

Simulationsprojekte im Informatikunterricht

Dr. Henry Herper

Otto-von-Guericke-Universität Magdeburg
Institut für Simulation und Graphik

Lehrertag, 02.03.2005

Struktur der Rahmenrichtlinie

SJG 10

Grundlagen der
Informationstechnik

Projektarbeit unter
Nutzung von
Standardsoftware

Informatik und
Gesellschaft

Computer-
Netzwerke

SJG 11

Algorithmen-
strukturen
und ihre
Implementierung

Datenstrukturen

Informatisches
Modellieren

SJG 12

Wahlthema

Projektarbeit zur
Software-
entwicklung

Struktur der Rahmenrichtlinie

SJG 10

Grundlagen der
Informationstechnik

Projektarbeit unter
Nutzung von
Standardsoftware

Informatik und
Gesellschaft

Computer-
Netzwerke

SJG 11

Algorithmen-
strukturen
und ihre
Implementierung

Datenstrukturen

Informatisches
Modellieren

SJG 12

Wahlthema

**Projektarbeit zur
Software-
entwicklung**

Ziele des Themas (ZRW 26 Stunden)

Die Schülerinnen und Schüler

- können **geeignete Abstraktionstechniken** zur Erstellung von Simulationsmodellen anwenden,
- erkennen, dass ein **Modell einen Ausschnitt aus der realen Welt** entsprechend des gewählten Abstraktionsniveaus beschreibt,
- erfahren den **Erkenntnisgewinn durch Analogieschlussverfahren** am Beispiel von Simulationsexperimenten mit diesen Modellen,

Ziele des Themas

Die Schülerinnen und Schüler

- erlernen den **Umgang mit einer Simulationssprache** bzw. einem Simulationswerkzeug und sind in der Lage, einfache Computermodelle selbst zu implementieren,
- erlernen **Methoden der Visualisierung von Resultaten**,
- sind in der Lage, **Resultate** eines Simulationslaufes und einer Simulationsstudie **verbal zu interpretieren und kritisch zu bewerten**.

Modellfindung

Auswahl und Beschreibung eines Bediensystems

- Auswahl eines Bediensystems aus dem Erfahrungshorizont der Schüler, zum Beispiel Dienstleistungsbetrieb, Supermarkt, Tankstelle
- Wachstumsmodelle als Beispiel für kontinuierliche Modelle
- verbale Beschreibung des realen Systems
- Auftrag zur Datenerhebung
- Definition des Ziels der Simulationsstudie, zum Beispiel Untersuchung von Strategien

Entwicklung des abstrakten Modells

Der Anfang einer Simulationsstudie bildet die **Problemdefinition**. Sie sollte möglichst gründlich durchgeführt werden. In dieser Phase werden die zu **untersuchenden Fragestellungen und zu erreichenden Ziele** festgelegt.

Vorbereitung einer Simulationsstudie

Für die Erstellung von Modellen und die anschließende Durchführung von Simulationsexperimenten ist es notwendig, dass die Schüler das zu **modellierende reale System kennen** und die **darin ablaufenden Prozesse verstehen**. Weiterhin ist es zweckmäßig, wenn das reale System zur Analyse zur Verfügung steht bzw. eine multimediale Systembeschreibung vorhanden ist.

Daher sind für die Modellierung von diskreten Systemen klein Bediensysteme geeignet.

Simulation einer Straßenbahn-Baustelle

Aufgrund von Bauarbeiten muss ist ein Abschnitt einer Straßenbahnlinie nur einspurig befahrbar.

Es ist eine Strategie zur Verkehrsregelung zu finden, die möglichst minimale Wartezeiten verursacht.

Simulation einer Straßenbahn-Baustelle



Simulation einer Straßenbahn-Baustelle – empirische Daten

Richtung O->N			Richtung N->O		
Ankunftszeitpunkt	Abst.-NF in min	Abstand NF in s	Ankunftszeitpunkt	Abst.-NF in min	Abstand NF in s
12:50:10	00:02:03	123			
12:52:13	00:00:55	55			
12:53:08	00:02:39	159			
12:55:47	00:02:17	137	12:56:36	00:00:45	45
12:58:04	00:03:21	201	12:57:21	00:00:56	56
13:01:25	00:01:39	99	12:58:17	00:00:49	49
13:03:04	00:00:15	15	12:59:06	00:03:07	187
13:03:19	00:00:24	24	13:02:13	00:01:28	88
13:03:43	00:01:54	114	13:03:41	00:04:34	274
13:05:37	00:04:47	287	13:08:15	00:00:42	42
13:10:24	00:01:36	96	13:08:57	00:00:47	47
13:12:00	00:01:17	77	13:09:44	00:02:53	173
13:13:17	00:02:25	145	13:12:37	00:00:38	38
13:15:42	00:03:21	201	13:13:15	00:04:22	262
13:19:03	00:01:28	88	13:17:37	00:00:53	53
13:20:31	00:01:02	62	13:18:30	00:00:41	41
13:21:33	00:02:36	156	13:19:11	00:00:11	11
13:24:09	00:00:45	45	13:19:22	00:02:03	123
13:24:54	00:05:43	343	13:21:25	00:06:56	416
13:30:37			13:28:21	00:02:12	132
			13:30:33		
Maximum		343,00			416,00
Minimum		15,00			11,00
Mittelwert		127,74			119,06
Standardabweichung		85,22			114,11

Simulation einer Straßenbahn-Baustelle – empirische Daten

Für das Durchfahren der Baustelle wurden folgende empirischen Daten ermittelt:

- Ost-Nord-Richtung 35 ± 4 Sekunden
- Nord-Ost-Richtung 34 ± 4 Sekunden

Mindestabstand der Bahnen:

- 10 Sekunden zwischen 2 Bahnköpfen

Erstellen einer formalen Ablaufbeschreibung

In der formalen Systembeschreibung erfolgt eine **Zuordnung** der abstrahierten **Komponenten des realen Systems** zu den **Modellelementen des abstrakten Modells**.

Die formale Systembeschreibung erfolgt in der Regel schon unter Einfluss der Werkzeugeigenschaften, die für die Implementierung des Computermodells ausgewählt wurden. Für Bedienungsmodelle stehen z.B. die Elemente Quelle, Bedieneinrichtung, Speicher, Verzweigung und Senke zur Verfügung. Für die dynamischen Systemkomponenten werden Forderungen verwendet.

Die Zuordnung der Systemkomponenten zu den Modellelementen **erfordert Erfahrung** und sollte daher unter Anleitung des Lehrenden erfolgen. **Anschließend werden für die Modellelemente die Parameter festgelegt**.

Modellimplementierung

Die Phase der Modellerstellung wird auch als **Modellimplementierung** bezeichnet.

Das zu erstellende Simulationsmodell (Computermodell) soll das System mit einer für die Zielstellung ausreichenden Genauigkeit nachbilden. Dazu wird das abstrakte Modell in ein lauffähiges Computerprogramm überführt.

Der erste Schritt besteht in der Wahl eines geeigneten Simulators oder einer Simulationssprache. Neben dem Einsatzgebiet ist die verfügbare Hard- und Software für die Wahl des Simulators mit entscheidend. Vielfach wird ein Simulator gewählt, der schon Basisalgorithmen für die gewünschte Problemstellung enthält.

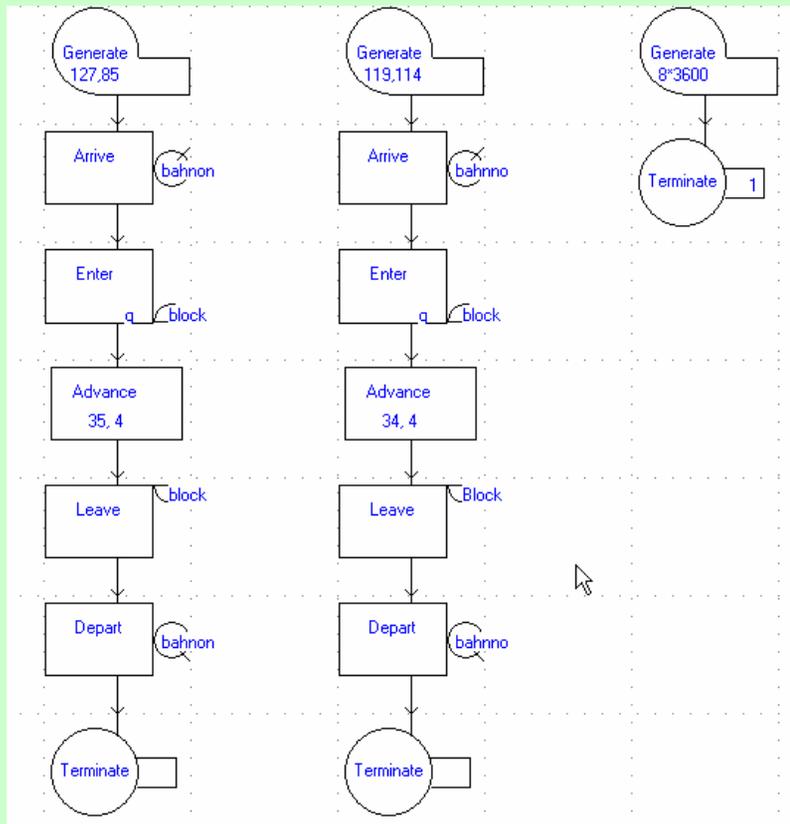
Entwicklung des Simulationsmodells

Für die Übertragung des abstrakten Modells stehen verschiedene Werkzeugklassen zur Verfügung. Die einfachste Form ist, die Anwendung einer höheren Programmiersprache. Diese kann nur für sehr kleine Systeme und bei guter Beherrschung der Programmiersprache angewendet werden.

Geeigneter zur Implementierung ist eine Simulationssprache oder ein entsprechender bausteinorientierter Simulator.

Simulation einer Straßenbahn-Baustelle – WinGPSS-Implementierung

Blocksymbole



Quelltext

```

simulate 10
block capacity 1
generate 127,85
arrive bahnon
enter block,q
advance 35,4
leave block
depart bahnon
terminate
generate 119,114
arrive bahno
enter block,q
advance 34,4
leave Block
depart bahno
terminate
generate 8*3600
terminate 1
start 1
end
    
```

WinGPSS

Straba2

Modellvalidierung

Ist ein Modell für einen abgegrenzten Bereich verifiziert, so kann die Validierung dieses Modells durchgeführt werden.

Validierung ist bei Bohn definiert als "**Vergleich der Ergebnisse eines verifizierten Modells, mit verfügbaren Informationen, die sich auf das korrespondierende Verhalten des simulierten Systems beziehen.**"

Experimentplanung

Varianten der Simulationsexperimente werden in der Regel durch **Variation der Eingabedaten** erreicht. Daraus entstehen Experimentserien.

Auch **Variationen des Simulationszeitraumes** sollten untersucht werden. Es ist dabei günstig nur jeweils einen Parameter zu verändern, um die Zuordnung Ursache - Wirkung realisieren zu können.

Experimentplanung

Eine Möglichkeit besteht im **Experimentieren durch Variation der Parameter der Modellelemente**, eine zweite Möglichkeit besteht in der **Modellerweiterung oder Modellumgestaltung**. Enthalten Simulationsmodelle stochastische Komponenten, so sind mit jedem Parametersatz ausreichend viele Simulationsläufe durchzuführen.

Schwerpunkt des gezielten Experimentierens mit dem Simulationsmodell ist die Auswertung der Resultate eines Simulationslaufes und die Ableitung der möglichen Parameterveränderungen für den nächsten Simulationslauf. Dieses Experimentieren erfordert ein umfassendes Verständnis des Systems und Erfahrungen, welche Modellveränderungen welche Resultate erwarten lassen.

Ergebnispräsentation

Die **Auswertung** der Simulationsstudie erfolgt immer **im Bezug auf die gegebene Aufgabenstellung**. Dazu sind die entsprechenden Beurteilungskriterien zu formulieren.

Ein Vergleich aller ermittelten Ergebnisse ermöglicht Rückschlüsse über die Einflüsse der regelbaren Variablen auf die Zielvariablen.

Die Ergebnisse müssen so aufbereitet werden, dass sie für die Zielgruppe verständlich und überzeugend sind. Es erweist sich als günstig, wenn die Resultate in D-Mark präsentiert werden.

Ergebnispräsentation

Bei der Präsentation der Simulationsstudie sollten keine unerwarteten Resultate vorgestellt werden, da die Durchführung der Simulationsstudie immer in Zusammenarbeit zwischen Entwickler und Kunde realisiert werden sollte. Folgende Schwerpunkte sollten präsentiert werden:

- Welche Eingabegrößen wurden verwendet?
- Welche Problemstellungen wurden gelöst?
- Welche Methodik wurde zur Problemlösung verwendet?
- Worin bestehen die Vorteile (und ggf. Nachteile) der präsentierten Lösung?
- Welche Alternativen bestehen zur gefundenen Lösung?