

Systemkompetenz

Im Rahmen der Ringvorlesung

Sozialkompetenz

Dipl.-Psych. Dr. Dr. Guido Strunk

www.complexity-research.com

Inhalt

1	Systemkompetenz – Begriff	2
2	Was ist ein System?.....	3
3	Komplexität und Ordnung	5
4	Mechanik.....	6
5	Positives Feedback	7
6	Negatives Feedback	10
	6.1 Homöostase.....	10
	6.2 Schwingung	13
7	Verzögerungen.....	14
8	Deterministisches Chaos	17
9	Literatur	22

1 Systemkompetenz – Begriff

- Freud verweist auf die Unterschiede zwischen Individuum und Gruppe.
- MIT – Peter Senge: Die fünfte Disziplin.
- Dietrich Dörner: Lohhausen-Experimente
- Arbeitsgruppe um Günter Schiepek prägt und definiert den Begriff Systemkompetenz.

Aspekte der individuellen Systemkompetenz (Manteufel & Schiepek, 1998)

- Berücksichtigung von Sozialstrukturen und Kontexten.
- Soziale Kontaktfähigkeit.
- Umgang mit der emotionalen Dimension.
- Theoriewissen, systemtheoretische Methoden.
- Systemförderung, Entwicklung von Selbstorganisationsbedingungen.
- Umgang mit der Dimension Zeit.

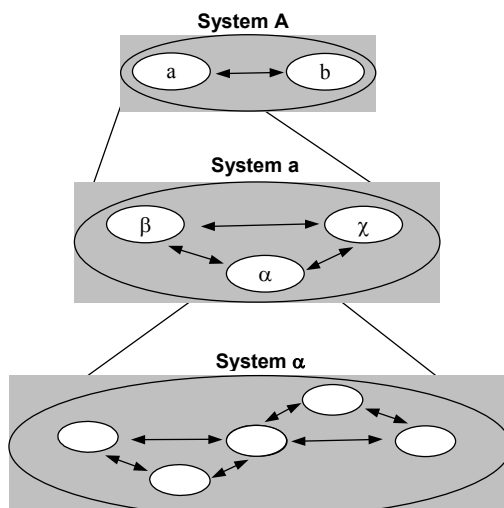
2 Was ist ein System?

- Ein System besteht aus Elementen und Beziehungen zwischen den Elementen.
- Die Abgrenzung eines Systems ist subjektiv: Sie ist der Versuch Ordnung in die Unordnung zu bringen. Bestimmte Dinge werden ausgeblendet um zu vereinfachen. Aber es sollten keine Variablen herauslassen werden, die für die Aufrechterhaltung der Funktion/des Verhaltens notwendig sind.
- Die Stärke der Beziehungen der Elemente innerhalb des Systems ist viel größer als die Stärke der Beziehungen zu Elementen in der Umwelt. (Quantitativ intensivere Beziehungen innerhalb des Systems)
- Innerhalb des Systems passiert etwas anderes als außerhalb des Systems. (Die Beziehungen innerhalb des Systems sind qualitativ produktiver als außerhalb)
- Systeme sind daher als von der Umwelt abgegrenzte (bzw. sich abgrenzende) Einheiten anzusehen.
- Energie: Systeme müssen zu ihrer Aufrechterhaltung mit Energie versorgt werden. Die Energie hat einen großen aber nur unspezifischen Einfluss. Die Energie wird auch als Kontrollparameter bezeichnet.

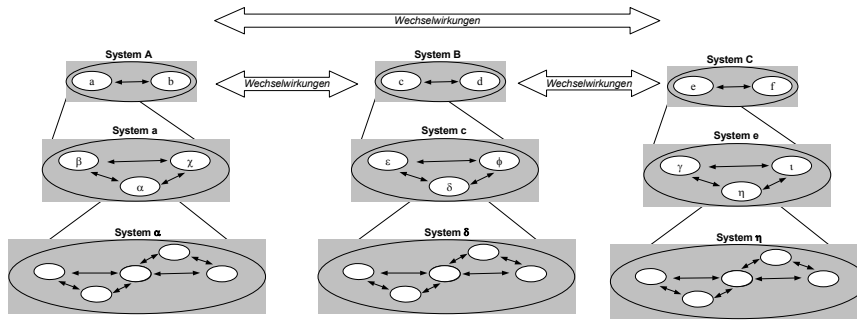
Offenheit der Definition

- Verschiedene Systemtheorien füllen die Definition des Systembegriffs auf unterschiedliche Weise:
 - Was genau ist ein Element?
 - Was genau sind die Beziehungen zwischen den Elementen?
 - Wie sieht der typische Aufbau aus, was ist die typische Systemstruktur?
- Je nachdem, wie die Definition konkretisiert wird, folgen typische, mögliche Verhaltensweisen der Systeme.
 - Positives Feedback: Teufelskreis / Engelskreis
 - Negatives Feedback: Regelkreise oder Zyklen
 - Gemischtes Feedback: Chaos ist möglich

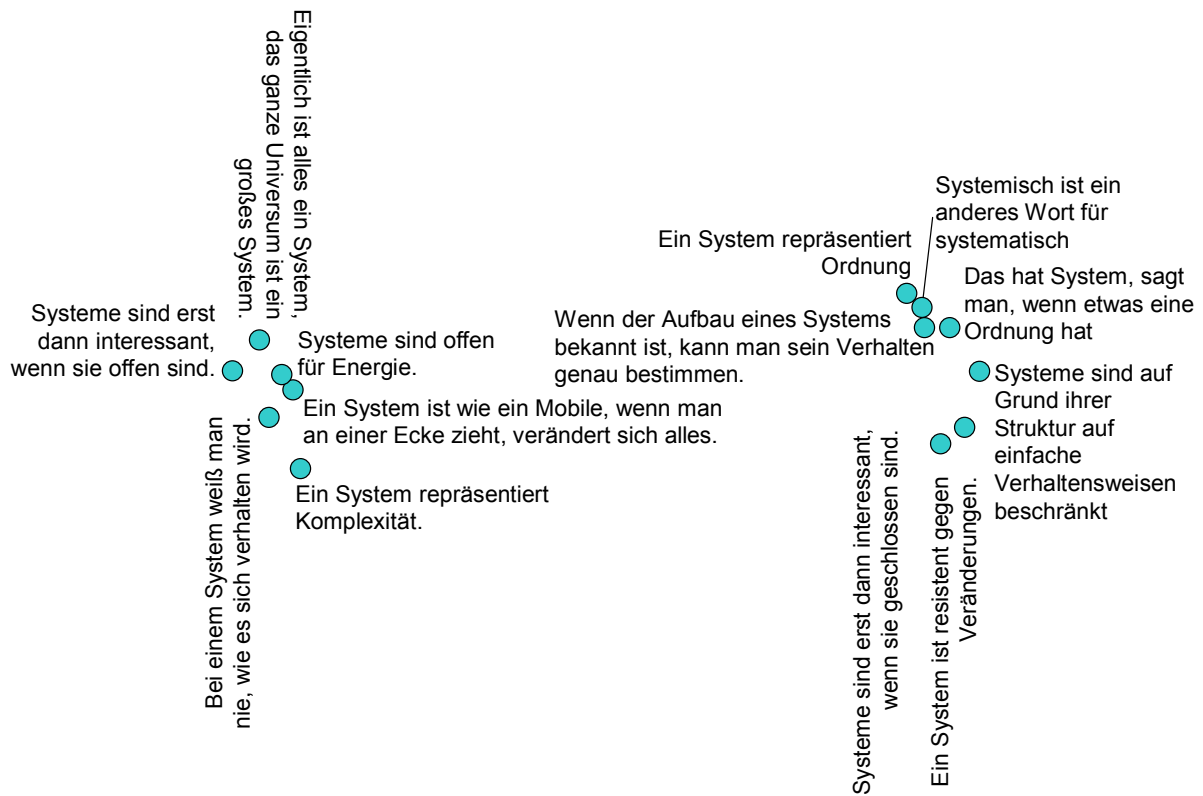
Hierarchische Verknüpfungen



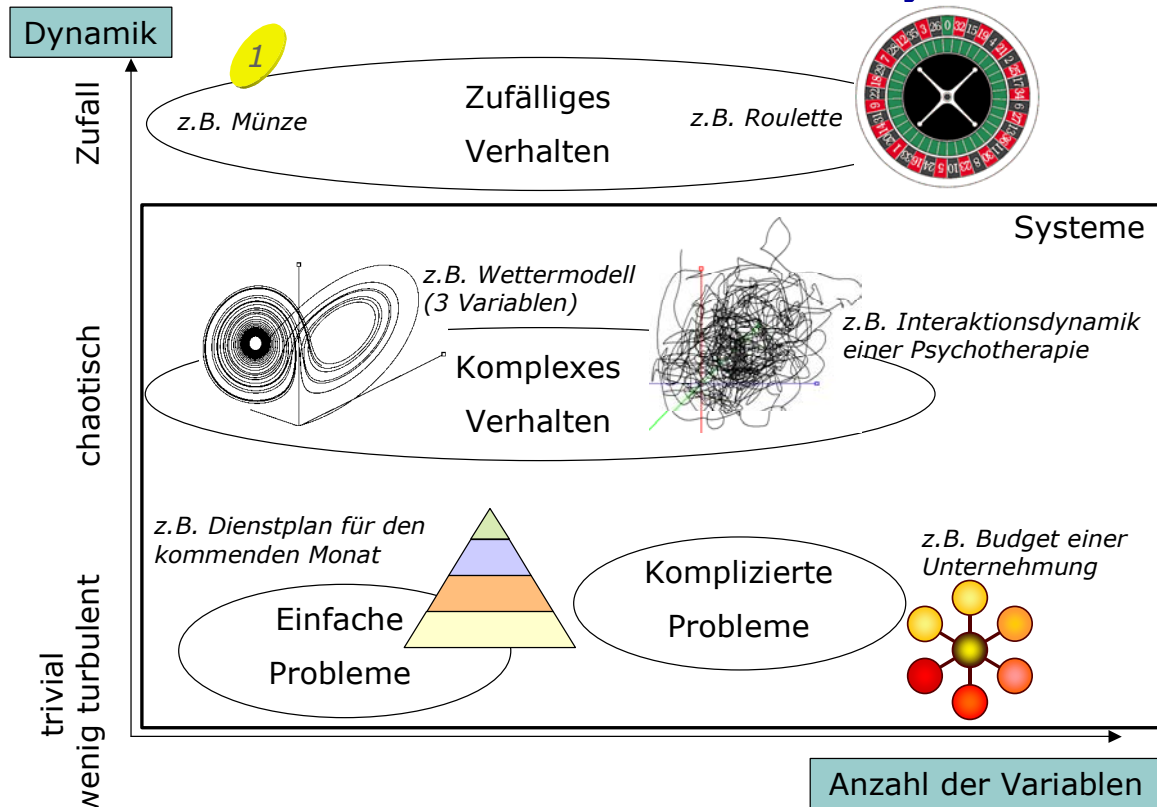
Heterarchische Verknüpfungen



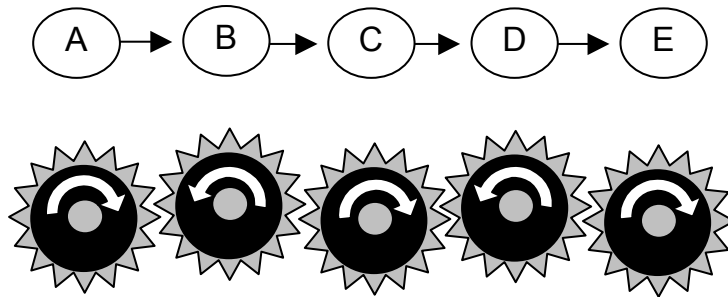
3 Komplexität und Ordnung



Problemdynamiken



4 Mechanik



Lineales System

Der Mensch eine Maschine?



5 Positives Feedback

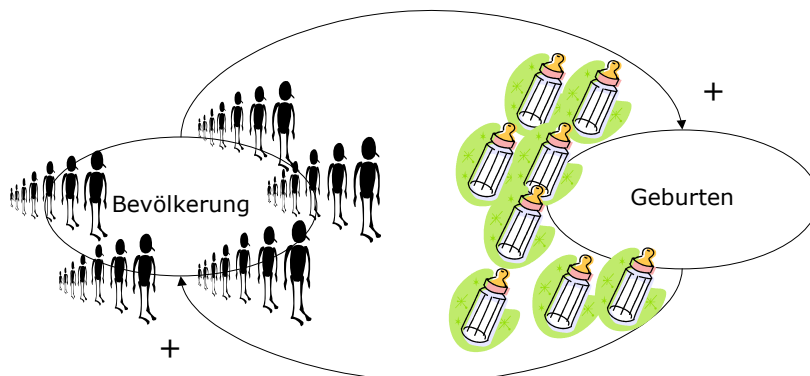


Bei Verstärkungsprozessen wird jede auftretende Bewegung verstärkt und erzeugt eine noch stärkere Bewegung in dieselbe Richtung.

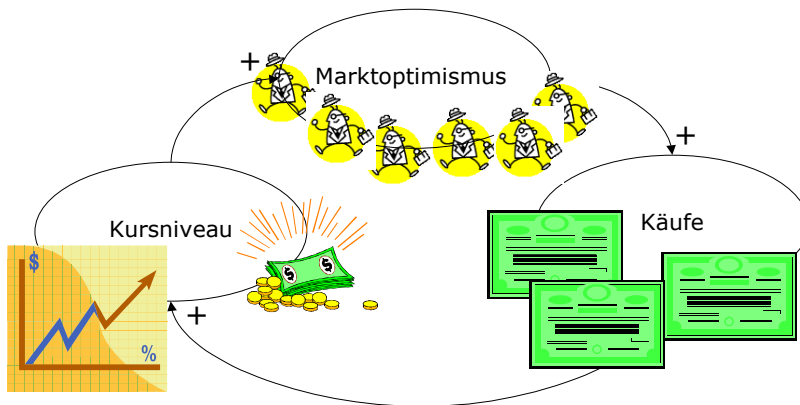
Positive Rückkopplungsprozesse

- Wirkung und Rückwirkung verstärken einander gegenseitig.
- Führen zu einer Explosion nach oben oder unten.
- Beispiele: Zinseszins und Schneeballeffekte, Lohn-Preis-Spirale, Bankkräche.

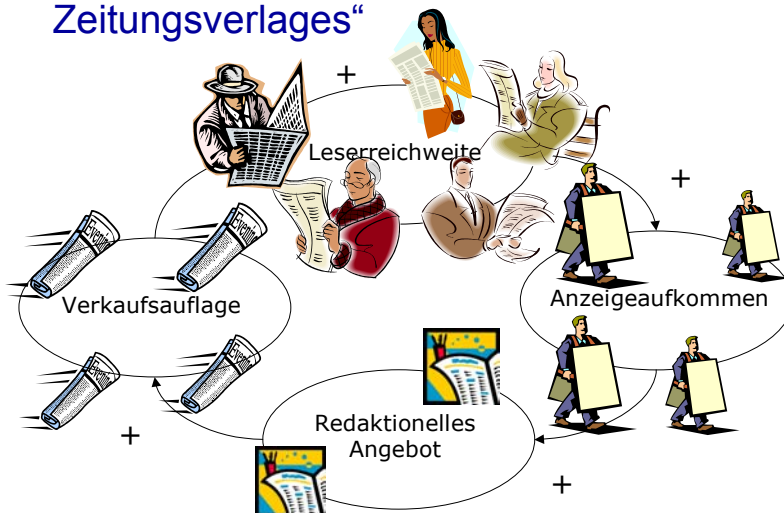
Beispiel „Bevölkerungswachstum“



Beispiel „Börseboom“



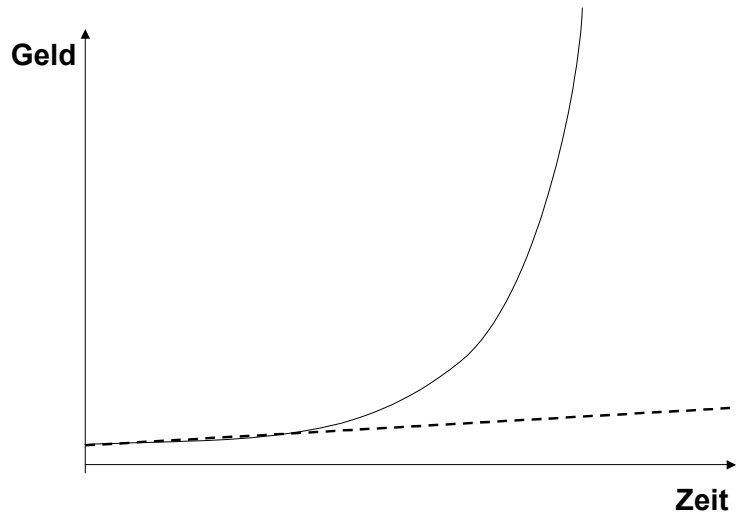
Beispiel „Dynamik eines Zeitungsverlages“



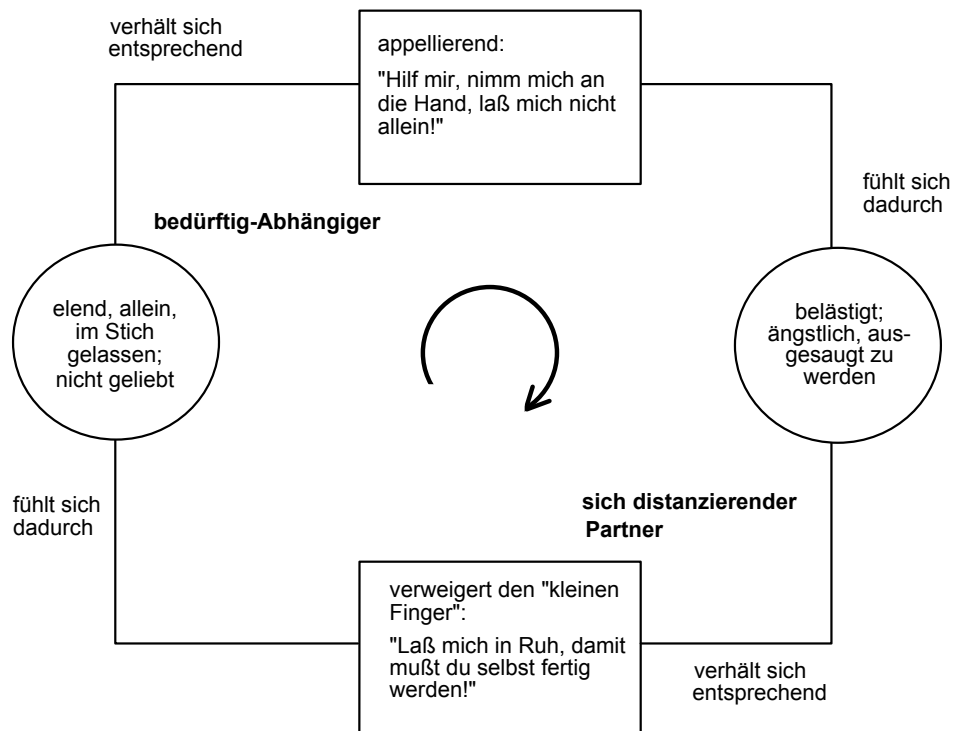
Josef-Pfennig – Josef-Cent

Wenn Josef zu Jesu Geburt **einen Cent** zu 5% Zinsen angelegt hätte, wie hätte sich dieser Geldbetrag bis zum Jahre 2009 entwickelt?

Zeitliche Entwicklung



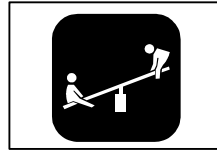
Teufelskreis / Engelskreis



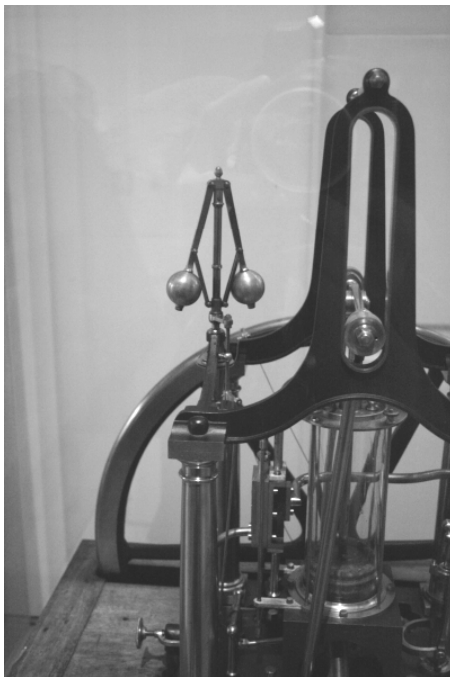
6 Negatives Feedback

6.1 Homöostase

Gleichgewichtsschleifen



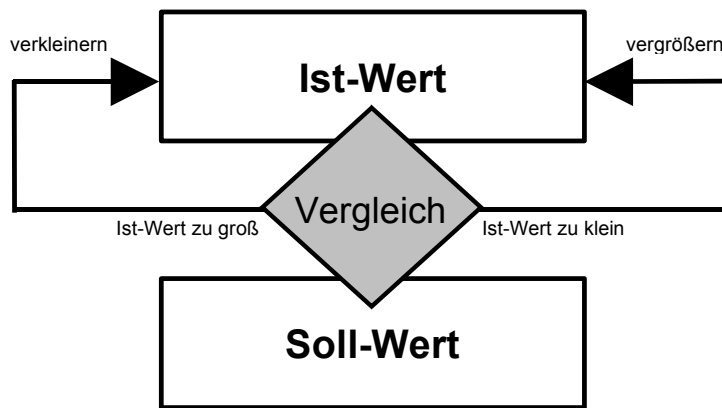
Bei Gleichgewichtsschleifen (negativer Rückkopplung) verlaufen Wirkung und Rückwirkung entgegengesetzt und kontrollieren sich so gegenseitig. Die Wirkung hemmt also die Ursache!



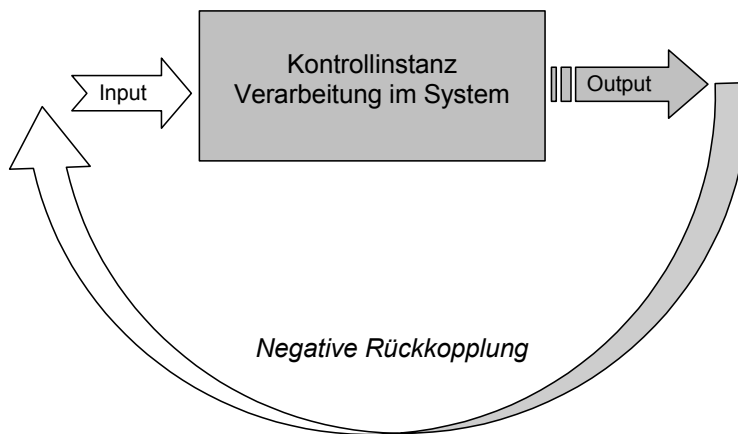
Die Wurzel aus a

$$x_{n+1} = \frac{1}{2} \left(x_n + \frac{a}{x_n} \right)$$

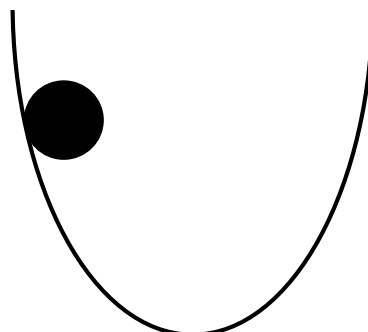
Kybernetik



Regelkreis I



Ein Regelkreis ist ein nichtlineales System



Soll-Wert
(Fixpunkt)

Physiokratismus



François Quesnay (1694-1774)

In der Lehre zur Herrschaft der Natur, dem Physiokratismus, die von François Quesnay (1694-1774) entwickelt wurde, heißt es, dass ein guter Regent am besten gar nicht regiert und alles den Naturgesetzen überlässt, so dass sich das wohlgeordnete Gleichgewicht der Natur am besten entfalten kann.

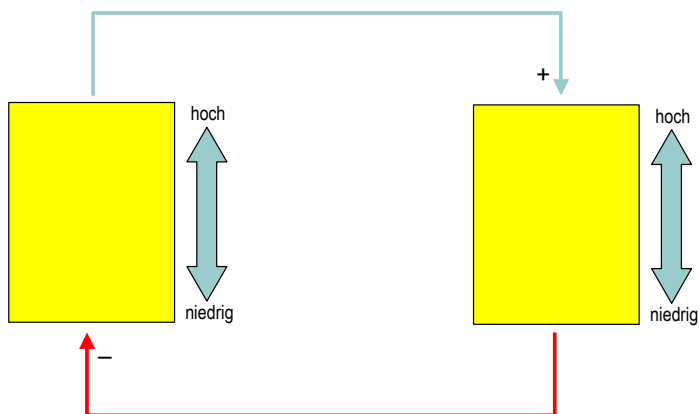
Freiheit?



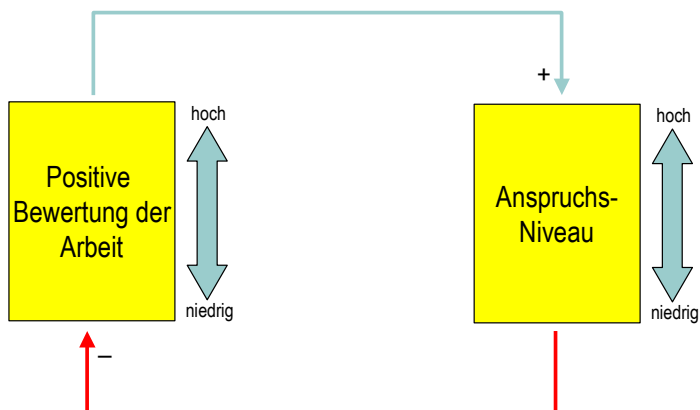
Adam Smith (1723-1790)

Mit dem Verzicht auf alle staatlichen Begünstigungs- und Beschränkungssysteme „stellt sich das klare und einfache System der natürlichen Freiheit von selbst her.“

Typischer Aufbau eines Regelkreises

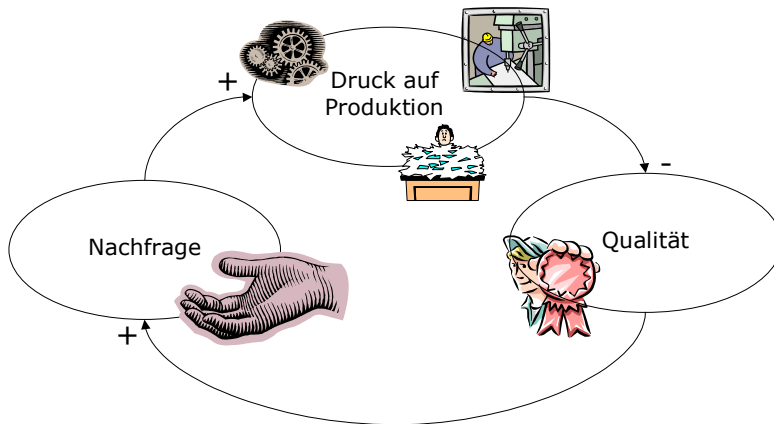


Arbeitszufriedenheit

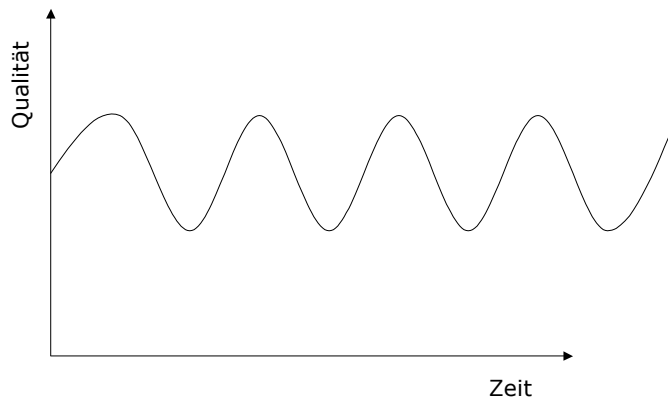


6.2 Schwingung

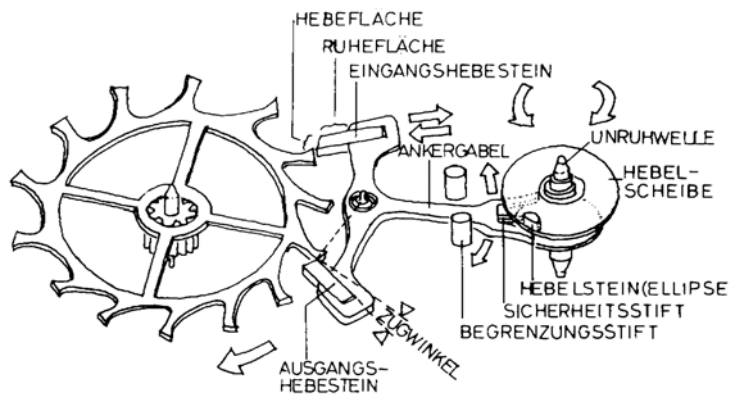
Beispiel „Nachfrage-/Qualitätszyklus“



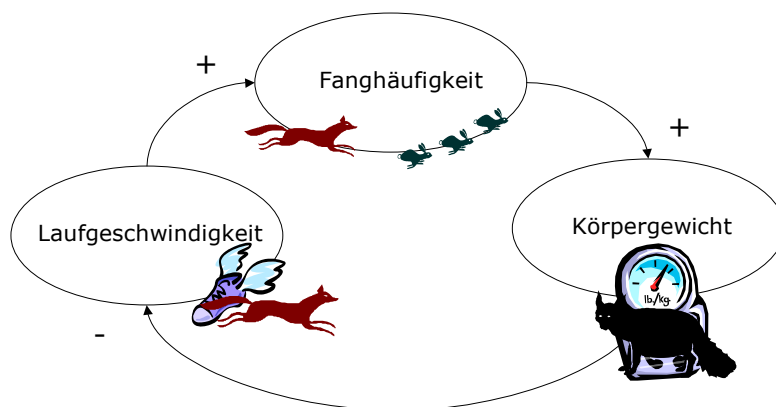
Beispiel „Nachfrage-/Qualitätszyklus“



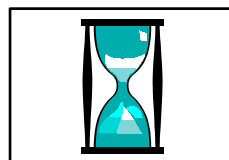
Schwingung



Beispiel „Wenn die Füchse zu viel fressen“

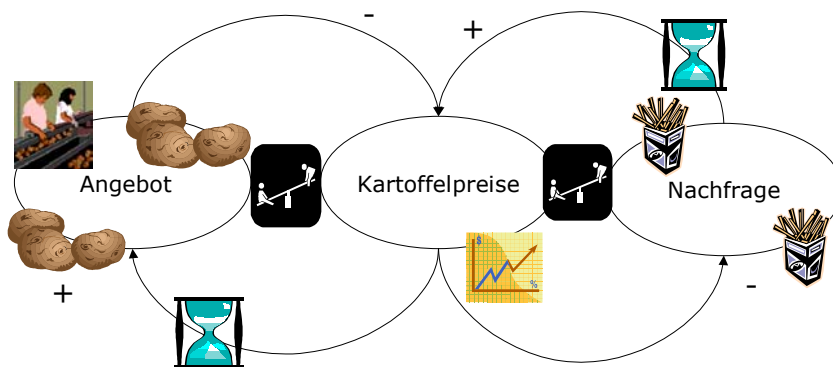


7 Verzögerungen

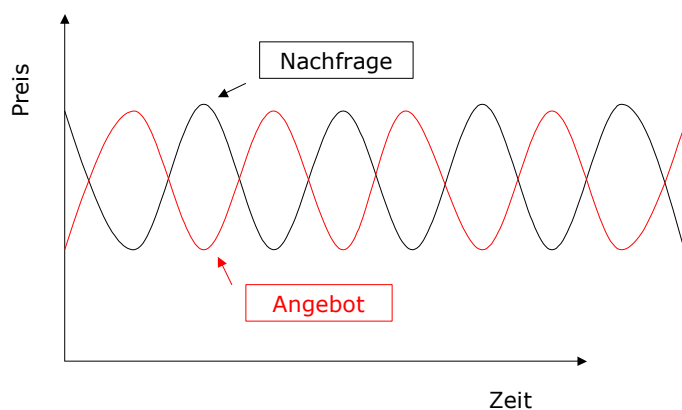


Sowohl bei verstärkenden als auch bei kompensatorischen Kreisläufen kommt es häufig zu Verzögerungen. Verzögerungen zwischen Handlungen und Konsequenzen verleiten dazu, über das Ziel hinauszuschießen, so dass man mehr tut, als nötig wäre.

Beispiel „Angebot-/Nachfragezyklen“



Beispiel „Angebots-/Nachfragezyklen“



Zusammenfassung

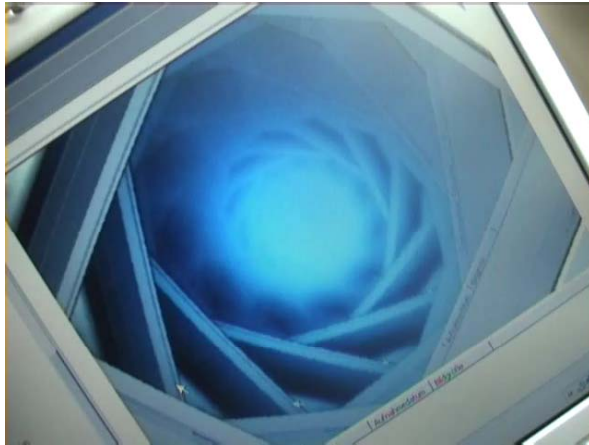
- **Positives Feedback.**
Problem: Unterschätzung des exponentiellen Wachstums.
- **Negatives Feedback.**
Problem: Unterschätzung der Selbstregulation.
- **Verzögerungseffekte.**
Problem: Neigung zur Übersteuerung.
- **Schwellenwerte.**
Problem: Diskontinuierliche Sprünge erschweren die Vorhersage.

Dennoch...

Jedes der diskutierten Systeme ist mathematisch optimierbar, plan- und steuerbar.

Es handelt sich um „einfache“ oder „komplizierte“ Probleme, nicht jedoch um „komplexe“ Probleme.

Videofeedback



8 Deterministisches Chaos



Das Systemverhalten ist nur sehr begrenzt vorhersehbar. Dies hat seinen Grund in der sensiblen Abhängigkeit des Systemverhaltens von den Ausgangsbedingungen bzw. von minimalen „Störeinflüssen“ oder Interventionen von Seiten der Umwelt (sog. „Schmetterlingseffekt“).

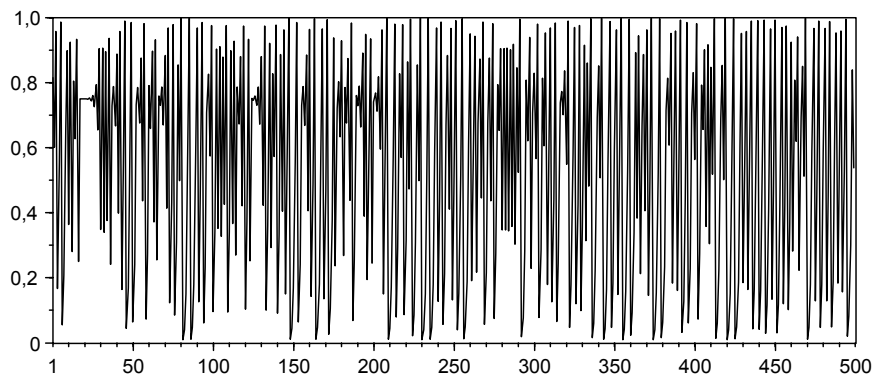
Verhulst-System

$$x_{n+1} = rx_n(1 - x_n). \quad x_{n+1} = rx_n - rx_n^2$$

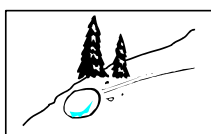
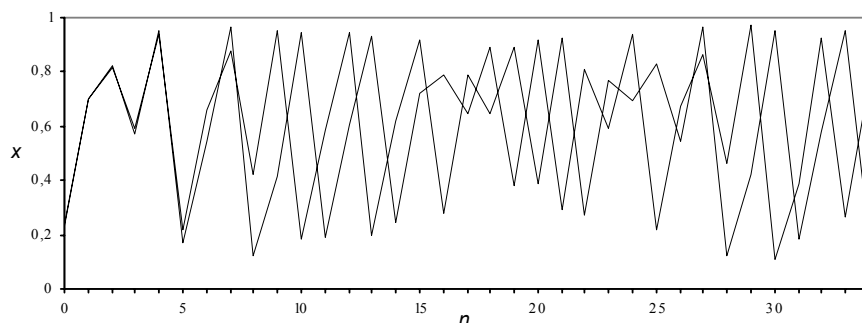
Verhulst-System

Sehr gute Lebensbedingungen

$$r = 3,9$$



Schmetterlingseffekt



Exponentielles (lawinenartiges)
Fehlerwachstum

Lebensbedingungen

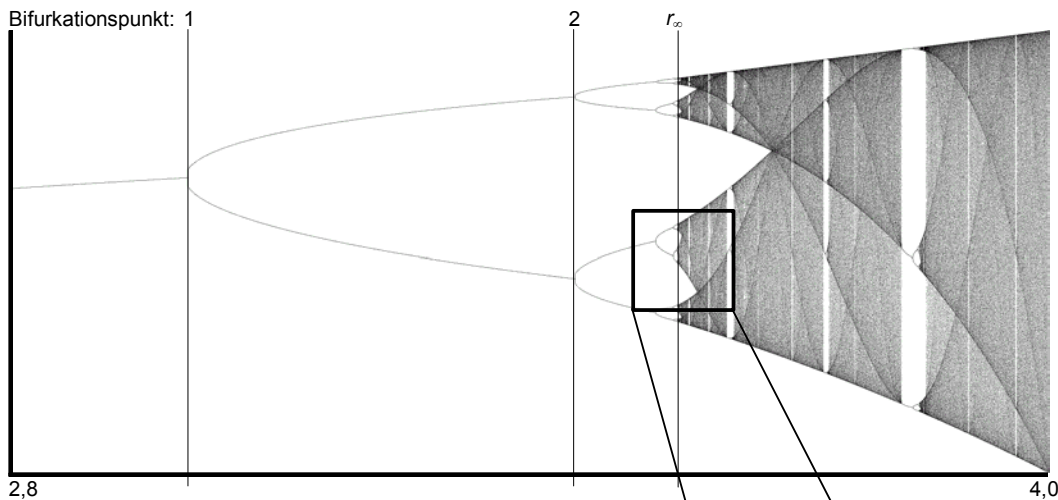
	schlecht (LB = 2,8)	mittelmäßig (LB = 3,2)	sehr gut (LB = 3,9)
Startwert	0,60	0,60	0,60
1. Jahr	0,67	0,77	0,94
2. Jahr	0,63	0,57	0,23
3. Jahr	0,66	0,78	0,70
4. Jahr	0,63	0,54	0,82
5. Jahr	0,65	0,80	0,57
6. Jahr	0,64	0,52	0,96
7. Jahr	0,64	0,80	0,17
8. Jahr	0,64	0,52	0,54
9. Jahr	0,64	0,80	0,97
10. Jahr	0,64	0,51	0,12
11. Jahr	0,64	0,80	0,42
12. Jahr	0,64	0,51	0,95
13. Jahr	0,64	0,80	0,20
14. Jahr	0,64	0,52	0,60
15. Jahr	0,64	0,80	0,93

ab dem 6. Jahr stabil
ab dem 9. Jahr alternierend
kein Muster erkennbar

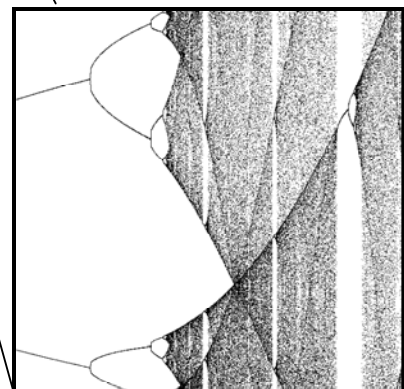
Verschiedene Entwicklungsszenarien für die Verhulst-Gleichung

Die Tabelle zeigt die Entwicklung von Populationen, wie sie aus der Verhulst-Gleichung für verschiedene Lebensbedingungen folgen. Die Berechnung erfolgte mit 12 Stellen nach dem Komma und wird hier gerundet wiedergegeben (Tabelle aus Strunk und Schiepek, 2006).

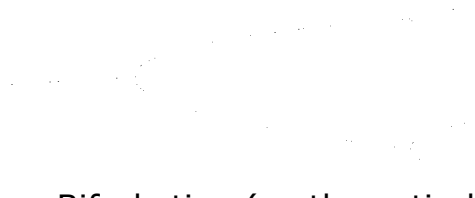
Feigenbaum-Szenario



- $r < 1$: Aussterben
- $1 < r < 3$: Homöostase, Regelkreisverhalten
- $3 < r < 3,449490\dots$: zyklisch mit Periode 2
- $3,449490\dots < r < 3,544090\dots$: zyklisch mit Periode 4
- $3,544090\dots < r < 3,568759\dots$: zyklisch mit Periode 8
- ... zyklisch mit Periode 16
- ... zyklisch mit Periode 32
- ... zyklisch mit Periode 64
- $r > 3,569946\dots$ Periode ∞ (aperiodisch)

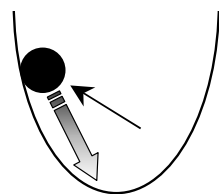


Bifurkation – Phasenübergang



- Bifurkation (mathematisch) = Phasenübergang (physikalisch).
- Verzweigung im Systemverhalten, die zu einem qualitativ neuem, anderen Verhalten führt (Wasser wird zu Eis oder gasförmig).
- Diskontinuierlicher Bruch des Verhaltens, dramatische Verhaltensänderung.
- Ein Phasenübergang ist ein umfassender Change-Prozess.
- Er wird durch Energieveränderungen ausgelöst.

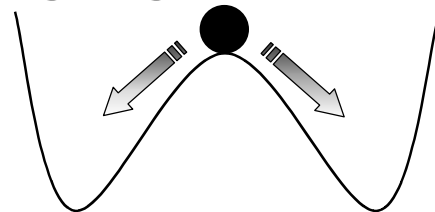
Phasen eines Phasenüberganges



(a) im Attraktor



(b) kritisches
Langsamerwerden

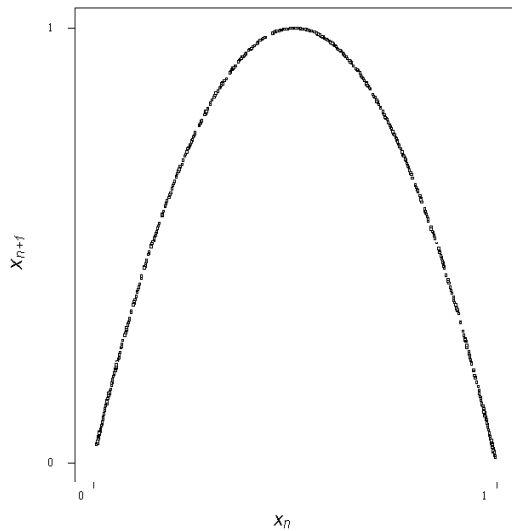


(c) Bifurkationspunkt

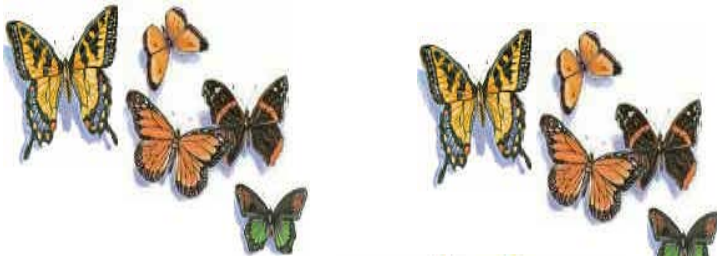
Veränderung der Potenziallandschaft bei einer Bifurkation

Potenziallandschaften kartieren das Verhalten eines Systems mit der Hilfe von Hügeln und Tälern. Ein Tal zeigt dabei die „Anziehungskraft“ eines Attraktors und dessen räumliche Ausdehnung. Dieses Einzugsgebiet wird vielfach auch als *Bassin* bezeichnet. Das Systemverhalten wird in Potenziallandschaftsdarstellung abstrahiert dargestellt und bezieht sich allein auf die Stabilität der Dynamik und nicht auf den konkreten Prozess. Die in der Abbildung schwarz dargestellte Kugel kann damit für einen Grenzyklus, ein chaotisches oder jedes andere Verhalten stehen. Durch die Veränderung von Kontrollparametern kommt es in der Nähe von Bifurkationspunkten zu einer starken Veränderung des Einzugsgebietes des Attraktors. Sein *Bassin* wird zunächst flacher (b) und wandelt sich im Bifurkationspunkt (c) zu einem Potenzialhügel (Repellor), der das Systemverhalten in einen von mehreren möglichen neuen Zuständen zwingt (Abbildung aus Strunk & Schiepek, 2006).

Attraktor des Verhulst-Systems



Edward Lorenz (1963) und das Wetter



Die Wettergleichungen:

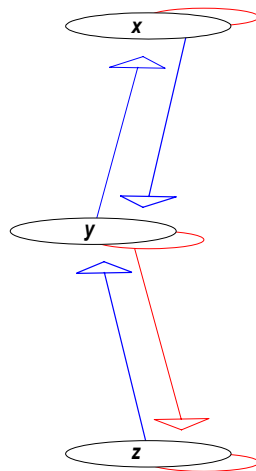
$$\dot{x} = -sx + sy$$

$$\dot{y} = -xz + rx - y$$

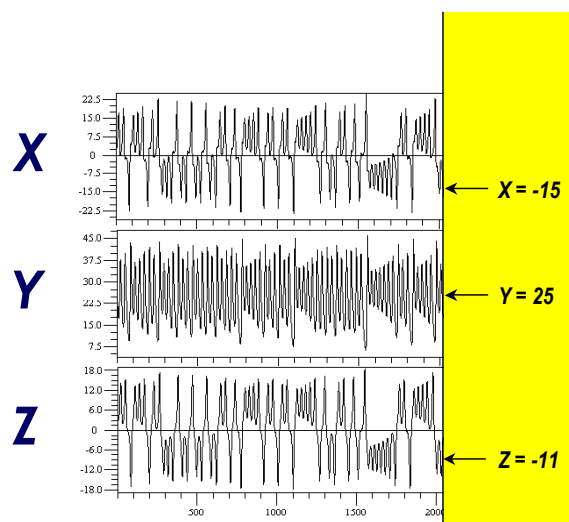
$$\dot{z} = xy - bz$$

Energie (Parameter):

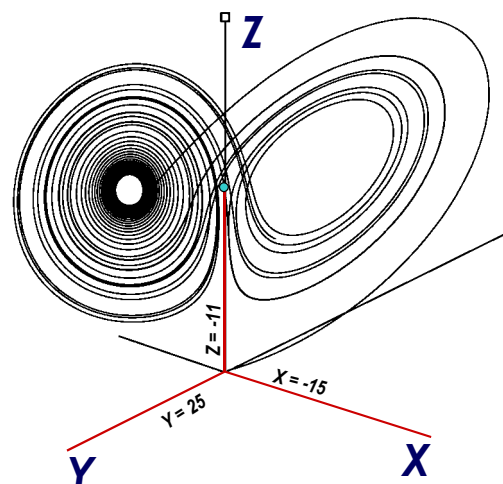
$$r=28, s=10, b=8/3$$



Zeitreihen



Phasenraumdarstellung



Voraussetzungen für Chaos

- Feedback (**Nichtlinearität**)
- Gemischtes Feedback (positiv und negativ)
- Mindestens 3 interagierende Variablen (Verhulst ist eine seltene Ausnahmen)
- Mindestens eine Wechselwirkungsbeziehung ist nichtlinear (**Nichtlinearität**)
- Genügend hoher Energiedurchfluss (energetisch geschlossene Systeme zeigen immer nur Fixpunktverhalten) (**Dissipation**)
- Vorsicht: auch ein chaosfähiges System ist nicht immer und in jedem Fall chaotisch

Bedeutung von Chaos

- Selbstorganisation: Ausbildung komplexer Ordnung
- Chaos bedeutet die gigantische Verstärkung kleinster Unterschiede (inputsensibel)
- Chaos ist flexibel und damit „lernfähig“
- Beim Menschen bedeutet Chaotizität häufig körperliche und geistige „Gesundheit“
- Bei technischen Geräten stört häufig die fehlende Prognostizierbarkeit
- Chaos verletzt die Kausalität

Systemkompetenz

- Akzeptanz von Vorhersagegrenzen.
- Umgang mit Komplexität erfordert Fehlerfreundlichkeit.
- Umgang mit Komplexität erfordert Flexibilität.
- Schuldzuweisungen bringen nichts.
- Jedes System kann auch anders.
- „Kugelschieben“ funktioniert nicht.
- Wenn direkte Steuerung nicht möglich ist müssten Methoden der indirekten Einflussnahme angewendet werden.

9 Literatur

Weiterführendes zu den folgenden Themen:

- Systemisches Denken
- Was ist ein System?
- Hintergründe der traditionellen Sichtweise: Klassische Mechanik
- Feedbacksysteme – Nichtlinearität
- Positives Feedback
- Negatives Feedback
- Oszillation
- Deterministisches Chaos
- Systemische Psychologie
- Bio-Psycho-Soziales Gesundheits- und Krankheitsmodell
- Optische Täuschungen und Systemische Wahrnehmung

Strunk, G. & Schiepek, G. (2006) *Systemische Psychologie. Eine Einführung in die komplexen Grundlagen menschlichen Verhaltens*. Heidelberg: Spektrum Akademischer Verlag

Weiterführendes zu den folgenden Themen:

- Verzögerungen
- Grenz- und Schwellenwerte
- Archetypen

Senge, P. M. (1996) *Die fünfte Disziplin*. Stuttgart: Klett-Cotta

Weiterführendes zu den folgenden Themen:

- Papiercomputer

Vester, F. (1999) *Die Kunst vernetzt zu denken: Ideen und Werkzeuge für einen neuen Umgang mit Komplexität*. Stuttgart: Deutsche Verlags-Anstalt