

### **Komponenten ereignisorientierter Simulationsmodelle**

Typischerweise sind in ereignisorientierten Simulationsmodellen die folgenden Komponenten vorzufinden:

- Zustandsvariable: die Menge aller Variablen zur Beschreibung des Systemzustandes zu einem bestimmten Zeitpunkt;
- Simulationsuhr: eine Variable, die den aktuellen Stand der Simulation angibt;
- Ereignisliste: eine Liste mit Zeitpunkt und Typ der geplanten Ereignisse, nach Ereigniszeitpunkten aufsteigend geordnet;

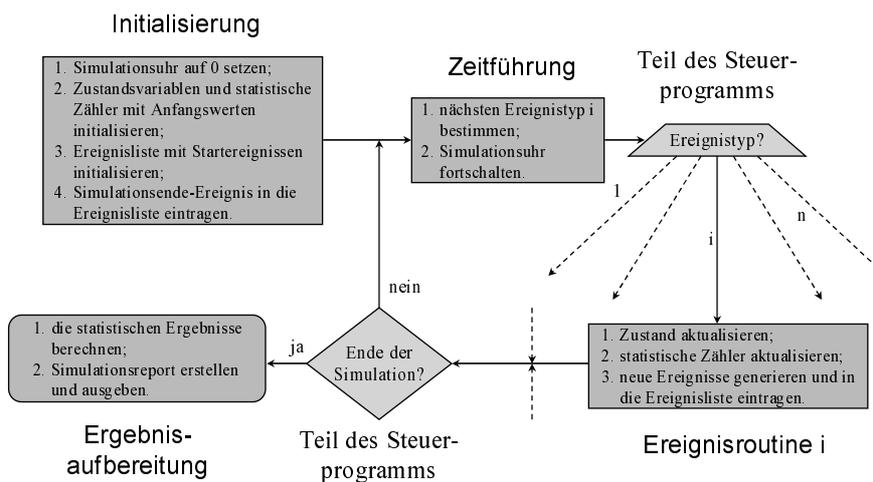
### **Komponenten ereignisorientierter Simulationsmodelle**

- Statistische Zähler: Variablen zur Sammlung der statistischen Ergebnisse des Simulationslaufs;
- Initialisierungsroutine: eine Prozedur zur Initialisierung des Simulationsmodells zum Zeitpunkt 0;
- Zeitführungsroutine: eine Prozedur zur Selektion des nächsten Ereignisses aus der Ereignisliste und Vorstellen der Simulationsuhr auf den nächsten Ereigniszeitpunkt;

### Komponenten ereignisorientierter Simulationsmodelle

- Ereignisroutinen: Prozeduren zur Aktualisierung des Modellzustandes in Abhängigkeit vom jeweiligen Ereignistyp (für jeden Ereignistyp existiert eine Ereignisroutine);
- Ergebnisroutine: eine Prozedur zur Berechnung der statistischen Schätzwerte der Ergebnisvariablen (anhand der statistischen Zähler) und zur Ausgabe des Ergebnisprotokolls am Ende des Simulationslaufs;
- Steuerprogramm: ein Programmteil, der wiederholt die Zeitführungsroutine für die Bestimmung des nächsten Ereignistyps aufruft und die zugehörige Ereignisroutine aktiviert, bis der Simulationslauf beendet ist.

### Prinzipielles Ablaufschema der ereignisorientierten Simulation



### **Abarbeitung ereignisorientierter Simulationsmodelle**

- Die Simulation beginnt zum Zeitpunkt 0 mit dem Aufruf der Initialisierungsroutine durch das Steuerprogramm (Hauptprogramm).
- Die Initialisierungsroutine setzt die Simulationsuhr auf 0, belegt alle Objektattribute entsprechend dem Anfangszustand des Systems, erzeugt ein oder mehrere Startereignisse, die in die Ereignisliste eingetragen werden und besetzt die statistischen Zähler mit Anfangswerten.

### **Abarbeitung ereignisorientierter Simulationsmodelle**

- Neben den Startereignissen wird i.d.R. ein Ereignis vom Typ Simulationseende erzeugt und mit der vorgegebenen Simulationsdauer als zugehörigem Ereigniszeitpunkt vorgemerkt.
- Nach Rückkehr in das Steuerprogramm wird dort die Zeitführungsroutine aktiviert. Diese bestimmt durch Zugriff auf die Ereignisliste (Entnahme des vordersten Ereignisses) das jeweils nächstfolgende Ereignis mit Ereignistyp  $i$  und Ereigniszeitpunkt  $t$  und stellt die Simulationsuhr auf  $t$  vor.

### **Abarbeitung ereignisorientierter Simulationsmodelle**

- Die Kontrolle wird daraufhin an das Steuerprogramm zurückgegeben, das die zugehörige Ereignisroutine i aufruft.
- In einer Ereignisroutine finden typischerweise die folgenden Aktionen statt:
  - Aktualisierung des Systemzustandes gemäß den Erfordernissen des Ereignistyps i;
  - Sammeln von Informationen (Aktualisierung der statistischen Zähler);
  - Erzeugen neuer Ereignisse, Festsetzung ihres Ereigniszeitpunktes und Eintragen in die Ereignisliste, evtl. Löschen von Ereignissen aus der Ereignisliste.

### **Abarbeitung ereignisorientierter Simulationsmodelle**

- Das Eintragen eines neuen Ereignisses in die Ereignisliste (Punkt 3) wird auch als Vormerken oder Ansetzen des Ereignisses bezeichnet.
- Auf Programmebene wird hierfür eine sogenannte Ereignisnotiz erzeugt, die den Typ und den Zeitpunkt des Ereignisses verzeichnet.
- Zusätzlich können die Modellobjekte spezifiziert sein, deren Zustand durch das Ereignis verändert werden soll.

### **Abarbeitung ereignisorientierter Simulationsmodelle**

- Die Ereignisnotiz wird in die Ereignisliste eingetragen.
- Sie repräsentiert ein geplantes Ereignis, das erst dann aktuell stattfindet, wenn die Ereignisnotiz an die vorderste Stelle der Liste gelangt ist und die zugehörige Ereignisroutine aktiviert wird.
- In der üblichen Sprechweise wird jedoch nicht zwischen geplanten und aktuellen Ereignissen differenziert.

### **Abarbeitung ereignisorientierter Simulationsmodelle**

- Wenn eine Ereignisroutine ein neues Ereignis erzeugt und vormerkt, sind zwei Fälle zu unterscheiden:
  - Erstens kann es sich um das nächste Ereignis des gleichen Typs handeln, ohne daß die beiden Ereignisse auf der konzeptuellen Ebene in einer Kausalbeziehung stehen.
    - Dies gilt typischerweise für eine Folge von exogenen An-  
kunftsereignissen (beispielsweise die Ankunft von Kunden  
oder Aufträgen im betrachteten System).
    - Obwohl diese Ereignisse konzeptuell voneinander unabhän-  
gig sind, ist es praktisch, ihre Abfolge im Programm so dar-  
zustellen, daß jedes Ereignis dieses Typs seinen Nachfolger  
erzeugt und vormerkt.
    - Häufig sind nämlich statistische Kennwerte der Zwischen-  
ankunftszeiten solcher Ereignisse bekannt.

### **Abarbeitung ereignisorientierter Simulationsmodelle**

- Zweitens kann es sich um ein Ereignis handeln, das auf der konzeptuellen Ebene vom aktuellen Ereignis kausal abhängig ist.
  - Beispielsweise kann der Beginn der Bedienung eines Kunden (Auftrags) als kausale Folge seines Eintretens in einen Laden (Bedienstation) betrachtet werden.
- Das Vormerken eines neuen Ereignisses als Operation auf Programmebene besitzt also zwei unterschiedliche Interpretationen auf der konzeptuellen Ebene.

### **Abarbeitung ereignisorientierter Simulationsmodelle**

- Nach Ausführung der Ereignisroutine erfolgt im Steuerprogramm gemäß einer vorgegebenen Abbruchbedingung die Prüfung, ob die Simulation beendet werden soll.
- Die Abbruchbedingung kann sich sowohl auf ein Ereignis vom - hierfür speziell vorgesehenen - Typ Simulationsende als auch auf eine vorgegebene Simulationsdauer beziehen.

### **Abarbeitung ereignisorientierter Simulationsmodelle**

- Ist die Bedingung erfüllt, also das Ende der Simulation erreicht, so wird die Ergebnisroutine aufgerufen, welche die Abschlußarbeiten (Berechnung der statistischen Schätzwerte der Ergebnisvariablen, Reportgenerierung) durchgeföhrt.
- Andernfalls wird der Ablauf mit dem erneuten Aufruf der Zeitföhrroutine fortgesetzt.

### **Abarbeitung ereignisorientierter Simulationsmodelle**

Eine Computeranimation zur Abarbeitung ereignisorientierter Simulationsmodelle ist unter

[http://goethe.ira.uka.de/people/syrjakow/mod\\_vorlesung/seiten/modvorl.html](http://goethe.ira.uka.de/people/syrjakow/mod_vorlesung/seiten/modvorl.html)

zu finden.