

Was ist ein System ?

Definition

Ein **System** ist ein nach bestimmten Gesichtspunkten abgegrenzter Bereich der objektiven Realität sowie jedes seiner *Abbilder* (**Modelle**). Der nicht zum System gehörende Teil heißt *Umwelt* (**Umgebung**). System und Umwelt werden durch den *Systemrand* (**Schnittstelle**) voneinander getrennt.

Ein System ist aus kleineren Einheiten, den **Elementen**, zusammengesetzt. Zwischen den Elementen können *Beziehungen* (**Relationen**) bestehen. Ebenso bestehen Beziehungen zwischen dem System und der Umgebung.

Die Relationen bestimmen zusammen mit den Elementen die **Struktur** des Systems. Das System als Ganzes wie auch die Elemente haben ein bestimmtes **Verhalten** (sie erfüllen eine bestimmte **Funktion**).

Eingangsgrößen

Jede Art von **Einwirkung** auf das System oder auf eines seiner Elemente. Die Einwirkungen können aus der Umgebung stammen oder von anderen Elementen.

Ausgangsgrößen

Jede Art von **Wirkung** eines Systems oder eines seiner Elemente auf andere Systeme bzw. Elemente oder auf die Umgebung nach dem Kausalitätsprinzip (Wirkungszusammenhang zwischen Ursache und Wirkung). Ausgangsgrößen können durch innere Quellen erzeugt werden oder Wirkungen von Eingangsgrößen sein.

Alle Ein- und Ausgangsgrößen haben den Charakter von **Signalen**; sie sind **Träger** von Nachrichten bzw. von **Informationen**.

Signale sind räumlich oder zeitlich veränderliche physikalische Größen.

Die beiden wesentlichen **Merkmale von Systemen** sind:

1. **Verhalten** $S_{\text{verh}} = (E, A, F)$

2. **Struktur** $S_{\text{struk}} = (E, A, EL, R)$

mit

E Menge der **Eingangsgrößen** $E = (e_i) \quad j = 1..m$

A Menge der **Ausgangsgrößen** $A = (a_j) \quad j = 1..n$
Jede Eingangsgröße e_i bzw. jede Ausgangsgröße a_j ist durch
- einen Namen
- Merkmale/Eigenschaften (Wertemenge, "Datentyp")
- einen Wert
gekennzeichnet (Analogie: Variablen in Programmen)

F **Abbildung** $F : E \rightarrow A$ (auch **Funktion** genannt)

"F ist eine Abbildung von E in A"

Eine Abbildung ordnet den Werten der Eingangsgrößen Werte von Ausgangsgrößen zu.

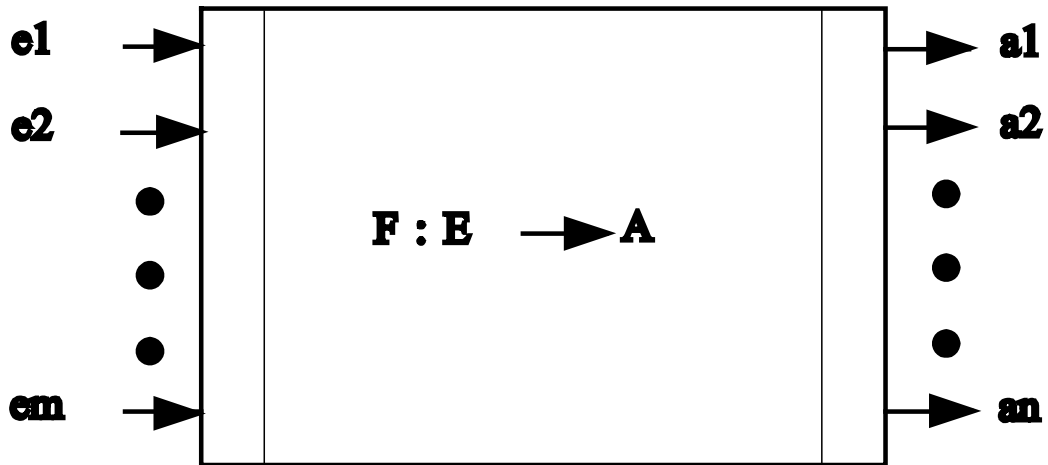
EL Menge der **Elemente** des Systems

R **Relation** zwischen den Elementen bzw. zwischen Elementen und Eingangsgrößen bzw. zwischen Elementen und Ausgangsgrößen.

Das Verhalten und die Struktur eines Systems müssen in **Übereinstimmung** stehen, das heißt, sie realisieren die gleiche Abbildung F (**Homomorphismus**).

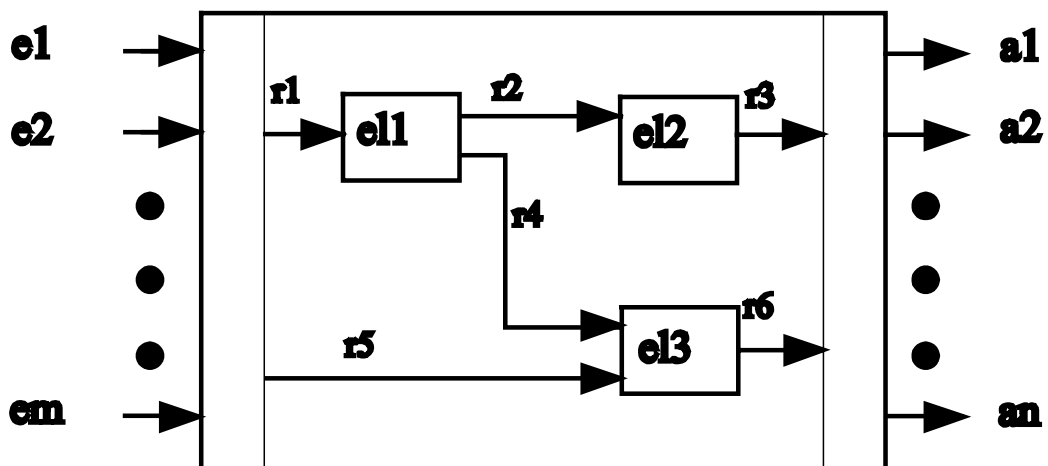
Verhalten

"black box"



Struktur

"white box"



Sichten eines Systems

- **Verhalten** (=Funktionen; verschiedene Modelle denkbar
z. B. nebenläufige kommunizierende Prozesse
Petri-Netz)
- **Struktur** (Prozesse, Module, Komponenten, ...;
Architektur, Pipelines, ...)
- **Implementierung** (Software
Hardware:
 - mechanisch : Mikromechanik
 - elektronisch : Standardbausteine
ASIC
FPGA usw.
 - optoelektronisch
usw.))

"Implementierung" beschreibt ein weites Feld;
z. B. stellt ein simulierbares System eine Implementierung dar.
Realisierung = Implementierungsform für die Anwendung/Nutzung

- **Eigenschaften/Merkmale**
(außer: funkt. Eigenschaften, strukturelle Eigenschaften)
 - auf Verhalten bezogene Eigenschaften: Fairneß
 - auf Struktur bezogene Eigenschaften: evtl. Zuverlässigkeit
 - auf Implementierung bezogene Eigenschaften:
Fläche/Kosten, Verlustleistung, Verarbeitungsrate usw.
evtl. Zuverlässigkeit

Beziehungen zur Spezifikation eines Systems beachten!

Abstraktionsebenen eines Systems

- (abstrakte) Funktionsebenen (= Systemebene)
- (nebenläufige) algorithmische Ebene
- Register - Transfer - Ebene
- Gatterebene
- Transistorebene
- physikalisch - elektronische - Ebene

Für jede Ebene gelten die allgemeinen Systemmerkmale.

Für jede Ebene existieren spezifische Beschreibungsmittel.

Beschreibungsmittel eines Systems

A) Informale Beschreibungsmittel

Natürliche Sprache / Text

B) Formale Beschreibungsmittel:

1. Textbasierte:

- Mathematische Formalismen
z. B. Differentialgleichungen, Logiken
- Programmier- und Hardwarebeschreibungssprachen
z. B. C, VHDL, SDL-Textform

2. Graphische

- Blockdiagramme
- Zeitdiagramme
- Aktivitätsdiagramme
- State Charts, SpeeXharts, SpeedCharts,
Message Sequence Charts (MSC),
Erweiterte Sequence Charts (ESC),
Petri-Netze, SDL,
Datenflußgraph, Steuerflußgraph

Endlicher Automat (aus mathematischer Sicht)

Quintupel $A = (X, Y, Z, f, g)$, in dem X die Menge aller **Eingangsgrößen**, Y die Menge aller **Ausgangsgrößen**, Z die Menge aller **inneren Zustände** von A bedeuten. Die **Überföhrungsfunktion** $f: Z \times X \rightarrow Z$ ist eine eindeutige Abbildung von $Z \times X$ in Z , die **Ergebnisfunktion** $g: Z \times X \rightarrow Y$ eine eindeutige Abbildung von $Z \times X$ in Y .

Dabei ist $Z \times X$ das Kreuzprodukt, das alle geordneten Paare (z, x) mit $z \in Z$ und $x \in X$ enthält.

Der Automat kann in einer diskreten Zeitskala mit abzählbar-unendlich vielen Takten $t = 1, 2, 3, \dots$ arbeiten (**synchroner Automat**). Ein **Takt** ist dabei ein Zeitintervall, dem in der Reihenfolge seines Auftretens eine natürliche Zahl t zugeordnet wird. Der erste Arbeitstakt erhält die Nummer $t = 1$. Der Takt t erhöht sich auf $t + 1$ immer dann, wenn sich die den Takt repräsentierende Eingangsgröße ändert.

Die **Arbeitsweise** von A kann folgendermaßen charakterisiert werden: Ist z_t der Zustand von A im Takt t , und ist x_t die in diesem Takt anliegende Eingangsgröße, so erzeugt A im Takt t die Ausgangsgröße $y_t = g(z_t, x_t)$, und nimmt im Takt $t + 1$ den Zustand $z_{t+1} = f(z_t, x_t)$ an (Mealy-Automat).

Ein ohne Takt arbeitender Automat heißt **asynchroner Automat**.

Ein Automat beschreibt eine **sequentielle Schaltung** als System.

A heißt **determiniert**, weil jeder Situation $(z, x) \in Z \times X$ durch f genau ein Zustand und durch g genau ein Wert der Ausgangsgröße zugeordnet wird. Er heißt **abstrakt**, weil von jeder technischen Realisierung abgesehen wird. Sind X, Y, Z endliche Mengen, so heißt A **endlicher Automat**.

Was ist ein Modell ?

(Aus kybernetischer Sicht:)

Darstellung bestimmter Eigenschaften von Objekten, d. h. von einem als Original bezeichneten Teil der Wirklichkeit, wenn die Beziehungen zwischen der Darstellung der Eigenschaften im Modell die gleichen sind wie sie zwischen den entsprechenden Eigenschaften des Originals bestehen. Das Modell kann nur bestimmte Seiten des Originals erfassen und muß von anderen abstrahieren; deshalb muß das Modell überprüft werden (z. B. durch Simulation). Die Objekte können der belebten und unbelebten Natur angehören, künstliche Gebilde oder auch Symbole und Abbildungen sein.

Was ist eine Simulation ?

Simulation = Modellierung + Analyse

als Mittel zum Erkenntnisgewinn über das Verhalten des Originals.

3 Komponenten eines Simulationssystems

1. Beschreibungssprachen: Beschreibung des Modells

2. Simulator : Analyse des Verhaltens entsprechend der Beschreibungen.
Realisierung der Abbildung $F : E \rightarrow A$

3. Stimulusprache : Beschreibung der Eingabe- und Ausgabewerte = Testmuster/Pattern

Realisierung des Simulators i. a. als Rechnerprogramm.

Was versteht man unter der **Spezifikation eines Systems**?

Beschreibung mindestens **funktionaler** Eigenschaften
möglicherweise **struktureller** Eigenschaften
möglicherweise **quantitativer** Eigenschaften
möglicherweise **qualitativer** Eigenschaften

Quantitative Eigenschaften: z.B. Kosten, Verlustleistung, Zeitverhalten
Zuverlässigkeit, Verarbeitungsbreite
usw.

Qualitative Eigenschaften: Implementierungstechnologie
Fairneß
usw.

Frage: Ist Spezifikation

1. die Beschreibung eines existierenden Systems?
2. die Beschreibung der Anforderungen an ein zu entwerfendes (=intended) System (Anforderungsspezifikation)?

Spezifikation bedeutet in jedem Fall eine Beschreibung eines Systems auf der Grundlage eines bestimmten Modells, unter Verwendung einer geeigneten Spezifikations"sprache".

Ein bestimmtes Modell kann die Basis für die Beschreibung unterschiedlicher Systeme sein; es stellt eine gewisse Sicht auf die beschreibbaren Systeme dar.

Sollte man das Beschreiben eines

- existierenden Systems mit "Modellieren"
- zu entwerfenden Systems mit "Spezifikation"

benennen.

Genau genommen könnte man unter "Modellieren" das Ausarbeiten eines Modells verstehen, auf dessen Grundlage eine Spezifikation erfolgen kann.

Spezifikation: - nicht ausführbar
 - ausführbar ("abarbeitbar", Verhalten nachvollziehbar)

Ist die Spezifikation die Eingangsbeschreibung für den Entwurfsprozeß ?

Ist die schrittweise Verfeinerung der Spezifikation Bestandteil des Entwurfsprozesses ?

Was sind Constraints (= "Zwangsbedingungen")?

Welche Bestandteile der Spezifikation gehören dazu (z. B. quantitative Eigenschaften, qualitative Eigenschaften) ?