

Vorlesung Modellierung und Simulation

KAPITEL 1: EINFÜHRUNG UND GRUNDBEGRIFFE

G L I E D E R U N G

- 1.1 Systemanalyse und Systemtheorie**
- 1.2 Systeme**
- 1.3 Vom System zum Modell**
- 1.4 Simulation**
- 1.5 Modellbildungszyklus**
- 1.6 Anwendungsfelder der Simulation**

Vorlesung Modellierung und Simulation

• KAPITEL 1: EINFÜHRUNG UND GRUNDBEGRIFFE

Literatur

- J. Kosturiak, M. Gregor:**
Simulation von Produktionssystemen.
Springer Verlag, Wien-New York 1995, Kap. 1 + 2
- L. Oakshott:**
Business Modelling and Simulation.
Pitman Publ., London 1997, Kap. 1, 2 + 6
- B. Page:**
Diskrete Simulation - Eine Einführung mit Modula-2.
Springer-Lehrbuch, Berlin-Heidelberg 1991, Kap. 1

1. Einführung und Grundbegriffe

1.1 Systemanalyse und Systemtheorie

- **Systembegriff als Ausgangspunkt**

- **System** =

- Ausschnitt aus der Gesamtmenge von Objekten und Beziehungen

- Systeme häufig **komplex** und nicht leicht durchschaubar

- **Systemanalyse**

- = Systematische, im Sinne einer Ganzheitsbetrachtung über die Grenzen der Wissenschaftsdisziplinen hinausgreifende Analyse

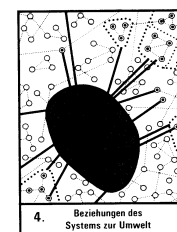
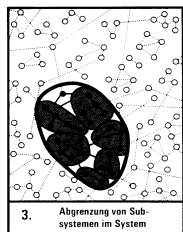
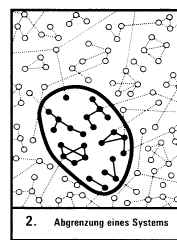
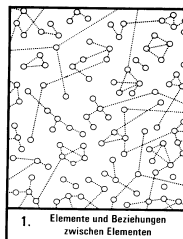
- » Erforschung des Verhaltens von Systemen gegenüber menschlichen Eingriffen und Gestaltungswünschen

- » Analyse des Systemverhaltens über die Zeit

- » weitgehende Verwendung mathematisch-quantitativer Modelle

1.1 Systemanalyse und Systemtheorie

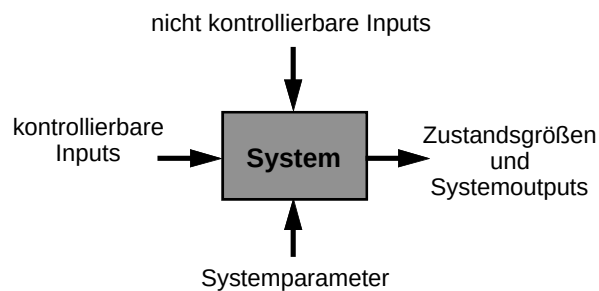
Abgrenzung komplexer Systeme



1.1 Systemanalyse und Systemtheorie

- **Ziel der Systemanalyse**

= Bereitstellung von umfassenden Informationen für Entscheidungsträger über die mit ihren Handlungsmaximen und Handlungsalternativen verbundenen Konsequenzen



1.1 Systemanalyse und Systemtheorie

Fragestellungen	System-inputs	System-parameter	(angestrebte) Systemzustän und -outputs
Systemanalyse	gegeben	gegeben	gesucht
Lenkung von Systemen	gesucht	gegeben	gegeben
Systemgestaltung	gegeben	gesucht	gegeben

Einzelne Fragestellungen des Systemansatzes

- **Untersuchung nicht am System selbst, sondern an einem Modell**
 - Modelle mit wesentlichen Eigenschaften des realen Systems
- **Theoretisches Gerüst der Systemanalyse = Systemtheorie**

1.1 Systemanalyse und Systemtheorie

- **Systemtheorie**
- **Ziel der Systemtheorie =**
 - Erkennung und Erforschung der Prinzipien für alle möglichen Systeme in den unterschiedlichen wissenschaftlichen Disziplinen und deren Verallgemeinerung
- **Zerlegung von Systemen**
 - System S zerlegt in Menge $\Sigma = \{O_1, O_2, \dots, O_n\}$
 - Teilsysteme $\implies$ Hierarchie der Systeme
 - Elemente / Objekte mit Interaktionen zwischen diesen

1.2 System

- **System =**
Anzahl in Beziehung stehender Teile, die zu einem gemeinsamen Zweck miteinander interagieren
- **Elemente / Objekte eines Systems =**
Nicht weiter unterteilbare Komponenten des Systems
- **Eigenschaften / Attribute eines Objektes / System =**
Werte der Zustandsvariablen
- **Systemzustand =**
Menge der Werte der Zustandsvariablen zu einem bestimmtem Zeitpunkt

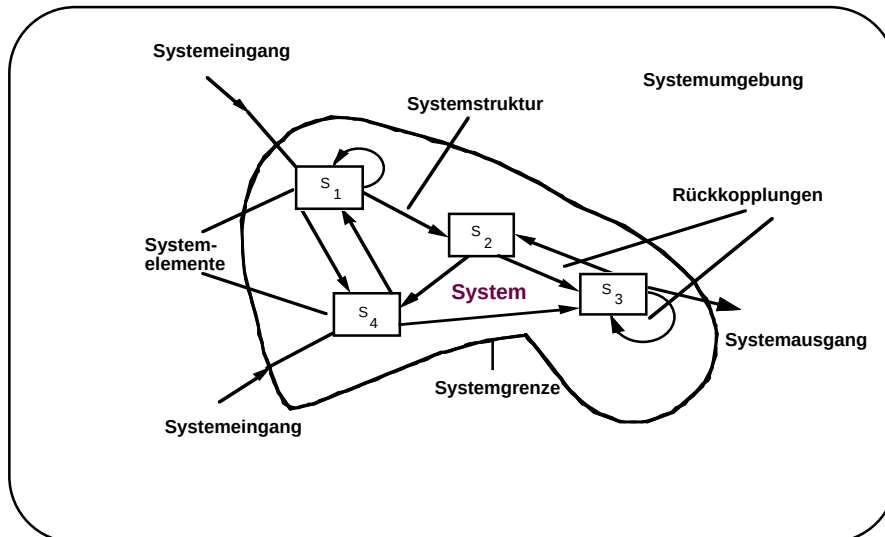
Systembegriffe

- **Systemverhalten**
= Zustandsfolgen
- **Systemkomplexität**
= Anzahl Elemente / Beziehungen
- **Offene / geschlossene Systeme**
 - **Offen:** Mindestens eine Interaktionsbeziehung mit umgebendem System
Durchlässige Systemgrenze
 - **Geschlossen:** Keine Interaktion mit Systemumgebung

Systembegriffe

- **Beispiele für offene und geschlossene Systeme**
 - Fabrik als *offenes System* mit Systemeingängen Rohstoffe, Aufträge, Energie und Ausgängen Produkte und Abfälle
 - Aquarium oder ökologische Miniwelt Biosphere II in den USA als *geschlossene Systeme*
 - Durch Ausweitung der Systemgrenzen der Fabrik Umwandlung eines offenen in ein geschlossenes System:
- **Statische / dynamische Systeme**
 - Berücksichtigung des Verhaltens der Systeme über die Zeit
- **Kybernetische / nicht-kybernetische Systeme**
 - Berücksichtigung von Rückkopplungen zwischen Systemelementen

Übersicht: Grundlegende Systembegriffe



Prof.Dr.-Ing. Bernd Page, FB Informatik

- 11 -

VL Modellierung und Simulation WS 98/99

1.3 Vom System zum Modell

- **Modellierung beginnt de facto mit der Betrachtung des Systems**
 - Keine Betrachtung ohne (indiv. verschied.) **Abstraktionsprozeß**
- **Betrachtung von Systemen:**
 - Subjektivität der Sicht des Betrachters
 - Systeme evtl. nicht "greifbar"/ physikal. existent
 - Systemgrenzen häufig "diffus"
 - Verhalten der System-Umgebung (Umwelt) oft a priori unklar
- **Angemessene Sicht :**
"More an Art, than a Science !" (?)

Prof.Dr.-Ing. Bernd Page, FB Informatik

- 12 -

VL Modellierung und Simulation WS 98/99

Vom System zum Modell

- Randbedingungen der Modellierung:
- Es gibt nicht das richtige Modell, sondern nur ein angemessenes / adäquates Modell
- Modellierung/ Modelle kein Selbstzweck !
- Streben nach Einfachheit von Modellen
- Simple / Small is beautiful

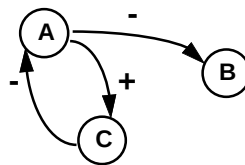
Vom System zum Modell: - Grafische Techniken der Modellierung -

- **Vorgehensweise bei der Modellierung**
 - Zum Aufbau des Modell eines realen Systems müssen relevante Elemente und sämtliche Beziehungen bzw. Wechselwirkungen zu anderen Elementen dieses Systems identifiziert werden !
- **Modellierungsunterstützung durch grafische Techniken**
 - Grafische Techniken helfen im erheblichen Masse beim Verständnis der Zusammenhänge in dynamischen Systemen
 - Grafische Darstellungen besitzen Kommunikationsfunktion
- **Typische grafische Notationen in der Modellierung**
 - Kausaldiagramme
 - Blockdiagramme unterschiedlichen Typs

Grafische Techniken der Modellierung

• Kausaldiagramme

- Bezeichnung der Richtung der gegenseitigen Beeinflussung von Zustandsvariablen innerhalb eines Systems.
- Notation:
 - » Kreise bezeichnen dabei die einzelnen Variablen, während die Pfeile die Richtung der Ursache-Wirkungs-Zusammenhänge angeben.
 - » Die Beeinflussungstendenz wird durch + oder - angegeben



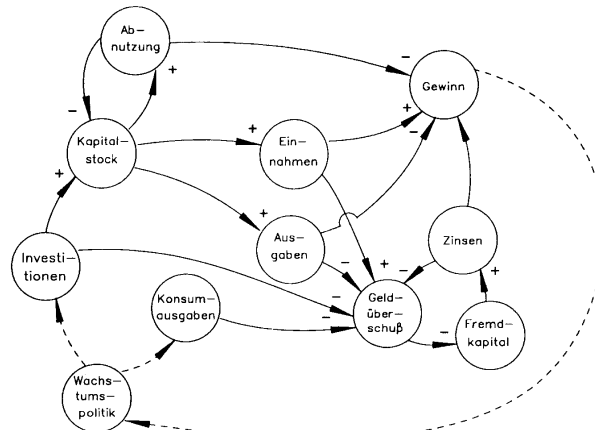
Grafische Techniken der Modellierung

• Kausaldiagramme

- Visualisierung von Rückkopplungsschleifen
- **Rückkopplungsschleifen** als wichtige Elemente in dynamischen Systemen
- Treten in komplexen Systemen sowohl positive als auch negative Rückkopplungsschleifen auf, die noch untereinander verknüpft sind, können sich ihre Wirkungen gegenseitig aufheben, so daß Gleichgewichtszustände erreicht werden.

Grafische Techniken der Modellierung - Kausaldiagramme -

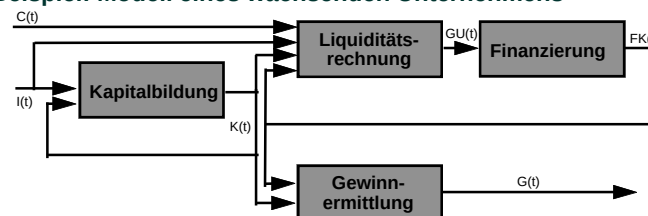
• Beispiel: Modell eines wachsenden Unternehmens



Grafische Techniken der Modellierung

• Funktionale Blockdiagramme

- Zusammenfassung verschiedener Ursache-Wirkungs-Zusammenhänge zu Blöcken für Transformationsprozesse in einem Modell
- Zumeist repräsentiert jeder dieser Blöcke eine Gleichung des späteren mathematischen Modells.
- **Beispiel: Modell eines wachsenden Unternehmens**



Grafische Techniken der Modellierung

• Funktionale Blockdiagramme

- Stärkere Systematisierung der Zusammenhänge eines Systems bzgl. der mathematischen Formulierung als Kausaldiagramme
- Erhöhung der Übersichtlichkeit durch Aggregation der Beziehungen zu Transformationsblöcken
- Jedoch Informationsverlust über Beeinflussungsrichtung

• Exakte Blockdiagramme

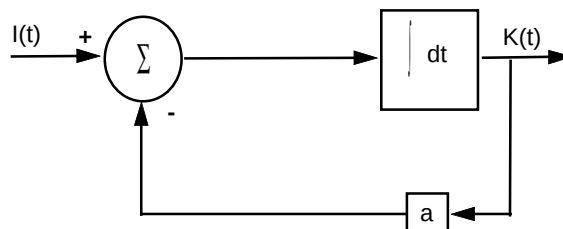
- Präziseste Form der grafischen Darstellung
- Abbildung auch der Art der erfassten Transformationsprozesse
- Vom Informationsgehalt her identisch mit den mathematischen Modellgleichungssystemen

Grafische Techniken der Modellierung

• Funktionale Blockdiagramme

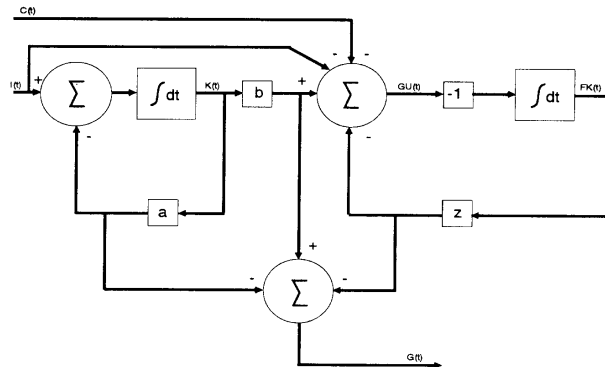
- Beispiel: Mathematischen Modellgleichung in grafischer Form

$$\frac{dK}{dt} = I(t) - aK(t)$$



Grafische Techniken der Modellierung

- Beispiel für exakte Blockdiagramme: Wachsendes Unternehmen



Prof.Dr.-Ing. Bernd Page, FB Informatik

- 21 -

VL Modellierung und Simulation WS 98/99

Grafische Techniken der Modellierung

Symbole der exakten Blockdiagramme

Bedeutung	Symbolform	Gleichungsform
Summation		$O(t) = I_1(t) + I_2(t) - I_3(t)$
Multiplikation		$O(t) = I_1(t) I_2(t) I_3(t)$
Division		$O(t) = \frac{I_1(t)}{I_2(t)}$
Multiplikation mit einem Skalar		$O(t) = a I(t)$
Integration		$O(t) = O(0) + \int_0^t I(\tau) d\tau$ oder in Differentialgleichungsform: $\frac{dO}{dt} = I(t)$
Differentiation		$O(t) = \frac{dI}{dt}$

Prof.Dr.-Ing. Bernd Page, FB Informatik

- 22 -

VL Modellierung und Simulation WS 98/99

Grafische Techniken der Modellierung

• Vorteile der exakten Blockdiagramme

- Verdeutlichung der Verflechtungsstrukturen der Variablen in anschaulicher Form
- Direkte Übertragung in mathematische Gleichungssysteme möglich
- Unterstützung der schnellen Erkennung von Rückkopplungsschleifen

• Nachteile

- Bei sehr umfangreichen Modellen ähnliche Unübersichtlichkeit wie mathematische Gleichungssysteme
- Keine Hierarchisierungsmöglichkeiten

Grafische Techniken der Modellierung

• GPSS-Blockdiagramme

- GPSS = General Purpose Simulation System
- Klassische Simulationssprache vor allem für Bedienungssysteme
- Spezielle grafische Notation in Form von Blockdiagrammen
- Jedes Symbol lässt sich in GPSS-Programmbefehl umsetzen
- Grafische Modellierung ohne Programmierung in neueren Versionen möglich
- Beispiel eines einfachen Bedienungssystems in GPSS-Blockdiagrammnotation