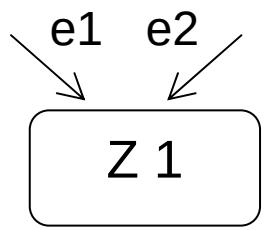
Frage:

- *Warum muss der do-Teil in eine gesonderten Methode ausgelagert sein, warum kann der do-Teil nicht direkt im Rumpf der Ereignismethode programmiert sein?*

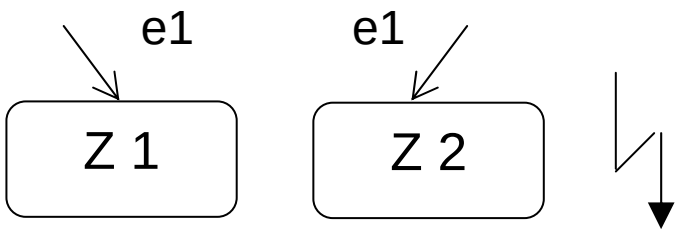
Codegenerierung Zustandsdiagramme

Frage:

- *Warum muss der do-Teil in eine gesonderten Methode ausgelagert sein, warum kann der do-Teil nicht direkt im Rumpf der Ereignismethode programmiert sein?*

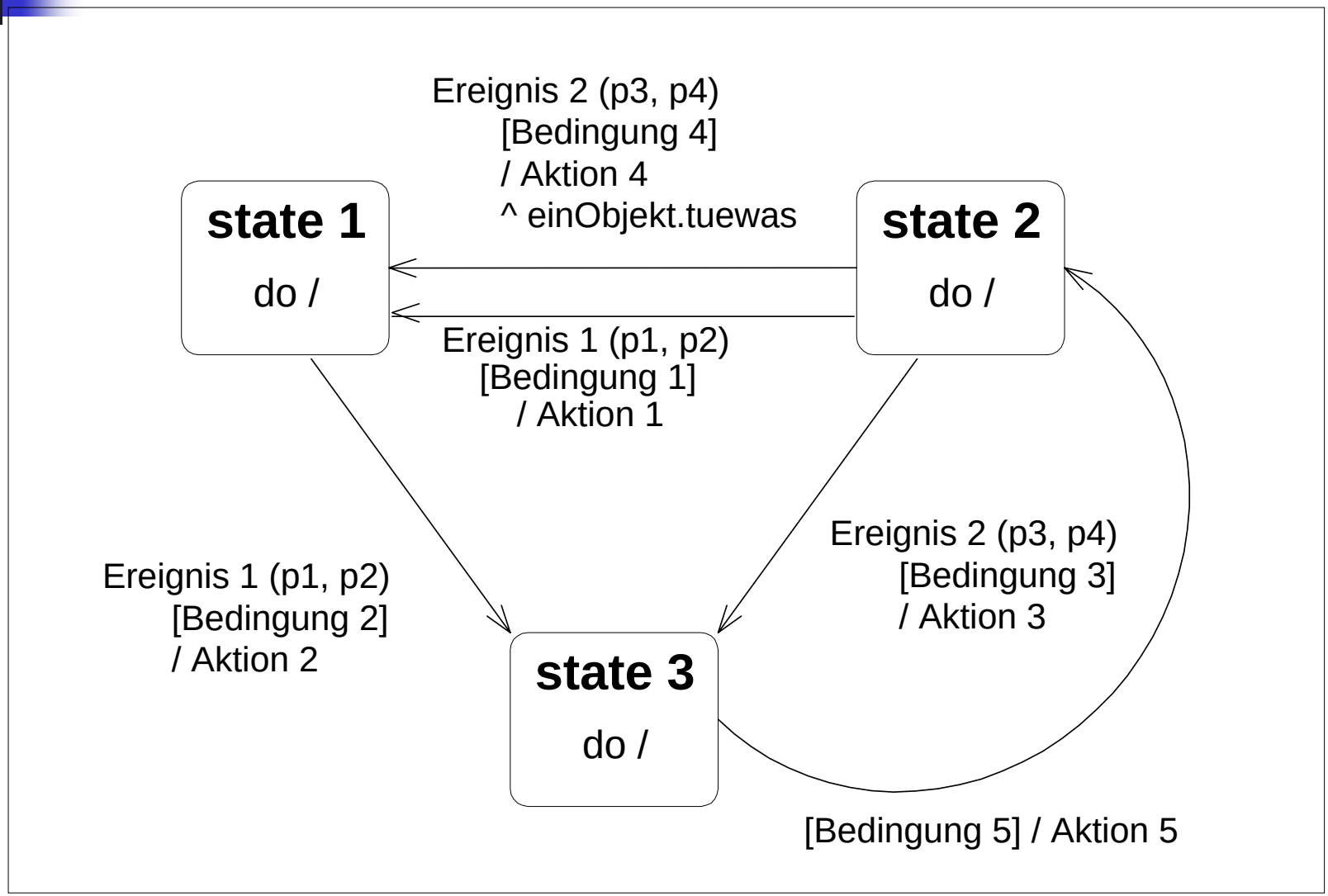


$\Rightarrow$ Code Verdopplung



Ereignis hat keine invariante Reaktion

Codegenerierung Zustandsdiagramme

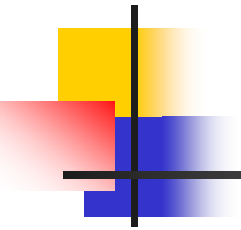


Die Umsetzung in C++

```
virtual void Ereignis1 (anytype p1, anytype p2)
{
    switch (state)
    {
          case s1: if (<Bedingung 2>)
          {
                              state = s3;
                   <Aktion 2>
                              Zustand_s3 (p1, p2);
                   }
                   break;
          case s2: if (<Bedingung 1>)
          {
                   state = s1;
                              <Aktion 1>
                              Zustand_s1 (p1, p2);
                   }
          break;
} // switch
};
```

Die Umsetzung in C++

```
void Ereignis2 (anytype p3, anytype p4)
{
   switch (state)
{
case s2:   if (<Bedingung 3>)
          {
         state = s3;
         <Aktion 3>
         Zustand_s3 (p3, p4);
               }
        else
         if (<Bedingung 4>)
                 {
               state = s1;
               <Aktion 4>
               <Nachricht tuewas an Objekt einObjekt>
               Zustand_s1 (p3, p4);
         }
                  break;
    }  // switch
};
```



Die Umsetzung in C++

Frage:

- Was geschieht in Funktionen
  - `Zustand_s1 (pi, pj);` und
  - `Zustand_s3 (pk, pn);`

Die Umsetzung in C++

```
void Zustand_s1 (anytype pi, anytype pj)
{
   <do-Teil Zustand s1>     // durch Aktivitätendiagramm
                            // definiert und eingebettet
```

Die Umsetzung in C++

```
void Zustand_s3 (anytype pk, anytype pn)
{
   <do-Teil Zustand s3>     // durch Aktivitätendiagramm
                            // definiert und eingebettet
   if (<Bedingung 5>)       // internes bedingtes Ereignis
   {
       state = s2;
       <Aktion 5>
       Zustand_s2 ();
   }
};
```

Die Umsetzung in C++

Frage:

- Wann werden entry- und exit-Teile ausgeführt?

- Die Einbettung des entry-Teils kann durch Einfügen an den Anfang der Funktion `Zustand_si()`erfolgen.
- Die Einbettung des exit-Teils kann durch Einfügen nach der case-Anweisung und einer evtl. abzuprüfenden Bedingung stehen. Falls es sich um einen Zustandsübergang ohne Ereignis handelt, ist der exit-Teil nach der abzuprüfenden Bedingung einzuschieben.

Die Umsetzung in C++

```
void Zustand_s3 (anytype pk, anytype pn)
{
   <entry-Teil>
   <do-Teil Zustand s3>     // durch Aktivitätendiagramm
                            // definiert und eingebettet
   if (<Bedingung 5>)       // internes bedingtes Ereignis
   {
       <exit-Teil des Zustandes s3>
       state = s2;
       <Aktion 5>
       Zustand_s2 ();
   }
};
```

Die Umsetzung in C++

```
virtual void Ereignis1 (anytype p1, anytype p2)
{
    switch (state)
    {
          case s1: if (<Bedingung 2>)
          {
                   <exit-Teil des Zustandes s1>
                            state = s3;
                   <Aktion 2>
                            Zustand_s3 (p1, p2);
                   }
                   break;
          case s3: if (<Bedingung 1>)
          {
                   <exit-Teil des Zustandes s2>
                   state = s1;
                            <Aktion 1>
                            Zustand_s1 (p1, p2);
                   }
          break;
} // switch
};
```

Codegenerierung Zustandsdiagramme

Andere sinnvolle Implementierungsmöglichkeiten:

- Design Pattern ´State´ [GHJV 96]
- Design Pattern ´State Table´ [Douglass 98]

Codegenerierung Zustandsdiagramme

Würden wir das oben beschriebene Vorgehen auch anwenden, wenn wir parallele Threads hätten?

- Das oben beschriebene Vorgehen sequenzialisiert den Ablauf und läuft in einem Thread ab.

Was passiert im oben beschriebenen Vorgehen, wenn mehrere asynchrone Nachrichten von einem Objekt ausgesandt werden?

- Eine Nachricht nach der anderen wird vollständig mit allen Untervezweigungen abgearbeitet.
- Haben wir mehrere Threads zur Verfügung, könnten wir diese Threads parallel abarbeiten.
- Der Ablauf ist dann nicht mehr deterministisch.
- Die zuerst herein kommende Nachricht wird verarbeitet (oder Prioritätenvergabe u. ä.).

Codegenerierung Zustandsdiagramme

- **Parallelität**
- Bei mehreren parallel ablaufenden Threads darf zwischen Abfragen und Setzen des Attributes state kein anderer Thread das state-Attribut lesen und evtl. abhängig davon verändern.
- $\Rightarrow$ erste Veränderung geht verloren!
- So eine Ausführung darf nur hintereinander geschehen:
- $\Rightarrow$ Semaphore muss gesetzt werden.

Codegenerierung Zustandsdiagramme

Die Struktur einer Ereignismethode ändert sich wie folgt:

```
void ereignis (<parameterliste>)
{
   derSemaphore.wait;                        // Beginn des kritischen
   Abschnitts
   if (zustand_aktuell == state)
        if <Bedingung>
        {
                state = zustand_neu;
                <Aktion>
                derSemaphore.signal;      // Ende krit. Abschnitt
                <Zustandsmethode> (<parameterliste>);
        }
};
```

Das Kreieren des Semaphorobjekts erfolgt im Konstruktor der Klasse und wird mit dem Wert 1 initialisiert.