

Methoden der computergestützten Produktion und Logistik

2. Systeme

Prof. Dr.-Ing. habil. Wilhelm Dangelmaier

Modul W 2336

SS 2017

Systembegriff

- Ein **System** ist ein **zusammengesetztes, geordnetes Ganzes**, das ein regelhaft erklärbares Verhalten aufweist.
- Die Systemdefinition enthält drei Komponenten: das **funktionale**, das **strukturelle** und das **hierarchische Systemkonzept**.
- Ein **Element** ist ein **vom Subjekt unabhängiger, materieller oder ideeller Gegenstand** der menschlichen Erkenntnis. Elemente werden jeweils aufgrund bestimmter Eigenschaften und Potenziale (Element-) Klassen zugeordnet.
- Eine **Eigenschaft** ist ein zum Wesen eines Elementes gehörendes Charakteristikum. Ein **Merkmal** bezeichnet eine Klasse von Eigenschaften. **Potenziale** bezeichnen die Fähigkeit eines Elementes, sich innerhalb der Zugehörigkeit zu einer (Element-)Klasse zu verändern.
- Die **Beziehungen** stellen eine Ordnung unter den Elementen und ihren Eigenschaften dar.
- Für die Systembetrachtung können unterschiedliche Sichten verwendet werden (Materiell-gegenständliche, verhaltensorientierte, funktions-/vorgangorientierte, zeitlich/räumliche Sicht).

Systembegriff

Beispiel: Fahrradfabrik



Presse



Puffer



Lackiererei



Wareneingang



Hochregallager



Montage

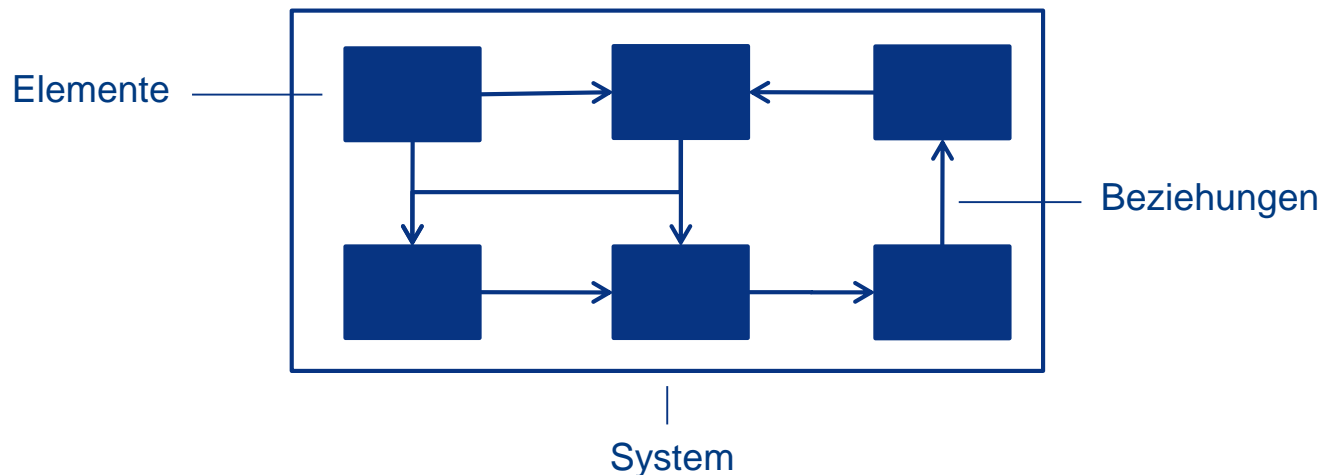
- Die Fahrradfabrik ist das zu betrachtende **System**.
- **Elemente** sind die verschiedenen Abteilungen.
- **Beziehungen** entsprechen dem Materialfluss der Abteilungen, deren Kapazität **Eigenschaften** der Elemente sind.



Systembegriff

Das strukturele Systemkonzept...

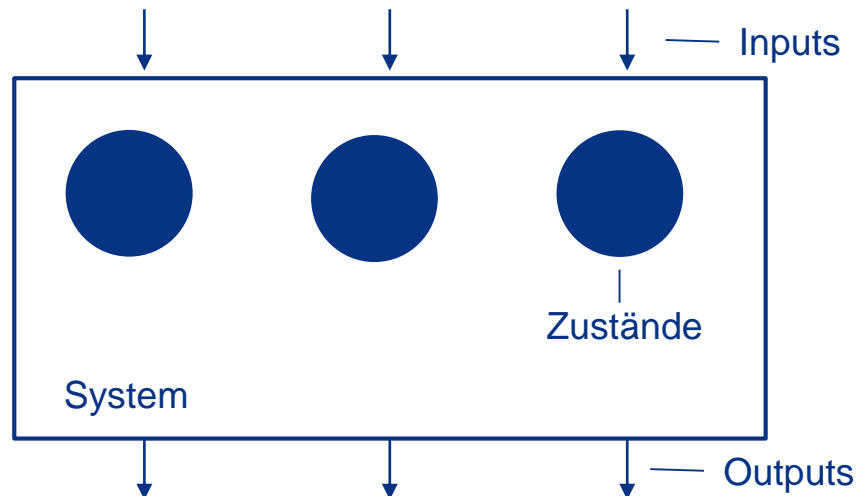
- versteht ein System als eine **Ganzheit miteinander verknüpfter Elemente**.
- betrachtet die **Vielfalt möglicher Beziehungsgeflechte**, die in einer gegebenen Menge von Elementen bestehen können, und die daraus resultierenden Systemeigenschaften sowie die **Beschaffenheit der Elemente**, die für **eine Integration in ein System** erforderlich ist.
- sieht die Elemente in **ihrer Interdependenz mit anderen Elementen** innerhalb eines umfassenden Systems.



Systembegriff

Das funktionale Systemkonzept...

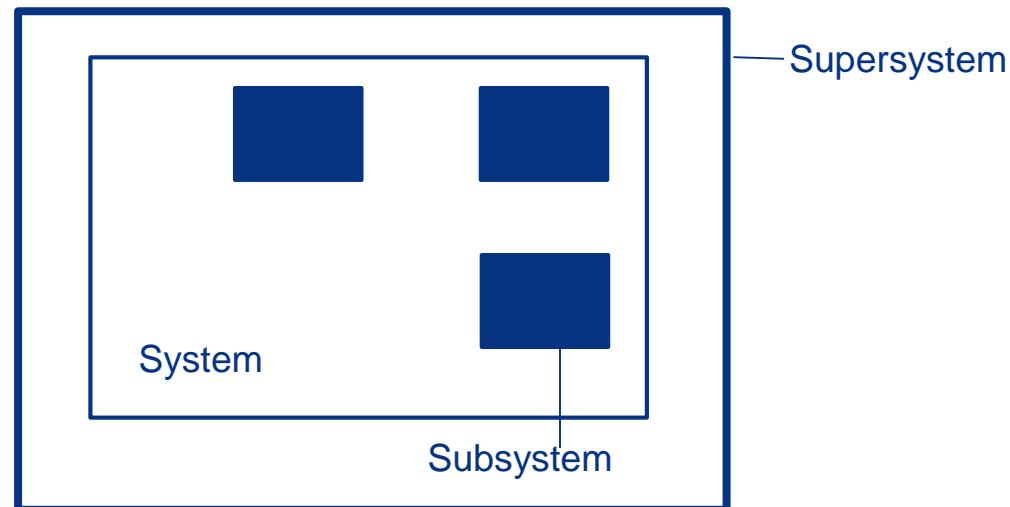
- stellt das System als einen „schwarzen Kasten“ dar, der durch bestimmte **Zusammenhänge zwischen seinen äußeren Eigenschaften** charakterisiert wird.
- sieht von der materiellen Konkretisierung und vom inneren Aufbau eines Systems ausdrücklich ab und beschränkt sich auf das **Verhalten einer Ganzheit** in seiner Umgebung.
- behandelt nicht Dinge, sondern **Verhaltensweisen** und fragt nicht „Was ist dieses Ding?“, sondern „Was tut es?“.



Systembegriff

Das hierarchische Systemkonzept...

- folgt der Auffassung, dass **die Elemente eines Systems wiederum als Systeme** angesehen werden können.
- betrachtet das System selbst als **Element eines umfassenderen Systems**.
- stellt in jedem Systemdiskurs **mehrere Stufen von Ganzheiten und Teilen** dar, wobei jede Ganzheit ein Teil der nächsthöheren Stufe und jeder Teil eine Ganzheit der nächstniedrigen Stufe ist.



Systeme

Definition 1

Es sei α eine **Menge von Attributen (Eigenschaften)** A_i , φ eine **Menge von Funktionen** F_j , σ eine **Menge von Subsystemen** S'_k und π eine **Menge von Relationen** P_m (Beziehungen), dann heißt das **Quadrupel** dieser Mengen ein **System** S .

$$S = (\alpha, \varphi, \sigma, \pi) \text{ mit } \alpha = \{A_i\}; \varphi = \{F_j\}, \sigma = \{S'_k\}, \pi = \{P_m\}$$

und $i \in I; j \in J; k \in K; m \in M$ mit $I, J, K, M \subseteq N$

Definition 2

Ein Attribut A_i ist eine nicht-leere Menge von Eigenschaftsprägungen $a_{i,n}$.

$$A_i = \{a_{i,n}\} \neq \phi \text{ mit } i \in I \text{ und } n \in N (I, N \subseteq N)$$

Definition 3

Ein Subsystem S'_k ist ein System gemäß der Definition 1:

$$S'_k = (\alpha'_k, \varphi'_k, \sigma'_k, \pi'_k).$$

Systeme

Definition 4

Es seien $\alpha_x \subset \alpha$, $\alpha_y \subset \alpha$, $\alpha_z \subset \alpha$ paarweise disjunkte Teilmengen der Attributenmenge α , und es sei α_g eine beliebige Attributenmenge, die nicht dem System S zugehört:

$$\alpha_x \cap \alpha_y = \phi; \alpha_y \cap \alpha_z = \phi; \alpha_z \cap \alpha_x = \phi;$$

$$\alpha_x \cup \alpha_y \cup \alpha_z = \alpha; ; \alpha_g \notin S$$

Dann heißt ein Attribut $A_{xi} \in \alpha_x$, das in Relationen des Typs $\alpha_g \times \alpha_x$ als Nachglied auftritt, ein Input, ein Attribut $A_{yi} \in \alpha_y$, das in Relationen des Typs $\alpha_y \times \alpha_g$ als Vorglied auftritt, ein Output, und ein Attribut $A_{zi} \in \alpha_z$, das in keiner derartigen Relation auftritt, ein Zustand des Systems S .

Definition 5

Eine Funktion F_j ist eine echte Teilmenge des kartesischen Produktes zwischen Attributen A_i .

$$F_j \subset X A_i$$

$$i \in I$$

Systeme

Definition 6

Eine Funktion heißt zwischen Inputs A_{xi} Inputfunktion F_{xj} , zwischen Outputs A_{yi} Outputfunktion F_{yj} und zwischen Zuständen A_{zi} Zustandsfunktion F_{zj} .

$$F_{xj} \subset A_{xi} \times A_{xi}; F_{yj} \subset A_{yi} \times A_{yi}; F_{zj} \subset A_{zi} \times A_{zi}$$

Definition 7

Eine Funktion heißt zwischen Inputs und Zuständen Überföhrungsfunktion $F_{Üj}$, zwischen Inputs und Outputs Ergebnisfunktion F_{Ej} und zwischen Zuständen und Outputs Markierungsfunktion F_{Mj} .

$$F_{Üj}: A_{xi} \rightarrow A_{zi}, F_{Ej}: A_{xi} \rightarrow A_{yi}, F_{Mj}: A_{zi} \rightarrow A_{yi}$$

Systeme

Definition 8

Es sei $A'_{ki} \in \alpha'$ ein Attribut des Subsystems S'_k . Dann heißt eine echte Teilmenge des kartesischen Produkts zwischen k Attributen von k Subsystemen eine k -stellige **Relation** P_m .

$P_m \subset A'_{ki} \times A'_{ki}$ mit je einem i für jedes k und $k \in K$.

Die Menge der Relationen heißt auch **Struktur des Systems** S .

Definition 9

Es seien A'_{1y} der Output eines Subsystems S'_1 und A'_{2x} der Input eines Subsystems S'_2 . Dann heißt die zweistellige Identitätsrelation zwischen A'_{1y} und A'_{2x} **Kopplung** P_{k12} .

$P_{k12} \subset A'_{1y} \times A'_{2x}$ mit $a'_{2xn} = a'_{1yn}$ für alle n .

Definition 10

Es sei β eine nicht-leere Menge, welche die Menge $\sigma \subseteq \beta$ der Subsysteme als Teilmenge enthält. Dann heißt die Differenzmenge zwischen dieser Menge β und der Menge σ der Subsysteme **Umgebung** γ .

$\gamma = \beta/\sigma$

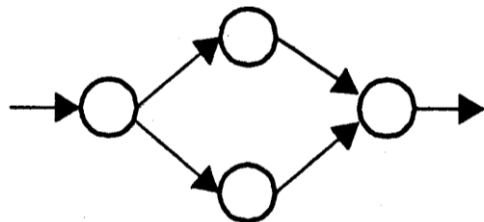
Systeme

Systemstrukturen

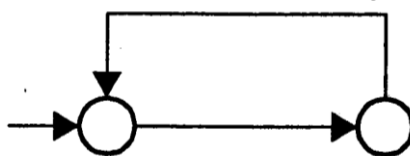
Die Kopplung stellt somit die besondere Form der zweistelligen Relation dar. Der unter Definition 8 eingeführte Begriff der „Struktur“ wird im allgemeinen auch dann verwendet, wenn die Wirkung zwischen den Subsystemen über Kopplungen dargestellt werden.



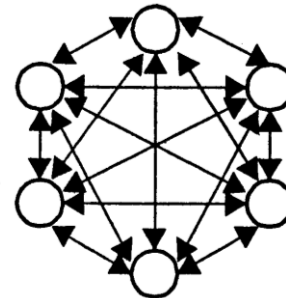
Reihenkopplung



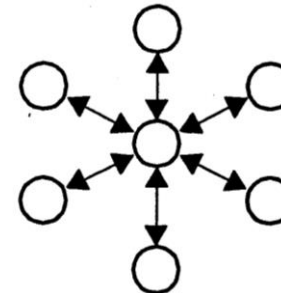
Parallelkopplung



Rückkopplung



Dezentralisierung



Zentralisierung

Systeme

Definition 11

Ein System S heißt echtes System S echt, wenn die Attributenmenge α , die Subsystemmenge σ und die Umgebung γ nicht-leere Mengen darstellen.

$$S = S \text{ echt} \Leftrightarrow (\alpha \neq \phi) \wedge (\sigma \neq \phi) \wedge (\gamma \neq \phi)$$

Definition 12

Ein Teilsystem wird durch die Abbildung der Elemente und ihrer Relationen/Kopplungen auf eine bestimmte Teilmenge ihrer Attribute definiert.

Definition 13

Es sei σ^+ eine Systemmenge, die das System $S \in \sigma^+$ als Element enthält. Dann heißt das gemäß (Df.1) gebildete Quadrupel, das σ^+ enthält, **Supersystem S^+ zum System S** .

$$S^+ = (\alpha^+ , \phi^+ , \sigma^+ , \pi^+) \text{ mit } S \in \sigma^+$$

Systeme

Definition 14

Die Folge, die neben dem System S die Subsysteme S' , S'' usw. sowie die Supersysteme S^+ , S^{++} usw. enthält, heißt Systemhierarchie H .

$$H = (\dots, S'', S', S, S^+, S^{++}, \dots)$$

Definition 15

Ordnet man dem System S die natürliche Zahl $b \in \mathbb{N}$ zu, dem Subsystem S' die Zahl $b-1$ usw. sowie dem Supersystem S^+ die Zahl $b+1$ usw., so heißt eine solche Ordnungszahl Rang des Systems in der Systemhierarchie.

Definition 16

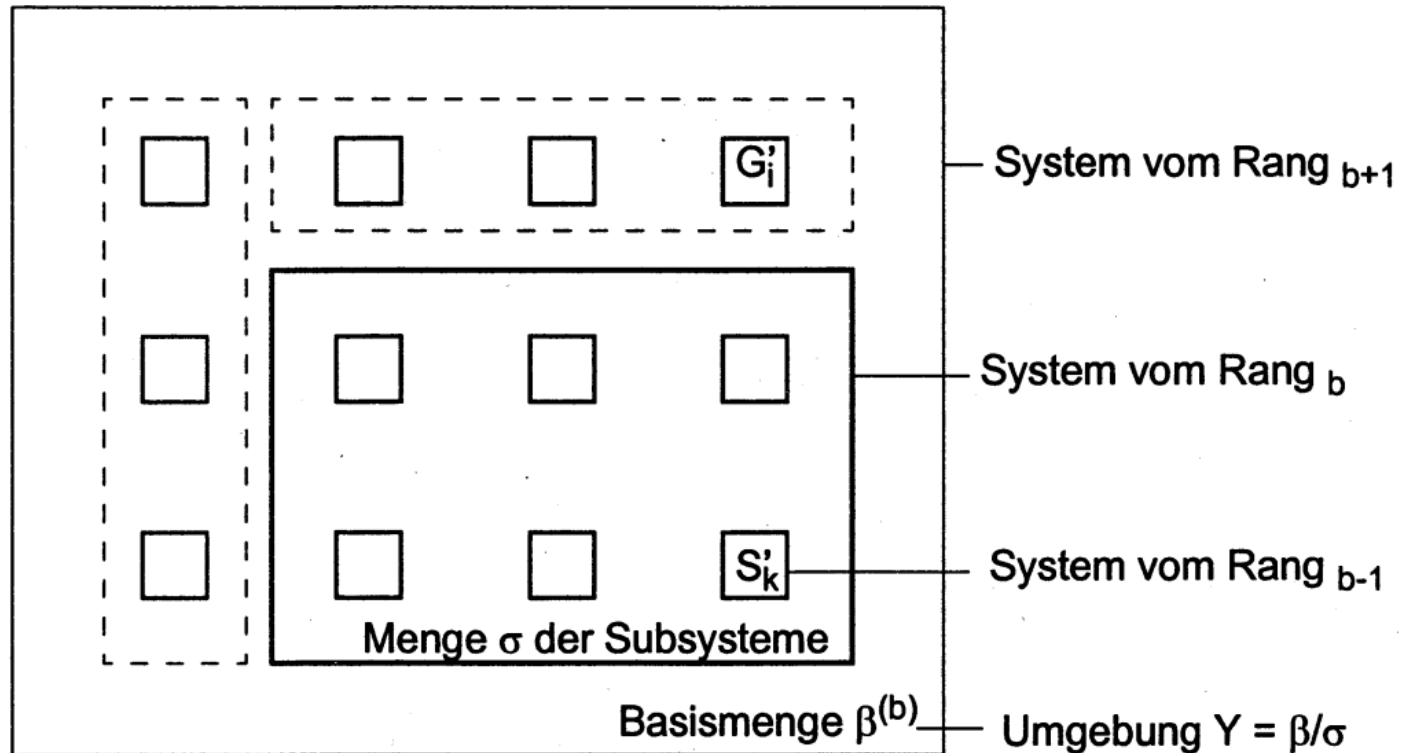
Element: Blätter der Systemhierarchie $\geq b-1$ -Ebene

Definition 17

Diskursebene wird von Elementen gebildet.

Systeme

Abgrenzung eines Systems in einer Systemhierarchie



Systeme

Zusammenfassung der Definitionen

- Ein System ist eine Ganzheit, die Beziehungen zwischen bestimmten Attributen aufweist, die aus miteinander verknüpften Teilen bzw. Subsystemen besteht und die auf einem bestimmten Rang von ihrer Umgebung abgegrenzt bzw. aus einem Supersystem ausgegrenzt wird.
- Ein Element ist ein Subsystem in einem System von Subsystemen, das innerhalb dieses Systems selbst nicht mehr in kleinere bzw. einfachere Elemente zerlegt werden kann. Das heißt, auf der gewählten Diskursebene wird ein Element als innerhalb dieses Systems unzerlegbar angesehen.
- Eine Diskursebene ist eine für eine bestimmte Systembetrachtung zweckmäßig gewählte Zerlegung eines Systems in Subsysteme, um z.B. das beobachtete Systemverhalten anhand der Funktionsweise und des Zusammenwirkens dieser Subsysteme erörtern zu können. Die Diskursebene bestimmt maßgeblich die Komplexität der Systembetrachtung.
- Auf der gewählten Diskursebene werden Subsysteme als Elemente behandelt.

Systeme

Systemeigenschaften und Systemklassen

- Eine Systemeigenschaft ist eine Merkmalsausprägung eines Systems, durch das sich dieses einer Klasse von Systemen zuordnen lässt.
- Eine Systemeigenschaft wird bestimmt durch das Systemverhalten und/oder die Systemstruktur.
- Gängige Klassifikationen sind z.B. statische – dynamische Systeme (Verhalten) oder offene – geschlossene Systeme (Struktur).

Systeme

Künstliche Systeme – Natürliche Systeme

- Künstliche Systeme sind geschaffene Systeme, d.h. sie sind von Individuen kreiert worden und nicht von selbst im Laufe der Zeit entstanden. (Beispiel: Industriebetrieb)
- Natürliche Systeme sind im Laufe der Evolution entstanden. (Beispiel: Wald)

Statische Systeme – Dynamische Systeme

- Statische Systeme sind dadurch gekennzeichnet, dass Elemente, Relationen und alle charakterisierenden Parameter zeitlich konstant sind.
- Bei dynamischen Systemen ist eine Reihe weiterer Differenzierungen möglich (determinierter Ablauf, zeitlich variabler Ablauf, zeitlich variables Verhalten, zeitlich variable Struktur):
 - Art und Intensität der Beziehungen zwischen Systemen oder im Inneren des Systems können sich ändern
 - Eigenschaften von Elementen sind veränderlich
 - Änderungen der Struktur können auftreten

Systeme

Ideelle Systeme – Materielle Systeme

- Ideelle Systeme sind gedankliche Konstrukte, die aufgrund von Vereinbarungen bestehen.
- Ein materielles System ist in seiner Form oder Gestalt eindeutig identifizierbar.

Geschlossene Systeme – Offene Systeme

- Geschlossene Systeme besitzen keine Relation zu ihrer Umwelt. Daher kommt es zu keinerlei Kontakt, sei es in Form von Informationen, Relationen oder Gütern, mit anderen außenstehenden Elementen oder Systemen. (Beispiel: Staatensystem der Erde)
- In offenen Systemen findet ein Austausch von Informationen und Leistungen mit der Umwelt statt. (Beispiel: Unternehmen)

Systeme

Deterministische Systeme – Probabilistische Systeme

- Bei deterministischen Systemen ist das Verhalten der Elemente, der Relationen sowie der daraus resultierenden Veränderungen des Systemzustands, also die Funktion, vorhersagbar.
(Beispiel: eine störungsfreie Maschine)
- Auf probabilistische Systeme, die auch als stochastische Systeme bezeichnet werden, können bezüglich der Vorhersagbarkeit die Regeln und Gesetze der Statistik angewendet werden.

Aufgaben

Aufgabe 1: Kommentieren Sie die folgenden Aussagen:

- a) Ein System Σ ist mehr als die Menge seiner Teile; erst die Relationen zwischen den Teilen machen den besonderen Charakter des Systems aus (Holistisches Gesetz):
 $\forall \Sigma: \Sigma \supset \kappa; \Sigma \setminus \kappa \neq \emptyset$.
- b) Die Struktur S eines Systems Σ bestimmt seine Funktionen F (Gesetz der Funktionsbestimmtheit): $\forall \Sigma: \Sigma S \rightarrow \Sigma F$
- c) Eine gegebene Funktion F erlaubt nicht den Schluss auf die Struktur S ; die Funktion eines Systems kann von verschiedenen Strukturen ΣS_j erzeugt werden (Gesetz der Äquifunktionalität): $\forall \Sigma: \neg \Sigma F \rightarrow \Sigma S$, weil $\exists (\Sigma S_1, \Sigma S_2, \Sigma S_3, \dots)$, so dass $\forall \Sigma S_j: (\Sigma S_j \rightarrow \Sigma F)$. Für jede Funktion existieren mehrere Funktionszerlegungen.
- d) Ein System kann auf einer einzigen Hierarchieebene nicht vollständig beschrieben werden (Gesetz des ausgeschlossenen Reduktionismus): $\forall \Sigma: \Sigma \rightarrow (\Sigma^+, \Sigma')$.

Aufgaben

Aufgabe 2: Welche Aussagen zum Systembegriff sind richtig?

- a) Ein Merkmal bezeichnet die Fähigkeit eines Elementes, sich innerhalb der Zugehörigkeit zu einer (Element-)Klasse zu verändern.
- b) Ein Potenzial bezeichnet eine Klasse von Eigenschaften.
- c) Die Beziehungen stellen eine Ordnung unter den Elementen und ihren Eigenschaften dar.
- d) Ein System ist ein zusammengesetztes, geordnetes Ganzes, das ein regelhaft erklärbares Verhalten aufweist.
- e) Ein Element ist ein vom Subjekt unabhängiger, materieller oder ideeller Gegenstand der menschlichen Erkenntnis.
- f) Das funktionale Systemkonzept folgt der Auffassung, dass die Elemente eines Systems wiederum als Systeme angesehen werden können.
- g) Das strukturelle Systemkonzept betrachtet die Vielfalt möglicher Beziehungsgeflechte, die in einer gegebenen Menge von Elementen bestehen können.

Aufgaben

- h) Das strukturelle Systemkonzept versteht ein System als eine Ganzheit miteinander verknüpfter Elemente.
- i) Das strukturelle Systemkonzept sieht von der materiellen Konkretisierung und vom inneren Aufbau eines Systems ausdrücklich ab und beschränkt sich auf das Verhalten einer Ganzheit in seiner Umgebung.
- j) Das dynamische Systemkonzept eignet sich besonders zur Abbildung von Unternehmen.