

SYS1

SYSTEMBEGRIFF

Um den Systembegriff in biologischen Zusammenhang zu charakterisieren, ist es nötig zunächst (1) einmal herauszustellen, in welchen Zusammenhängen biologisch VON SYSTEMEN IN DER BIOLOGIE bereits traditionell gesprochen wird. Daraus (2) ist es nötig, Kriterien darzustellen, welche Systeme charakterisieren und (3) aufgrund dieser Kriterien ein MODELL zu entwickeln (4), welches Systeme allgemein darzustellen erlaubt. Letztendlich (5) soll eine Klassifikation von Systemen vorgenommen werden, um darlegen zu können, welche Kategorie BIOLOGISCHE SYSTEME darstellen.

A

BEISPIELE FÜR BIOLOGISCHE SYSTEME

Unabhängig von Umfang, Zusammensetzung und Komplexität kommt man in der biologischen Tradition sicher fast überall nur auf eine große Zahl von Beispielen für biolog. Systeme. Aus dieser langen Liste sollen nur einige wenige aufgeführt sein:

a) Systema naturae (LIMNE): ein hierarchisches Ordnungssystem der natürlichen Arten; Ordung aufgrund von Merkmalen nach Kriterien d. ÄHNLICHKEIT > phyletisch formuliert: ORDNUMA
nach dem ALLGEMEINEN

b) ÖKOSYSTEME:
z.B. Flußgewässer, Auwald, Moospolster, Gesteinzone etc.

Ein NETZWERKSYSTEM mit mannigfaltigen Beziehungen von Individuen ein- u. derselben Art untereinander und/oder mit Individuen anderer Arten

c) SOZIAL SYSTEME:

Ameisenvolk, Hirschrudel, Vogelgesellen,
Familienclan (Primates), Vogelkolonie

| Netzwerk- und/oder Hierarchiesysteme,

Systemen führt zu fester Hierarchie (Altersungsprozess)

o mit zeitlichen Netzwerken (Jungenaufzucht)

d) RÄUBER-BEUTE-SYSTEME:

| gegenseitige, dynamische Bedingtheit von min.

BEUTEARTE und min. einer RÄUBERART (KOPPLUNG,

RÜCKKOPPLUNG)

e) SYMBIOSE, MUTUALISMUS:

| Abhängigkeit (vollständig od. nur teilweise) einer Art

Vom vergesellschafteten Vorkommen einer anderen Art

z.B.: SYMBIOSE Ruminanter-Darm symbiotische Mikroorganismen
{ Einzeller

MUTUALISMUS: Anemonenfisch - Seeanemone

f) ORGANISMUS: ein multifunktionales SYSTEM

z.B.: Baum, Protozoen, multizelluläres tierisches Individuum
Tierstock

ORGAN: als Untereinheit eines Organismus,
MODUL

z.B. Blatt, Zelle

SYS 2

g) KEIMBAHN: SOMA als Hilfsystem für die KEIMBAHN

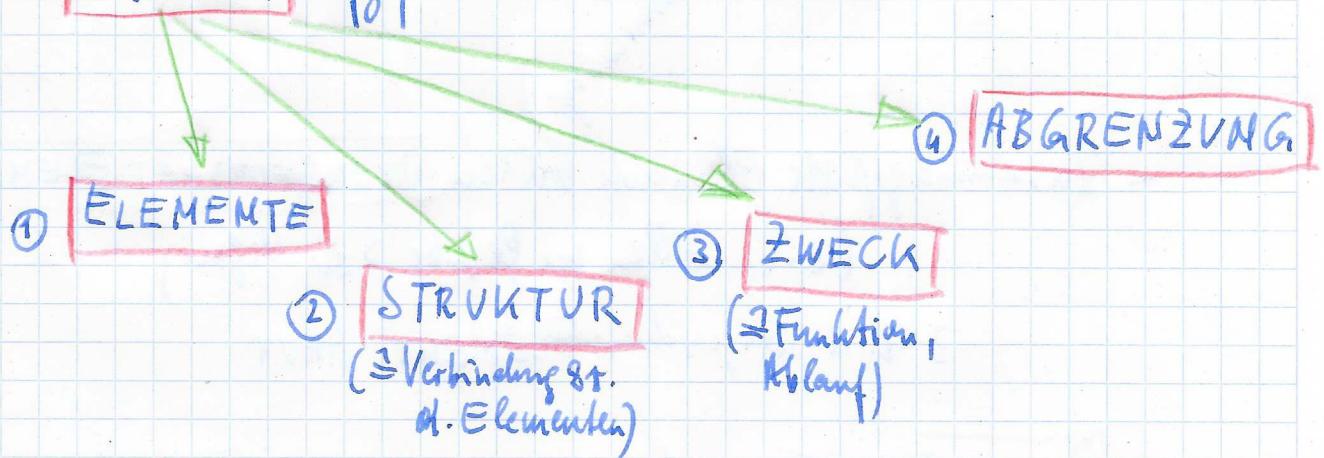
h) kumulative Aufzählung weiterer, gebündelte Beispiele:

Nervensystem, Gefäß-, Urogenital-, Atmungs-, Fortpflanzungs-

B

SYSTEMKRITERIEN

Die Frage, was all die oben aufgeführten Beispiele gemeinsam haben, führt zur Formulierung von SYSTEMKRITERIEN, von welchen 4 Kriterien aufgeführt werden sollen:



① ELEMENTE, SYSTEMELEMENTE (MODULE):

Def.: = Untereinheiten, die in Einzahl oder mehrfach vorkommen.
- Diese Untereinheiten treten oftmals als Gliederung vor
NORMBAUSTEINE in Erscheinung (z.B. Zellen eines multizellulären

Organismus, ähnlich wie die NORMSTEINE Ziegel in der Bau-
kunst

- NORMSTEINE (ELEMENTE) werden oftmals zu übergeordneten
Einheiten zusammengefaßt
ZELLEN zu Gewebe > Gewebe zu Organen > Organe zu Körperabschnitt
Körperabschnitts > Körper

ZUSAMMENFASSUNG von
Elementen zu einem GANZEN,
(Die Zusammenfassung erfolgt
als STRUKTURZUSAMMENHANG)

Aufl.: die System-
elemente d. Systems
natürlich sind Tata

- Zusammengesetzte Elemente bilden ÜBERGEORDNETE ELEMENTE
(z.B. Zellen zu Gewebe > zu Organ)
z.B. d. übergeordnete ELEMENT HAUT

ZUSTAND von Elementen:

{ Elemente liegen in verschiedenen Zuständen vor, die sich im
lauf d. Zeit ändern können.

- z.B. Änderung d. 'Aussehen' von MERKMALEN im
lauf d. Evolution (Wirkungsmechanismen)
- z.B. Änderung d. 'Aussehen' von MERKMALEN im
lauf der ONTOGENIE

SYS 3

② STRUKTUR, RELATION, VERBINDUNG, ZUSAMMENHANG:

Def.: = Zusammenhang zw. SYSTEMELEMENTEN

- Der Zusammenhang von Systemelementen kann Zustandsänderungen der Elemente beziehen:

RÜCKKOPPLUNG, KOPPLUNG

positives od.

negatives FEEDBACK

Durch Feedback können sich Elemente gegenseitig beeinflussen, Feedback kann aber auch wiederholt auf ein- und dasselbe Element wirken (AUTO FEEDBACK) \rightarrow WACHSTUM!

Def.:

- WACHSTUM = Änderung d. Zustandes von Elementen

z.B. allometrisches Wachstum im Laufe der Ontogenie
(ontogenetische Allometrie)

③ 'ZWECK', FUNKTION, ROLLE, TOLERIERTER ZUSTANDSBEREICH eines Elements (Systems)

Def.: - ein sehr filigran zu definierendes Kriterium

\hookrightarrow eine Umschreibung mit 'tolerierter Zustandsbereich' eines Elements trifft am ehesten zu.

z.B. Üblicherweise wird man darüber konsequent halten, wenn man vom Flösse d. Teleostier annimmt, daß die

[ZWECKE?]

div. Schirmfunktionen bzw. d. Stabilisierungsbezüge d. Körper dienen. In Abhängigkeit von speziellen Verhaltens-
Zügen im Rahmen d. Fortpflanzung und Brutpflege

Kommt ihnen oftmals eine zusätzliche **ROLLE** zu
(z.B. Frischwasserzufluss für ein beobachtetes Gelege).

D.h. ein **TOLERIERTER BEREICH** für **AUSSENEN (BÄU)**
und **FUNKTIONALITÄT** wird der evolutionären Bewertung (EVALUATION)
unterzogen.

- in der Technik entspricht dem Begriff am ehesten
d. Fachbegriff '**technisches PIEC**'

④

ABGRENZUNG, GRENZE, 'BOUNDARY', 'BORDER':

Def.:

≈ Entscheidung darüber, was zum System gehört und
was nicht dazugehört (Was ist 'innen' und Was ist 'außen')?

- sehr oft kann **KEINE** scharfe Abgrenzung durchgeführt werden.
(Beispiele: Haut, Membranen, Ausbreitungsgrenzen von Arten)
- es handelt sich um ein entscheidendes **KRITERIUM** für
die **KLASSIFIKATION** d. Systeme
 - Ist **SYSTEM INPUT** möglich?
 - Ist **SYSTEM OUTPUT** - u - ?

DURCHLÄSSIGKEIT
über GRENZE

SYS 4

- Die Durchlässigkeit einer Systemgrenze ist oft davon abhängig, ob die betroffenen Systemelemente **MAKROSKOPISCHE** oder **MIKROSKOPISCHE** Elemente darstellen.
 - 2.3. Es findet an einer lebenden Zelle mikroskopischer Austausch (Moleküle, Wärmestrahlung, Sonnenlicht \rightarrow Einstrahlung für Photosynthese) statt, ohne daß die makroskopischen Strukturen (Zellwand) in mikroskopischen Zeiträumen verändert würden
- Beispiele dafür:
 - Abgabe und Aufnahme von Flüssigkeit und Festkörpern durch Zellen (Pinocytose, Phagozytose)
 - Abgrenzung von Subpopulationen im Zuge von Arteneinwanderung (MIGRATION vs. ISOLATION)

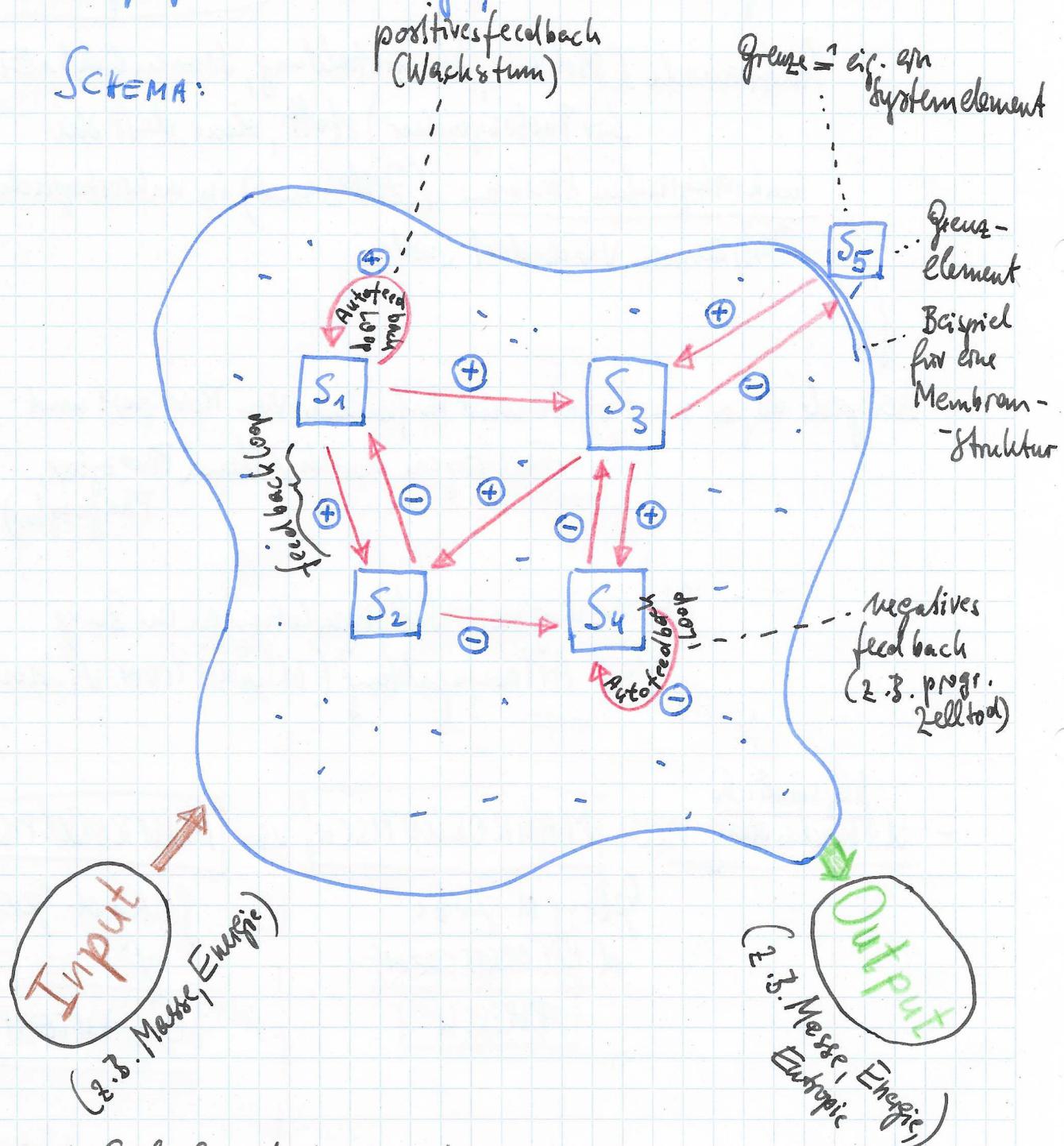
<u>physikalische Unterscheidung</u> von	MAKROSKOPISCH	MIKROSKOPISCH
	Geltung d. Gesetze d. KLASISCHEM	Geltung d. Gesetze el.
	PHYSIK	QUANTENPHYSIK

C

SYSTEMMODELL

Zur Auseinandersetzung mit dem Aussehen der Zelle eines mehrzelligen Organismus soll eine graphische Darstellung für ein SYSTEMMODELL versucht werden.

SCHEMA:



Es sind:
a) S_1 bis S_5 ... Systemelemente

STRUKTUR: b) feed back: $\oplus \rightarrow$ positives feedback und $\ominus \rightarrow$ negatives feedback

ABgrenzung: c) charakterisiert durch Input und Output sowie Grenzelement

SYSTEMDEFINITION:

Das bisher Dargelegte zusammengefasst, soll nunmehr versucht werden, eine Definition für System zu geben:

Def.:

Ein System besteht aus einem oder mehreren strukturell verbundenen Elementen. Die Zustände der Elemente hängen von anderen Elementen (oder sich selbst) ab und beeinflussen die Zustände anderer Elemente (oder ihre eigenen Zustände). Die Elementzustände liegen in einem tolerierten Bereich. Manche Elemente greifen durch spezielle Struktur das System nach außen hin ab.

Ann.: für viele Systeme, insbes. f. d. biologischen, wird die **ZEIT** als **SYSTEMPARAMETER** stillschweigend vorausgesetzt.

Man bedenke, dass Feedback ohne zeitlichen Parameter nicht möglich ist. Nur bei. für biolog. Systeme ist die Zeit als **eine thermodynamische Größe** Voraussetzung (**ENTROPIE, DISSIPATION**) **IRREVERSIBILITÄT**

Ann.: **SYSTEMPARAMETER** = eine konstante (existente) Größe d. Systems

Ann.: ad thermodynamische Größe: man kann bedenken, dass biologische Systeme dem **2. Hauptsatz d. Wärmelehre** unterworfen sind, alleine daraus ergibt sich die 'Zeitlichkeit' dieser Systeme

E

SYSTEMKLASSIFIKATION:

Eine Klassifikation der Systeme lässt sich nach dem Maß ihrer ABGESCHLOSSENHEIT vornehmen, d.h. nach ihrem INPUT und OUTPUT.

① ISOLIERTES System:

- Def. - Input und Output fehlen - Völlige Abgeschlossenheit, d.h. es liegt kein Fluss von MATERIE und ENERGIE (somit auch kein INFORMATIONSFLUSS) vor
- Es handelt sich um kein PHYSIKALISCHES System!
 - z.B. ein in sich schlüssiges (vollständig ~) System, logisch-schlüssiges s. → Philosophie - MATHEMATIK? - ZAHLENTHEORIE

IDEALISIERTES SYSTEM

② Abgeschlossenes (=GESCHLOSSENES) System:

aus d. klassischen Physik → GASDINAMIK

- Def. - mit \geq min. 1 INPUT und \geq min. 1 OUTPUT aber nur auf ENERGIE bezogen, keine MATERIEFLÜSS
- ein PHYSIKALISCHES System!
 - z.B. Dampfketten (Dampfturbinen, Wärme Kraftmaschinen)
Kochtopf, SYSTEME d. KLASSTISCHEM PHYSIK

③ OFFENES SYSTEM: ('open system')

- Def.: - mit \geq min. 1 INPUT und \geq min. 1 OUTPUT von MATERIE und ENERGIE (samt auch von INFORMATION)

JKS6

- ein physikalisches System, es gelten die 'Regeln' ('Gesetze') der klassischen und 'modernen' Physik (Quantumphysik)
- z.B. **BIOLOGISCHE SYSTEME** (Zelle, Organismus, Fazies, ^{u.} Ökosystem etc.)

Es wird noch unterscheiden

DISSIPATIVE
SYSTEME

- (a) **Open systems near equilibrium** (fran)
- (b) **Open systems far from equilibrium**

Als Gleichgewicht gilt hier **FLIESSGLEICHGEWICHT**!
('Steady state')



ZUSAMMENHANG: BIOLOGISCHE Systeme - - OSZILLATIONEN

Der Zusammenhang zw. BIOLOGISCHEN SYSTEMEN und OSZILLATIONEN
(mit)
beruft in kennzeichnender Weise über INPUT, OUTPUT, ELEMENTE,
STRUKTUR, ZWECK und ABGREMUNG (Grenzelemente).

Einige Beispiele sollen das erläutern:

a) PHOTOSYNTHESЕ - Licht als Energiequelle →

INPUT

$$E = h \cdot \nu \quad \dots \text{Frequenz}$$

licht als elektromagnetische Schwingung

Plank'sches Wirkquantum

b) WÄRMESTRATLUNG - Abstrahlung 'überschüssige Wärme'

OUTPUT

hängseliges Licht

Aus biol. System
→ Organismus

DISSIPATION

Energietransport
via Welle (Schwingung)

c) periodische Zellvorgänge (Zellteilungszyklen)

→ 'clock-like behavior'

FEED-BACK

STRUKTUR

Empfohlen Literatur: ① L.v. BERTALANFFY: General Systems Theory

② L.v. BERTALANFFY u. W. BEIER u. R. LAUE: Biophysikal. Fließrichtigkeiten.

③ I. PRIGOGINE u. J. STENGER: Order Out of Chaos.

④ H. BOSSEL: Systemdynamik.