

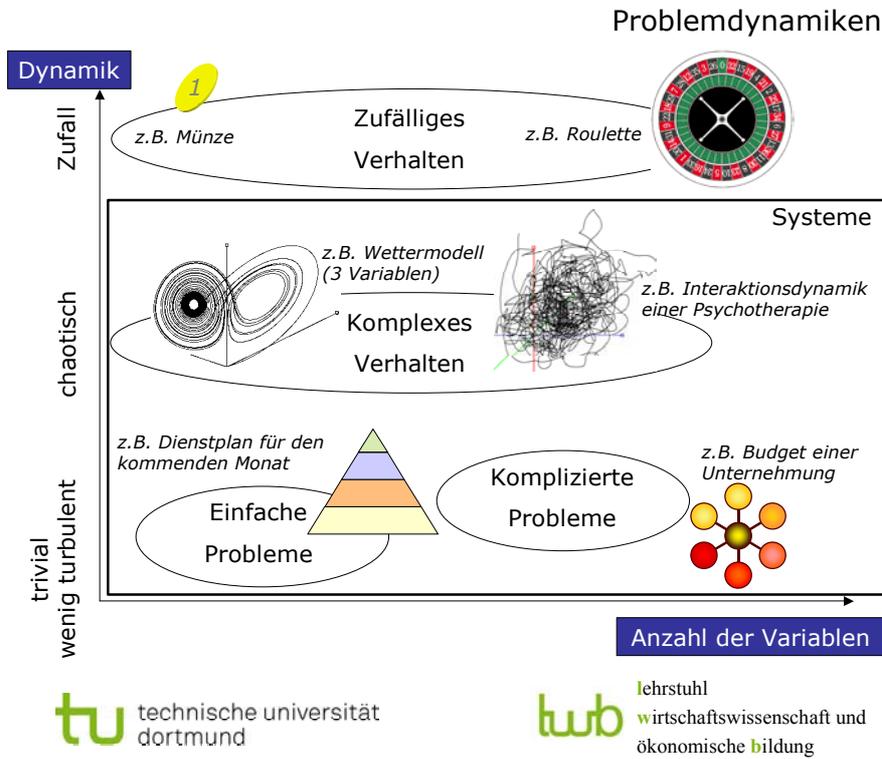
Wiederholung

Was ist ein System?

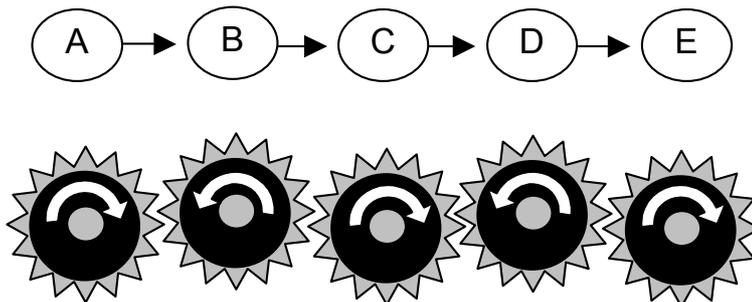
- **Die Abgrenzung eines Systems ist subjektiv: Sie ist der Versuch Ordnung in die Unordnung zu bringen. Bestimmte Dinge werden ausgeblendet um zu vereinfachen. Aber es sollten keine Variablen herauslassen werden, die für die Aufrechterhaltung der Funktion/des Verhaltens notwendig sind.**
- **Ein System besteht aus Elementen und Beziehungen zwischen den Elementen.**
- **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



Mechanik



Lineales System

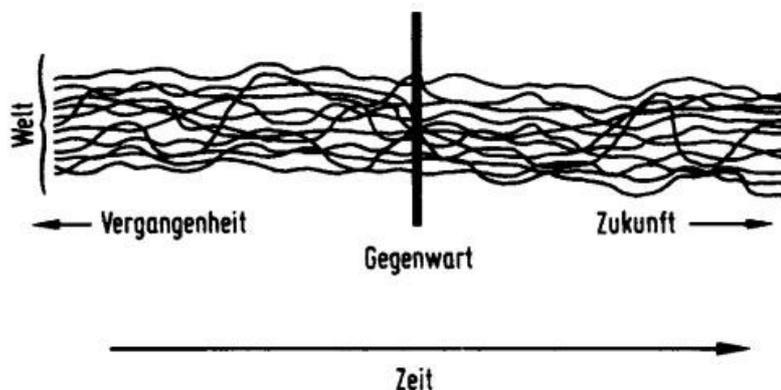
Laplace



Pierre Simon Laplace (1749 bis 1827)

"Der momentane Zustand des ‚Systems‘ Natur ist offensichtlich eine Folge dessen, was er im vorherigen Moment war, und wenn wir uns eine Intelligenz vorstellen, die zu einem gegebenen Zeitpunkt alle Beziehungen zwischen den Teilen des Universums verarbeiten kann, so könnte sie Orte, Bewegungen und allgemeine Beziehungen zwischen all diesen Teilen für alle Zeitpunkte in Vergangenheit und Zukunft vorhersagen".

Vergangenheit, Gegenwart & Zukunft



Beer Game

Was ist im Spiel passiert?

1. Wachsende Nachfrage, die nicht befriedigt werden kann.
2. Überall im System steigen die Bestellungen an.
3. Die Lagerbestände schrumpfen.
4. Lieferungen treffen in Massen ein, während die Auftragsgänge schlagartig zurückgehen.
5. Am Ende sitzen fast alle Spieler auf riesigen Lagerbeständen, die nicht verkauft werden können.

Beer Game (2)

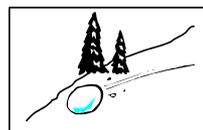
Was im Spiel passiert – aus Studien bekannt

1. Zunehmende Entkopplung der Prozesse von der realen Kundennachfrage. Die Probleme sind beim Großhändler größer als beim Einzelhändler, beim Verteiler größer als beim Großhändler und in der Brauerei am größten.
2. Schuldzuweisungen an andere sind nicht selten.
3. Spielt man das Spiel länger, so bilden sich Wellenbewegungen heraus, die alle 20 Wochen neu auftreten.
4. Wer trägt aber wirklich die Schuld an der Misere?

Feedbacksysteme



Verstärkungsschleifen

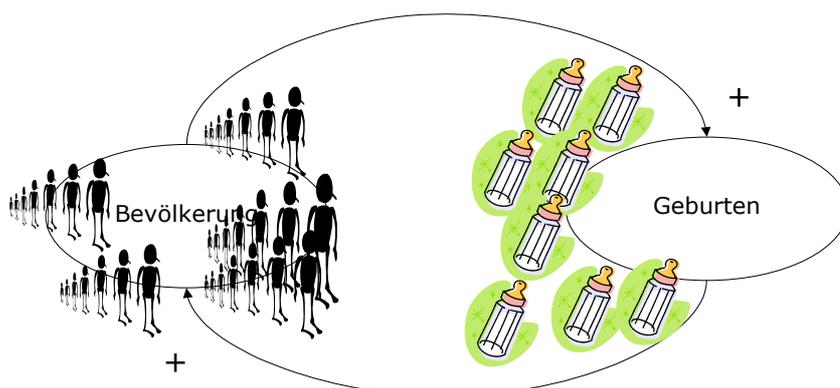


Bei Verstärkungsprozessen wird jede auftretende Bewegung verstärkt und erzeugt eine noch stärkere Bewegung in dieselbe Richtung

Verstärkungsschleifen

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

Beispiel „Bevölkerungswachstum“



Wachstum? Positives Feedback?

ZEIT ONLINE | WISSEN

DEMOGRAFIE

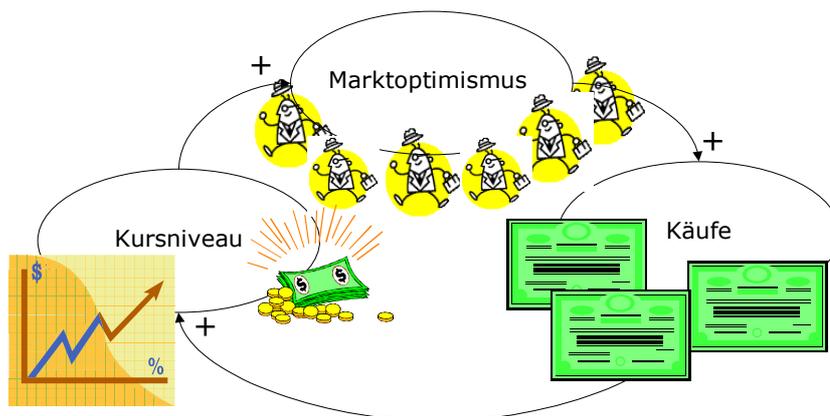
In Deutschland werden so wenig Babys geboren wie nie

1,36 Kinder pro Frau – das ist der Durchschnitt, den das Statistische Bundesamt für 2009 errechnet hat. Die Zahl der Geburten in Deutschland ist damit weiter gesunken.

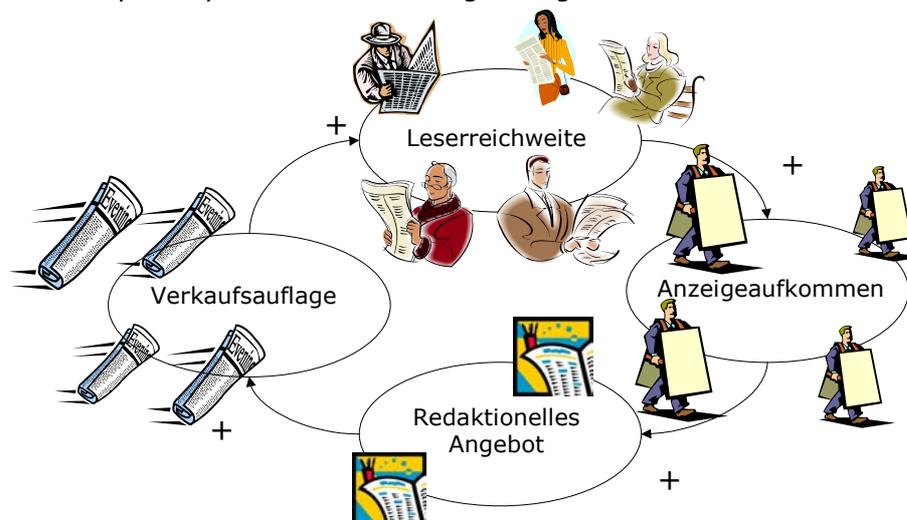
12. November 2010 - 11:08 Uhr



Beispiel „Börseboom“



Beispiel „Dynamik eines Zeitungsverlages“

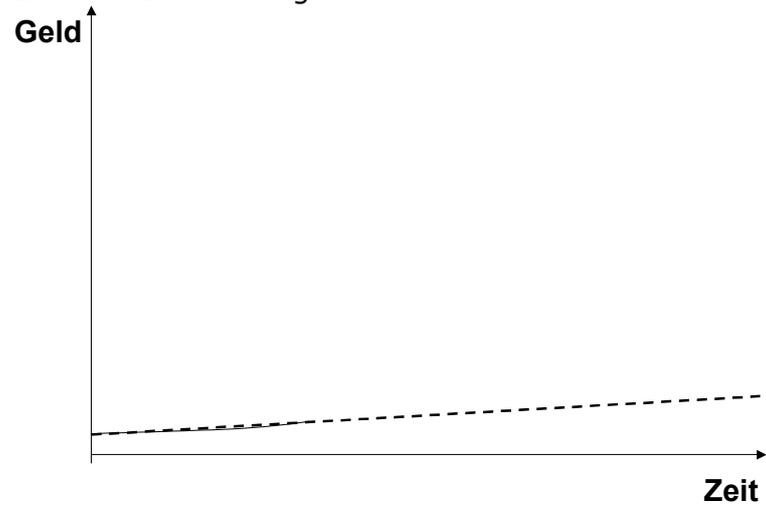


Josef-Pfennig – Josef-Cent

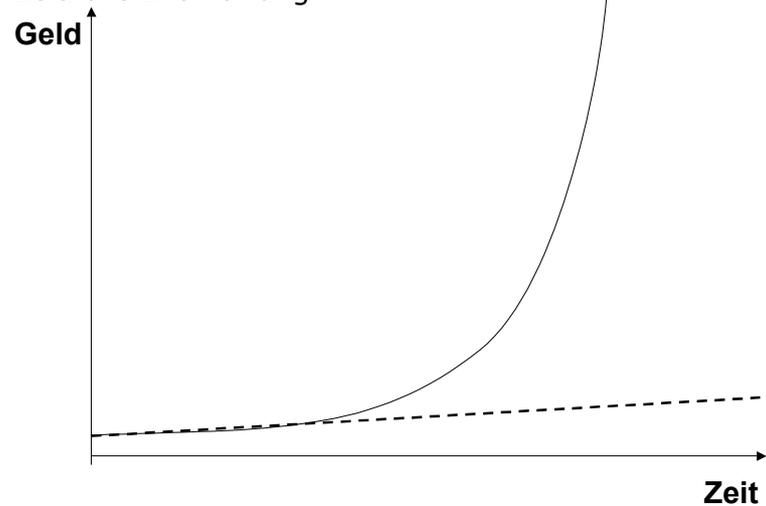
Wenn Josef zu Jesu Geburt **einen Cent** zu 5% Zinsen angelegt hätte, wie hätte sich dieser Geldbetrag bis zum Jahre 2010 entwickelt?

[Berechnung](#)

Zeitliche Entwicklung



Zeitliche Entwicklung



Reiskorn

Als Lohn verlangte der Schachspieler **nur** ein Reiskorn auf dem ersten Feld des Schachbretts und von Feld zu Feld eine Verdopplung der Zahl der Reiskörner.

[Berechnung](#)

Froschbeispiel



$$49 \text{ Tag} = 1/2$$

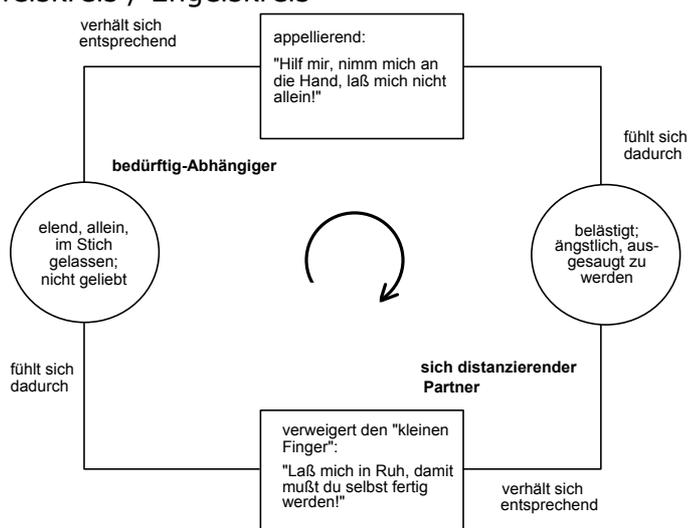
$$48 \text{ Tag} = 1/2 \times 1/2$$

$$47 \text{ Tag} = 1/2 \times 1/2 \times 1/2$$

$$\left(\frac{1}{2}\right)^{10} = 0,00098$$



Teufelskreis / Engelskreis



Gleichgewichtsschleifen



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

Kybernetik Grundidee

Im Kern des Ansatzes steht der Regelkreis, die Homöostase, ein stabiles (Fließ-)Gleichgewicht.

Es geht also um die Aufrechterhaltung bestimmter Systemparameter in sich verändernden Umwelten.

Die grundlegende Arbeit stammt von Norbert Wiener „Cybernetics, or control and communication in the animal and the machine“ (Wiener 1948)

Feedbacksysteme



Feedbacksysteme



Kybernetik Begriffsbestimmung

„ **Kybernetik** ist von dem griechischen Ausdruck für Steuermann, **kybernetes**, abgeleitet. Von demselben Wort rührt, über die lateinische Korrumpierung **gubernator**, der Ausdruck **governor** her, welcher lange Zeit zur Bezeichnung für einen bestimmten Regelmechanismus verwendet wurde.

[...].

Das Grundkonzept, welches [...] die Kybernetiker mit der Wahl des Begriffes zum Ausdruck bringen wollten, besteht in einem rückgekoppelten Regelungssystem.“

(Wiener N (1948/2002) Kybernetik (engl. Original: Cybernetics). In: Dortzler B (Hrsg) *Futurum Exactum*. Springer, Wien, S. 15-29)

Balance - Familientherapeutischer Zugang

Im Rahmen der Familientherapie von Watzlawick und anderen stand das Konzept der Homöostase im Zentrum der Beschreibung von Familien.

Jay Haley (systemisch-strategische Familientherapie der Palo Alto Gruppe) z.B. schreibt: „Nimmt man an, dass Leute in bestehenden Beziehungen als ‚Regler‘ in der Beziehung zueinander funktionieren, und nimmt man einmal an, dass es die Funktion des Reglers ist, Veränderungen minimal zu halten, dann ergibt sich daraus der erste Grundsatz menschlicher Beziehungen: Wenn eine Person eine Veränderung in ihrer Beziehung zu einem anderen andeutet, wird sich der andere in einer Weise verhalten, die diese Veränderung so gering und so gemäßigt wie möglich halten soll.“

(zitiert in: Kriz J (1994) *Grundkonzepte der Psychotherapie. Eine Einführung*. Beltz, Weinheim, S. 247)

Fibonacci – Leonardo da Pisa

Zur Zeit 0 wird ein Kaninchenpaar geboren. Nach einem Monat ist dieses Paar reif und bringt einen Monat später ein neues Kaninchenpaar zur Welt und fährt in dieser Weise fort (d.h. jeden Monat wird dem ursprünglichen Paar ein neues Paar geboren).

Überdies reift jedes neue Kaninchenpaar nach einem Monat und beginnt einen Monat danach damit, jeden Monat ein Nachkommenpaar in die Welt zu setzen und dies ohne Ende.

Man geht davon aus, dass die Kaninchen unsterblich sind. Wie groß ist die Anzahl der Paare nach n Monaten?

[Berechnung](#)

Der goldene Schnitt

Die Cheops-Pyramide beispielsweise war so geplant, dass sie in ihren Abmessungen nicht nur den Wert π verkörperte, sondern in ihren Maßverhältnissen auch noch eine andere und sogar noch nützlichere konstante Proportion festhielt, die in der Neuzeit nach dem griechischen Buchstaben φ bezeichnet wurde. hat einen Wert von 1,618.

Wenn man die Seitenhöhe der Pyramide (356 Ellen) durch die halbe Seitenlänge des Grundflächenquadrates (220 Ellen) teilt, ist das Resultat $89/55$ oder 1,618. Die Ägypter zur Zeit der Pharaonen betrachteten φ nicht lediglich als eine Zahl, sondern auch als ein Symbol des schöpferischen Vermögens oder immer neuer Gestaltung in einer unendlichen Folge.

Der goldene Schnitt

Die merkwürdige, vielleicht einzigartige Tatsache, dass

$$\varphi + 1 = \varphi^2 \text{ und } 1 + (1 / \varphi) = \varphi$$

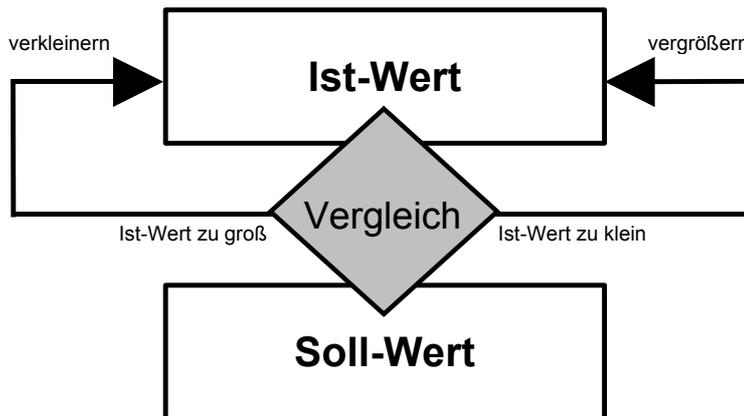
ist, führt zu einer Reihe, die als Fibonacci-Reihe bekannt ist.

In der Renaissance diente die Phi-Proportion oder der goldene Schnitt, wie sie von Leonardo da Vinci bezeichnet wurde, als die Regel, die der Komposition großer Kunstwerke jener Zeit zugrunde lag.

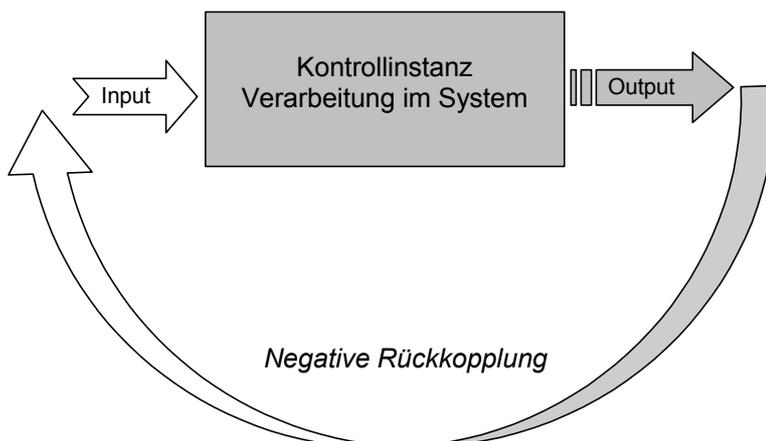
Die Wurzel aus **a**

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

Kybernetik

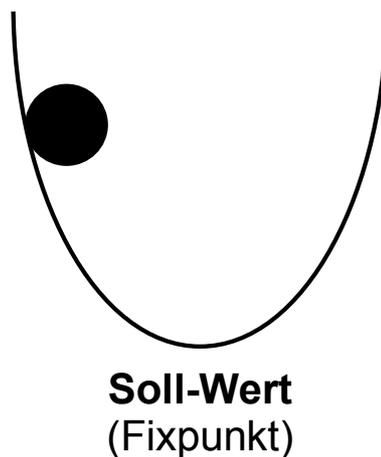


Regelkreis I



Ein Regelkreis ist ein nichtlineales System

Regelkreis II



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.

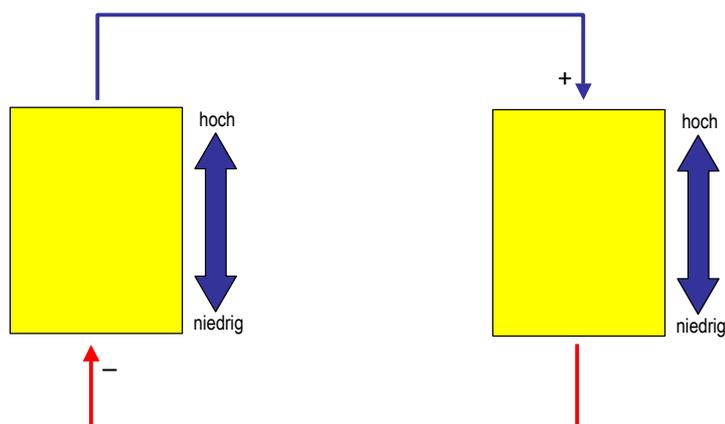
Freiheit?



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



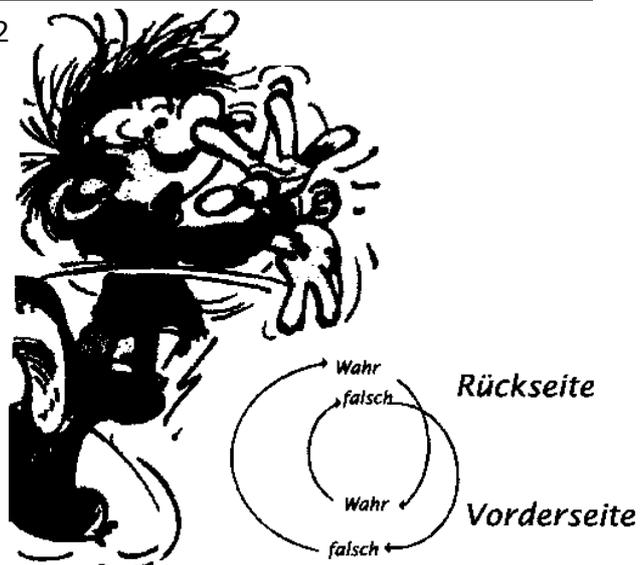
Arbeitszufriedenheit

Fallbeispiel

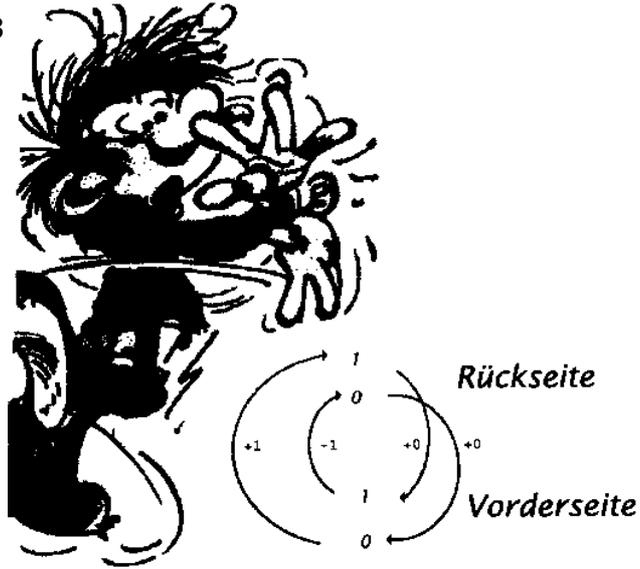
Kartenbeispiel 1



Kartenbeispiel 2



Kartenbeispiel 3



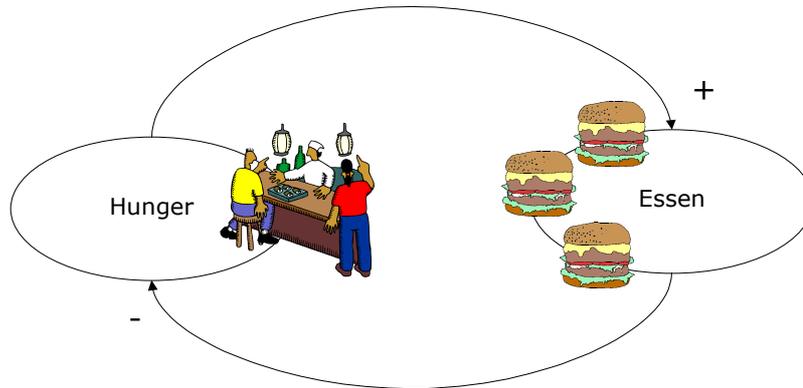
Kartenbeispiel 4



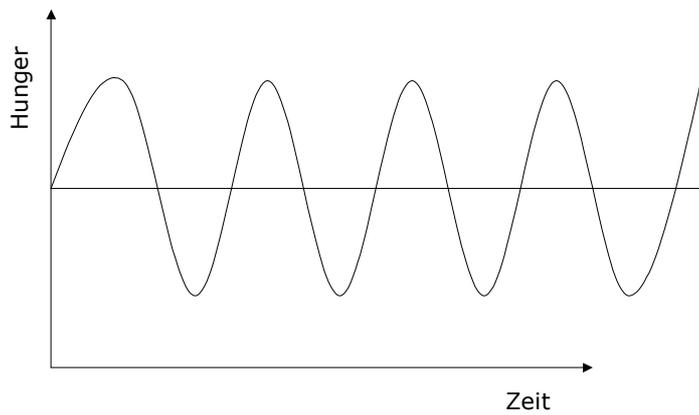
Schwingung



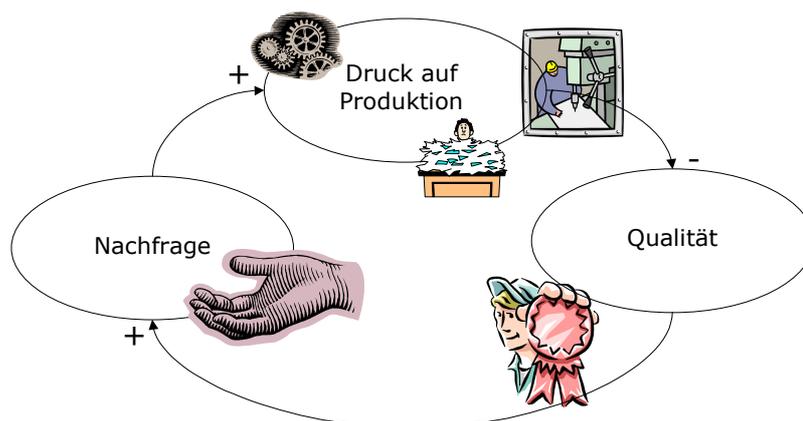
Beispiel „Essen-/Hungerzyklus“



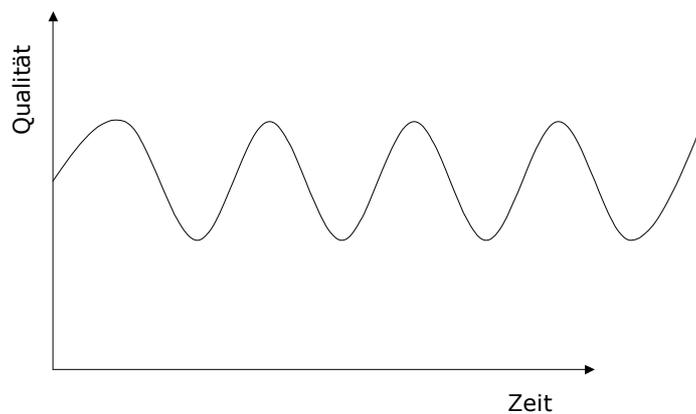
Beispiel „Essen-/Hungerzyklus“



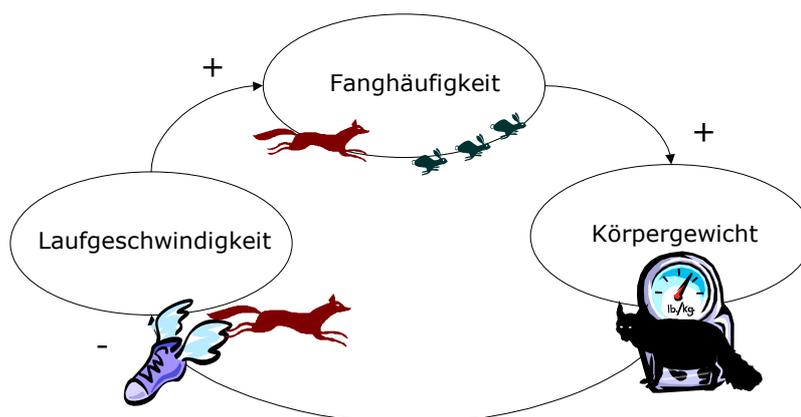
Beispiel „Nachfrage-/Qualitätszyklus“



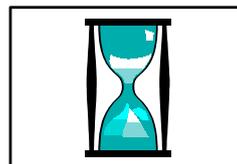
Beispiel „Nachfrage-/Qualitätszyklus“



Beispiel „Wenn die Füchse zu viel fressen“

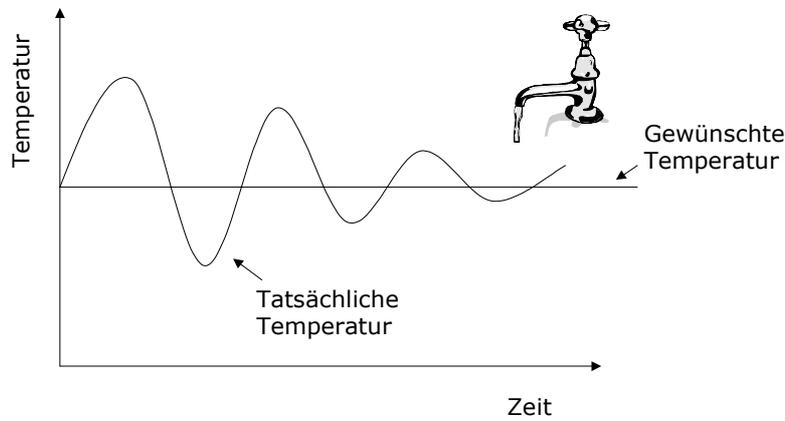


Verzögerungen

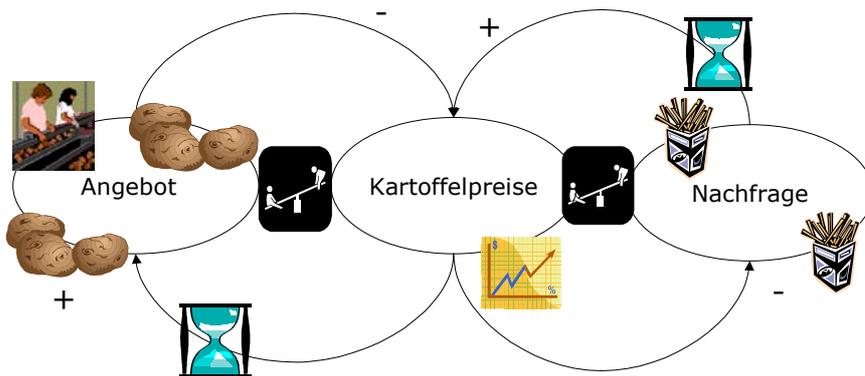


Sowohl bei verstärkenden als auch bei kompensatorischen Kreisläufen kommt es häufig zu Verzögerungen. Verzögerungen zwischen Handlungen und Konsequenzen verleiten dazu, über das Ziel hinauszuschießen, so dass man mehr tut, als nötig wäre.

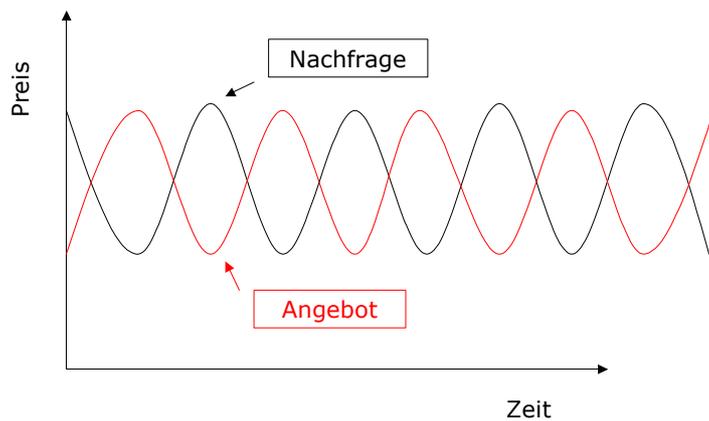
Beispiel „Wassertemperatur bei einem alten Wasserhahn“



Beispiel „Angebot-/Nachfragezyklen“



Beispiel „Angebots-/Nachfragezyklen“

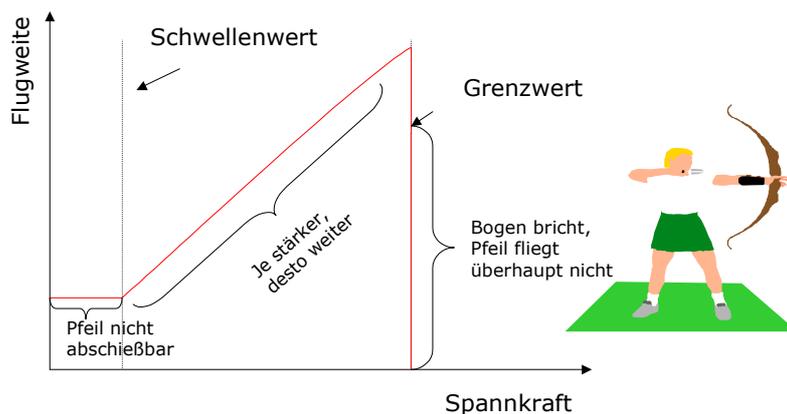


Grenz- und Schwellenwerte



Unterhalb eines Schwellenwertes bleibt jede Wirkung einer Maßnahme aus. Oberhalb des Schwellenwertes vergrößert sich mit den Maßnahmen sprunghaft die Wirkung. Jenseits eines Grenzwertes tritt der gegenteilige Wirkungseffekt abrupt ein

Beispiel „Pfeil und Bogen“



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.

Hausarbeit

$$x_{n+1} = rx_n (1 - x_n)$$

Videofeedback

