

# Modul 26: Systemdynamik & Komplexitätsmanagement

---

Priv.-Doz. Dr. Dr. Dipl.-Psych. Guido Strunk

*Hidden Features, Making of, and Additional Resources at ...*

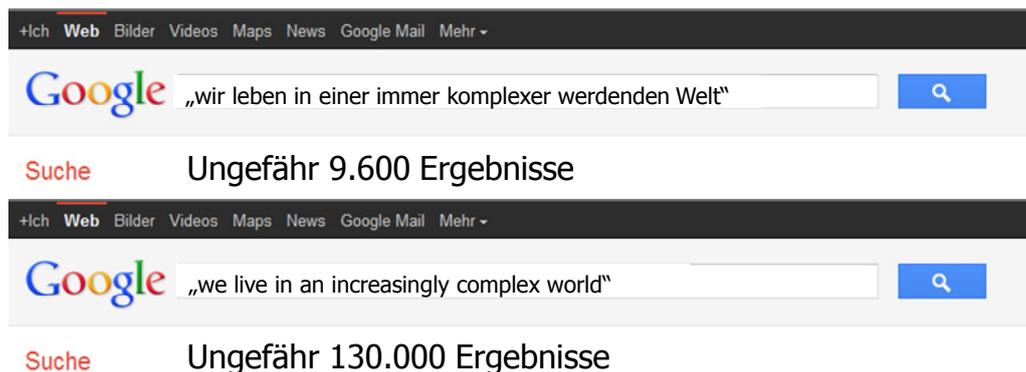
<http://www.complexity-research.com/ProjekteLehre.htm>



Priv.-Doz. Dr. Dr. Dipl.-Psych. Guido Strunk  
[www.complexity-research.com](http://www.complexity-research.com)  
[guido.strunk@complexity-research.com](mailto:guido.strunk@complexity-research.com)

# Modul 26: Systemdynamik & Komplexitätsmanagement

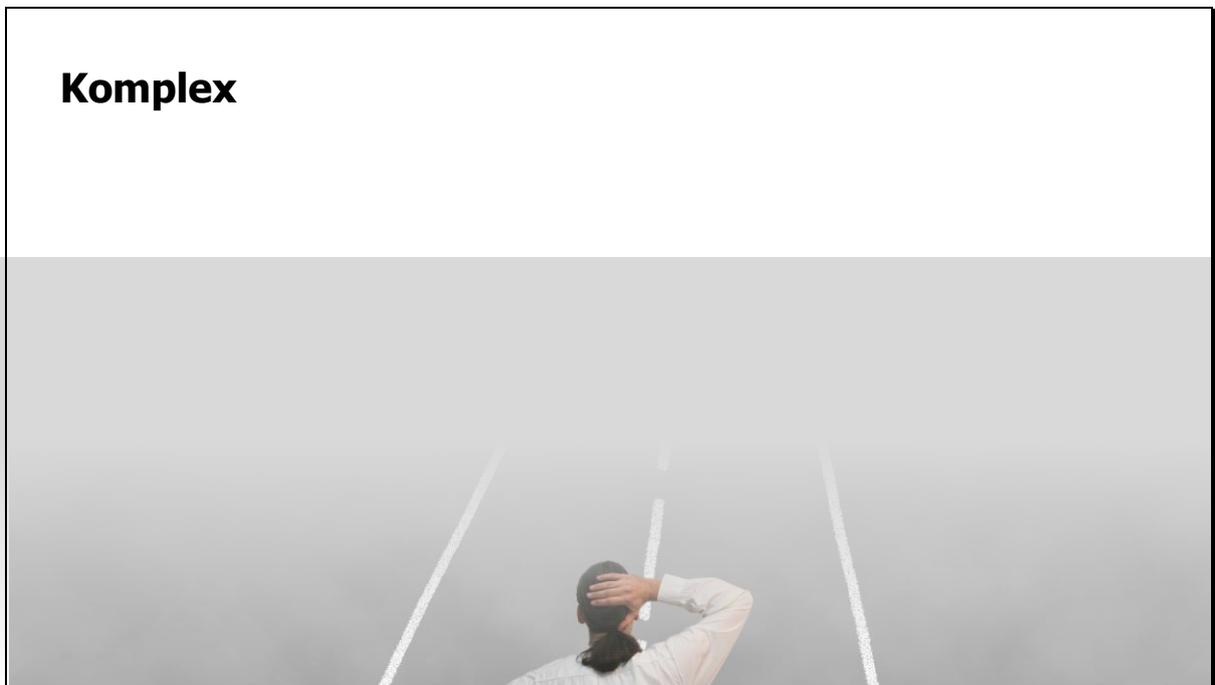
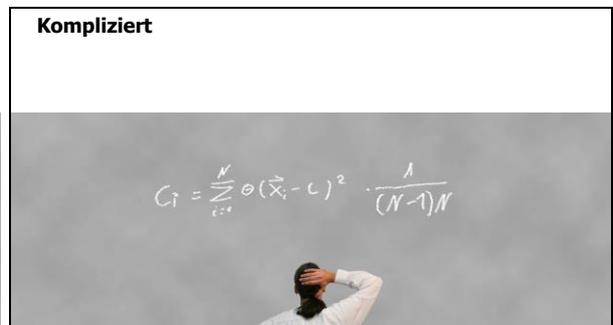
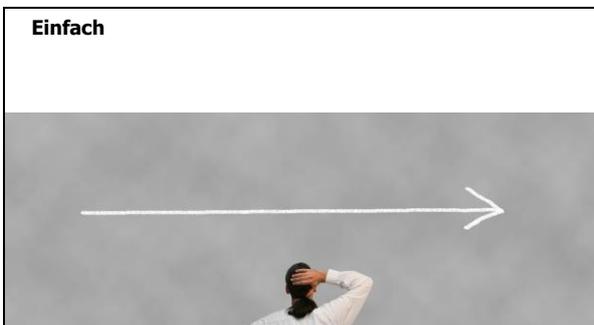
## Leben wir in einer komplexer werdenden Welt?



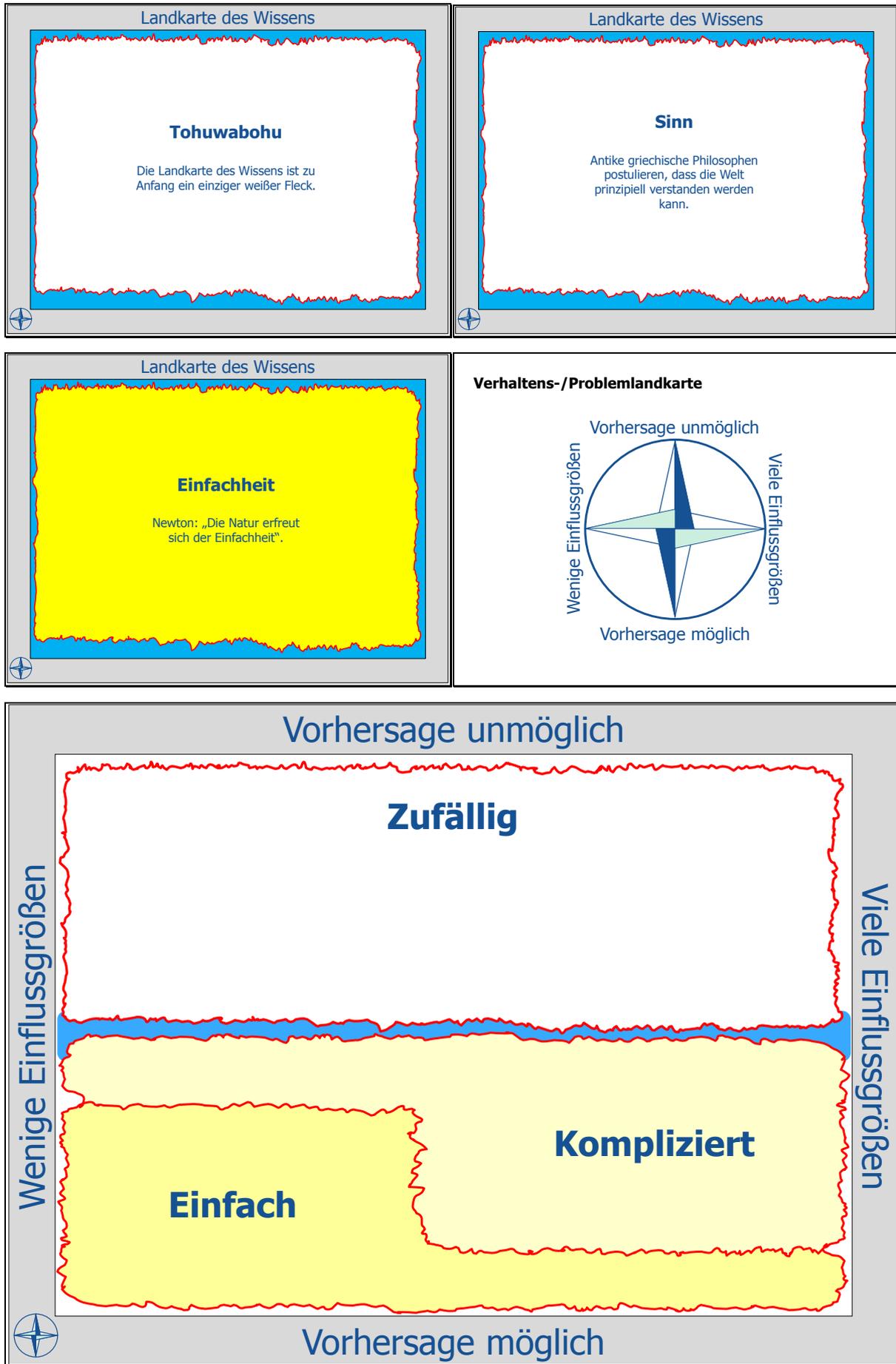
## Inhalte

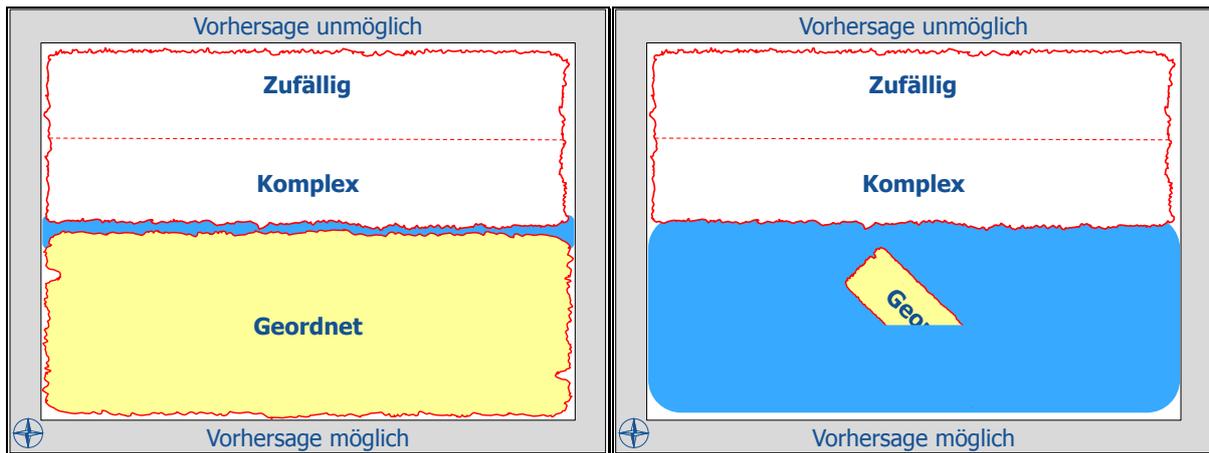
- Einführung: Was ist Komplexität?
  - Und die Erde war wüst und leer ...
  - Beispiel: Effiziente Märkte sind zufällig
  - Sind Märkte wirklich zufällig?
  - Ordnung und Chaos
- Grundlagen Systemischen Denkens
  - Was ist ein System?
  - Wie verhalten sich Systeme?
- Von der Kybernetik bis ... Chaos
  - Lineale Kette
  - Positives Feedback
  - Negatives Feedback
  - Verzögerungen
  - Nichtlineare Zusammenhänge
  - Folgerungen
- Archetypen
- Chaos
- Umgang mit komplexen Systemen (Ökolopoly)

# Was macht Komplexität aus?



# 1.1 Und die Erde war wüst und leer ... einmal Ordnung und zurück





## Übung

Was in Ihrem Arbeitsbereich ist „einfach“, „kompliziert“, „komplex“ oder „zufällig“. Bitte nennen Sie jeweils ein Beispiel.

Einfach: ...

Kompliziert: ...

Komplex: ...

Zufällig: ...

## 1.2 Beispiel: Effiziente Märkte sind zufällig

**Zufall**

**A market in which prices always  
"fully reflect" available  
information is called "efficient".**  
Fama 1970

**Angebot und Nachfrage bestimmen den Preis**

Heute Morgen Übermorgen

12:00 Uhr  
Nachricht  
Schweinepest  
ausgebrochen

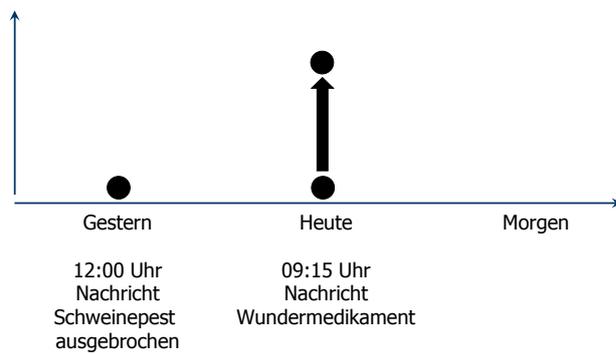
**Angebot und Nachfrage bestimmen den Preis**

Heute Morgen Übermorgen

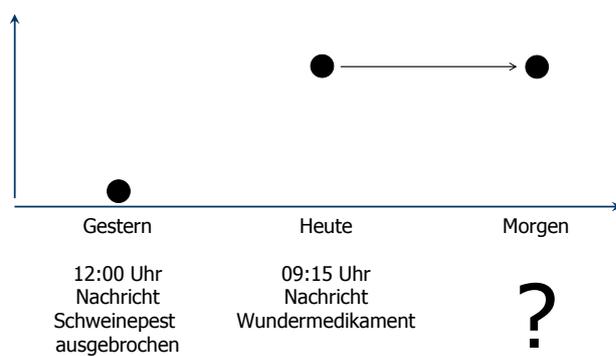
12:00 Uhr  
Nachricht  
Schweinepest  
ausgebrochen

?

### Angebot und Nachfrage bestimmen den Preis

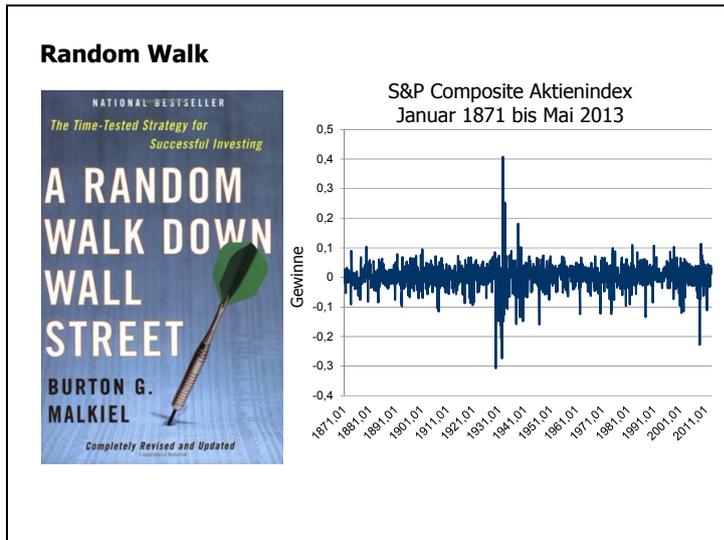


### Angebot und Nachfrage bestimmen den Preis



### Effiziente Märkte sind zufällig

- Preisveränderungen ergeben sich durch Informationen/Nachrichten, die auf Nachfrage oder Angebot Einfluss nehmen.
- MarktteilnehmerInnen bemühen sich als Erste an die Informationen zu kommen (anderenfalls Verluste).
- Alle heute schon verfügbaren Informationen werden daher auch heute schon zum Handeln benutzt, fließen also bereits in die Preisbildung ein.
- Daher enthält ein aktueller Preis in der Regel alle aktuell verfügbaren Informationen.
- Der Preis hängt dann nur noch von Nachrichten ab, die keiner kennt, weil sie auch wirklich erst in der Zukunft passieren.
- Zukünftige Preise sind daher zufällig.
- Die bestmögliche Prognose nimmt den Preis von heute an.



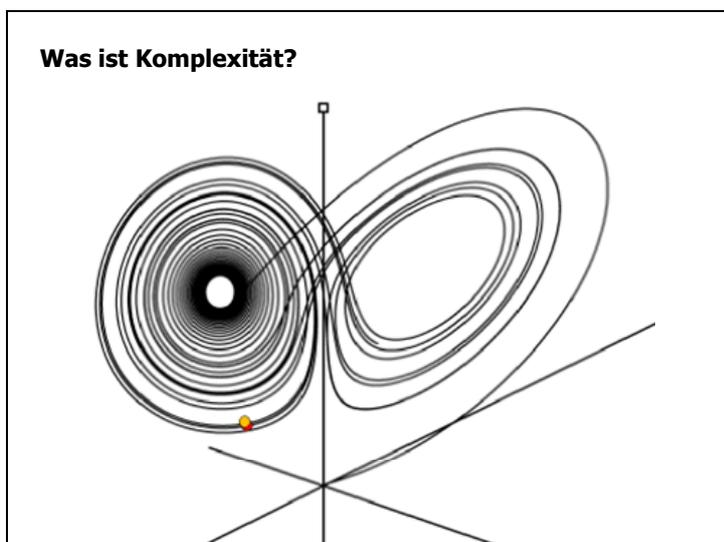
### 1.3 Sind Märkte wirklich zufällig?

Gibt es hier ein Muster oder sind das Zufallszahlen?

3 . 1 4 1 5 9 2 6 5 3 5 8 9 7 9 3 2 3 8 4 6 2 6 4 3 3 8 3 2 7 9 5 0  
2 8 8 4 1 9 7 1 6 9 3 9 9 3 7 5 1 0 5 8 2 0 9 7 4 9 4 4 5 9 2 3 0 7

**Komplexe (chaotische) Systeme imitieren den Zufall beruhen aber auf (einfachen) Gesetzmäßigkeiten.**

7 5 2 7 2 4 8 9 1 2 2 7 9 3 8 1 8 3 0 1 1 9 4 9 1 2 9 8 3 3 6 7 3 3  
6 2 4 4 0 6 5 6 6 4 3 0 8 6 0 2 1 3 9 4 9 4 6 3 9 5 2 2 4 7 3 7 1 9



## 1.4 Ordnung und Chaos – eine Gegenüberstellung

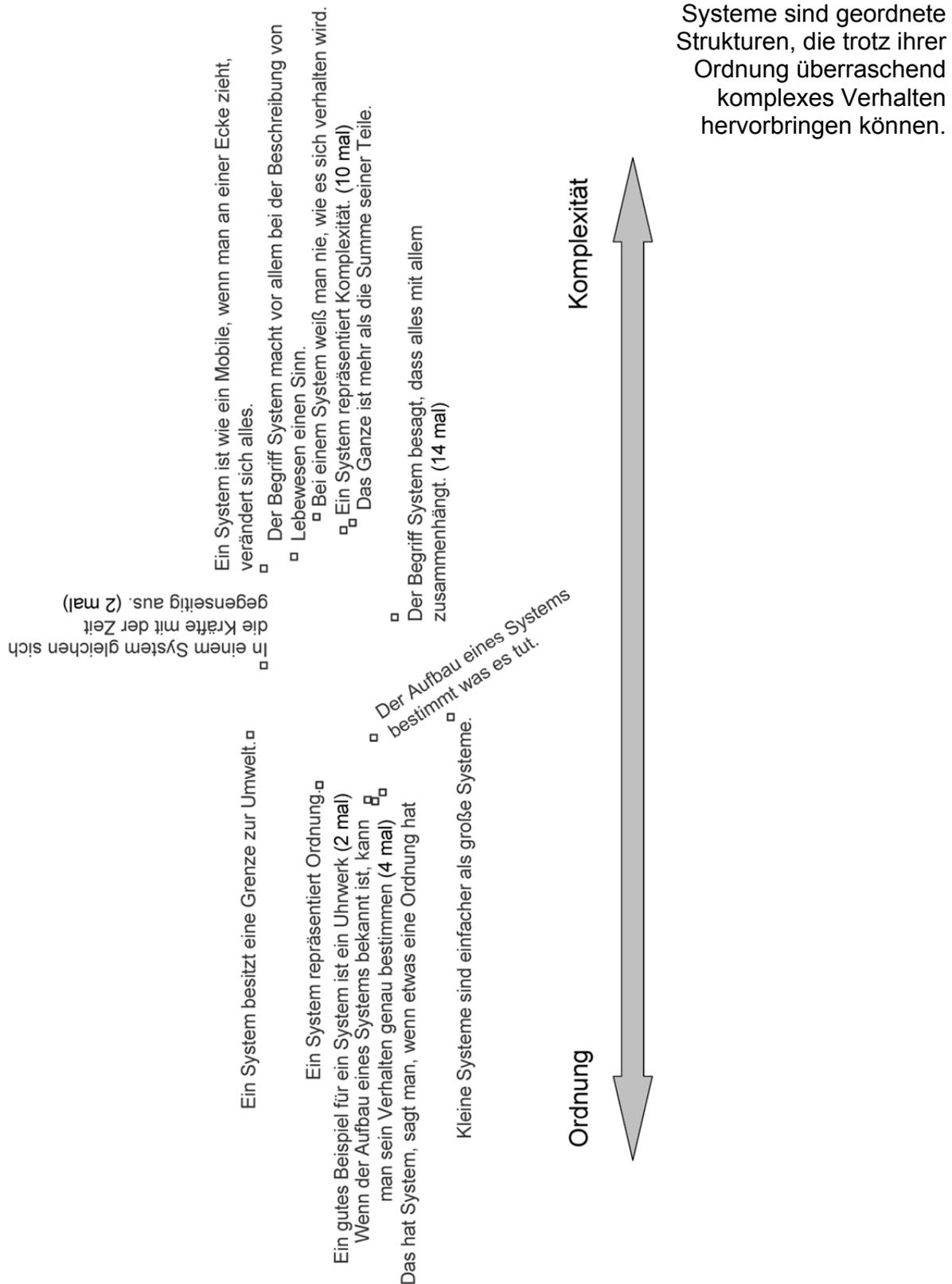
<b>Klassische Mechanik</b>	<b>Chaos-Theorie</b>
Die Natur erfreut sich der Einfachheit. (Isaac Newton, 1687)	Die Natur bevorzugt Komplexität. (Henri Poincaré, 1904)
Komplexität verweist auf ungenügendes Wissen, ist ein Scheinproblem.	Komplexität ist die mathematisch beweisbare Folge aus einer nichtlinearen Dynamik.
Nicht korrelierte Ereignisse gelten als zufällig, was mitunter mit Komplexität verwechselt wird.	Chaos ist geordnet und nicht zufällig, aber dennoch nicht prognostizierbar.
Uhrwerkuniversum.	Schmetterlingseffekt.
Analyse von Ursache-Wirkungs-Ketten, bei denen isoliert nur zwei Variablen betrachtet werden.	Analyse des „Gesamtsystems“, weil sich das Gesamtsystem anders verhält als die Summe der Einzelbeziehungen.

## 2. Grundlagen Systemischen Denkens

### 2.1 Was ist ein System?

Aus einem Fragebogen zum Systembegriff  
(siehe auch [www.complexity-research.com/WasistEinSystem/](http://www.complexity-research.com/WasistEinSystem/))

1. In einem System gleichen sich die Kräfte mit der Zeit gegenseitig aus.
2. Ein System repräsentiert Komplexität.
3. Ein System besitzt eine Grenze zur Umwelt.
4. Ein System ist wie ein Mobile, wenn man an einer Ecke zieht, verändert sich alles.
5. Systeme erzeugen sich permanent selbst.
6. Ein System repräsentiert Ordnung.
7. In einem System geht etwas anderes vor sich als in seiner Umwelt.
8. Eigentlich ist alles ein System, das ganze Universum ist ein großes System.
9. Systeme sind erst dann interessant, wenn sie offen sind.
10. Systemisch ist ein anderes Wort für systematisch.
11. In Systemen haben kleine Ursachen große Wirkungen.
12. Systeme sind auf Grund ihrer Struktur auf einfache Verhaltensweisen beschränkt.
13. Ein gutes Beispiel für ein System ist unser Sonnensystem.
14. Mit einem System ist z.B. ein mathematisches Gleichungssystem gemeint.
15. Der Begriff System macht vor allem bei der Beschreibung von Lebewesen einen Sinn.
16. Das Ganze ist mehr als die Summe seiner Teile.
17. Da quasi alles mit allem vernetzt ist, ist der Systembegriff eigentlich überflüssig.
18. Ein gutes Beispiel für ein System ist ein Uhrwerk.
19. Wenn der Aufbau eines Systems bekannt ist, kann man sein Verhalten genau bestimmen.
20. Ein System wehrt sich gegen äußere Einflüsse.
21. Bei einem System weiß man nie, wie es sich verhalten wird.
22. Das Internet ist ein gutes Beispiel für ein System.
23. Systeme sind offen für Energie.
24. Wenn man in der Wissenschaft von Systemen spricht meint man damit Regelkreissysteme.
25. Systeme sind erst dann interessant, wenn sie geschlossen sind.
26. Ein System ist resistent gegen Veränderungen.
27. Das hat System, sagt man, wenn etwas eine Ordnung hat.
28. Ein System besteht aus sehr vielen Teilen.
29. Fließbandarbeit und maschinelle Fertigungsanlagen sind Systeme, die Druck ausüben.
30. Was ein System ist und was nicht ist eine subjektive Festlegung.
31. Kleine Systeme sind einfacher als große Systeme.
32. Der Begriff System besagt, dass alles mit allem zusammenhängt.
33. Der Aufbau eines Systems bestimmt was es tut.

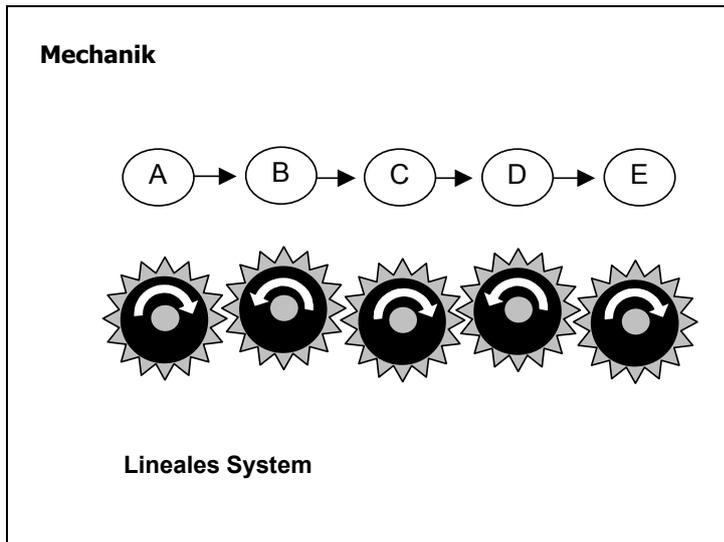


*Zusammenfassend wird unter einem System eine von der Umwelt abgegrenzte funktional geschlossene Entität verstanden, die aus Elementen besteht, die miteinander in Wechselwirkungen stehen. Systeme können offen sein für Austauschprozesse mit ihrer Umwelt. Je nach Tiefe der Systemanalyse können verschiedene hierarchische Ebenen innerhalb eines Systems und heterarchische Wechselwirkungen zwischen Systemen unterschieden werden. (Strunk & Schiepek, 2006; S. 8)*

## 2.2 Wie Verhalten sich Systeme

- Wie kann ein System auf der einen Seite eine geordnete Struktur besitzen und auf der anderen Seite sich doch komplex verhalten?
- Systeme können sich je nach Struktur (Aufbau) sowie Rand- und Rahmenbedingungen ...
  - Einfach
  - Kompliziert
  - Komplex... verhalten
- Zufälliges Verhalten kommt in Systemen (genau betrachtet) nicht (wirklich) vor.

### 3. Von der Kybernetik bis ... Chaos



#### 3.1 Feedbacksysteme



### 3.1.1 Positives Feedback

#### Positive Rückkopplungsprozesse

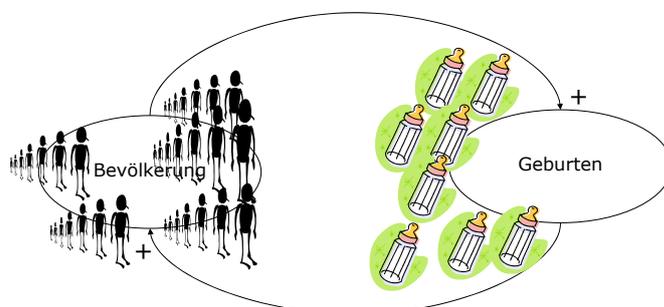


Bei Verstärkungsprozessen wird jede auftretende Bewegung verstärkt und erzeugt eine noch stärkere Bewegung in dieselbe Richtung.

#### 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“



### Wachstum? Positives Feedback?

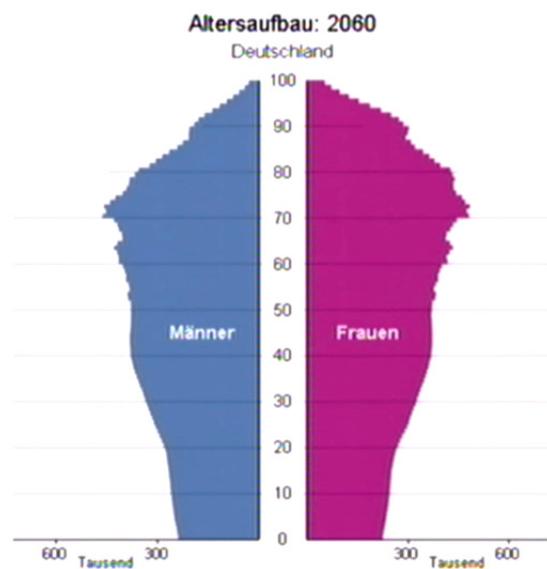
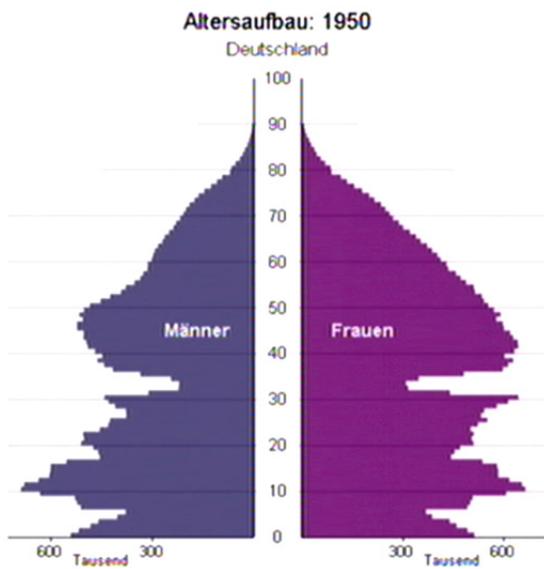
ZEIT ONLINE | WISSEN

DEMOGRAFIE

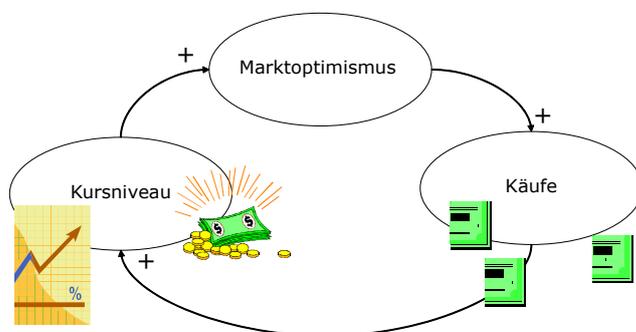
#### In Deutschland werden so wenig Babys geboren wie nie

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 - 11:58 Uhr



### Beispiel „Börseboom“

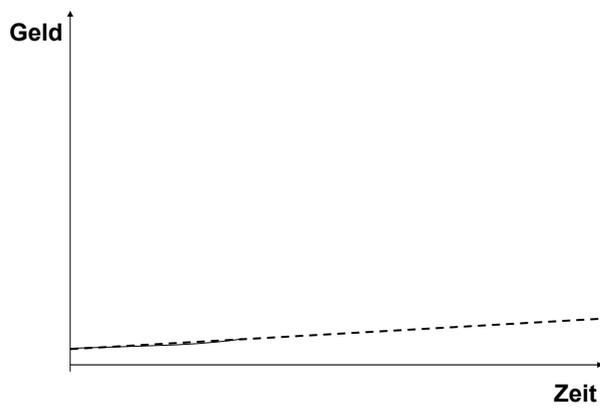


### Josef-Pfennig – Josef-Cent

Wenn Josef zu Jesu Geburt **einen Cent** zu 5% Zinsen angelegt hätte, wie hätte sich dieser Geldbetrag bis zum Jahre 2014 entwickelt?

[Berechnung](#)

### Zeitliche Entwicklung



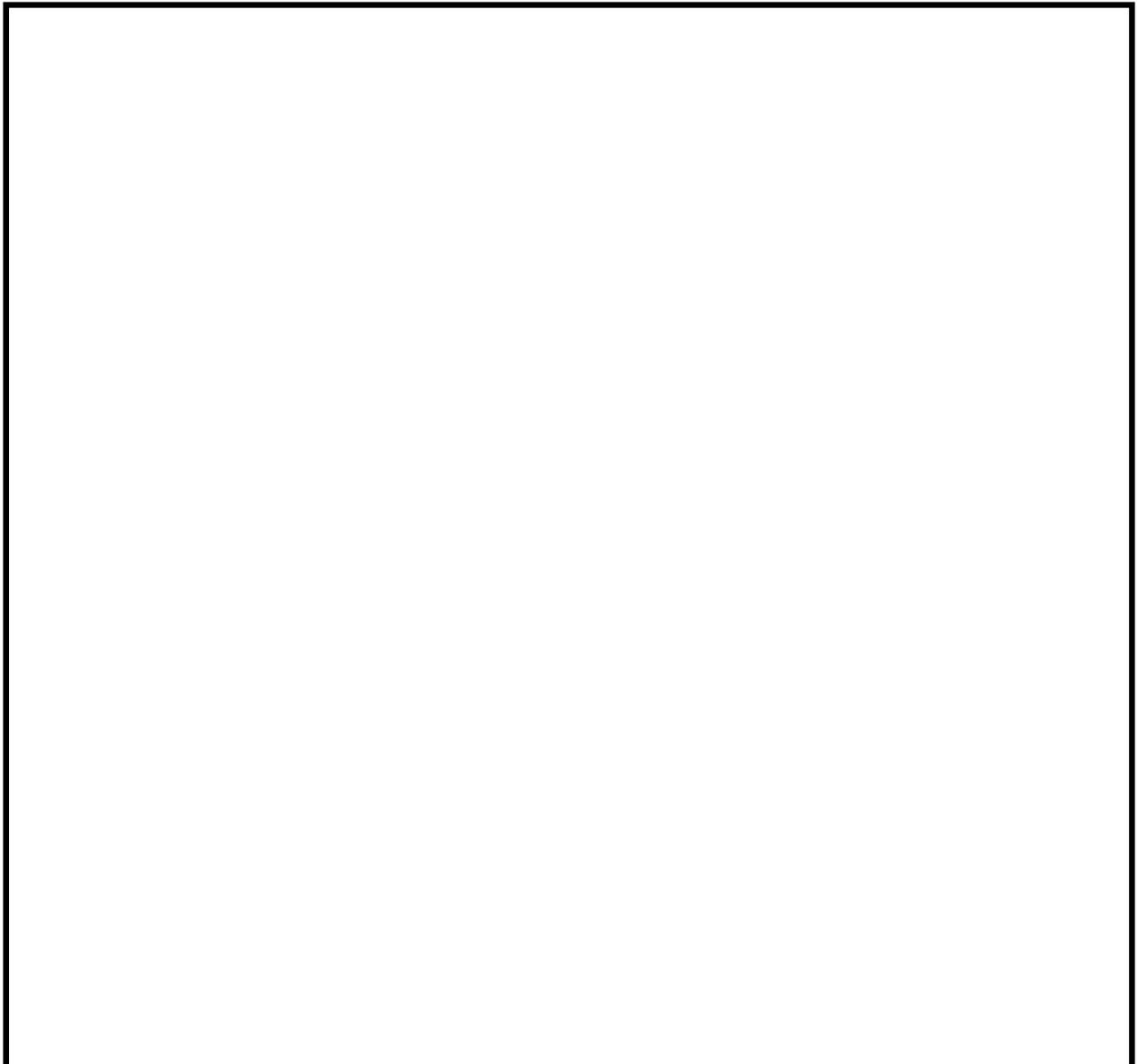
## Beispiel: „Froschkolonie“

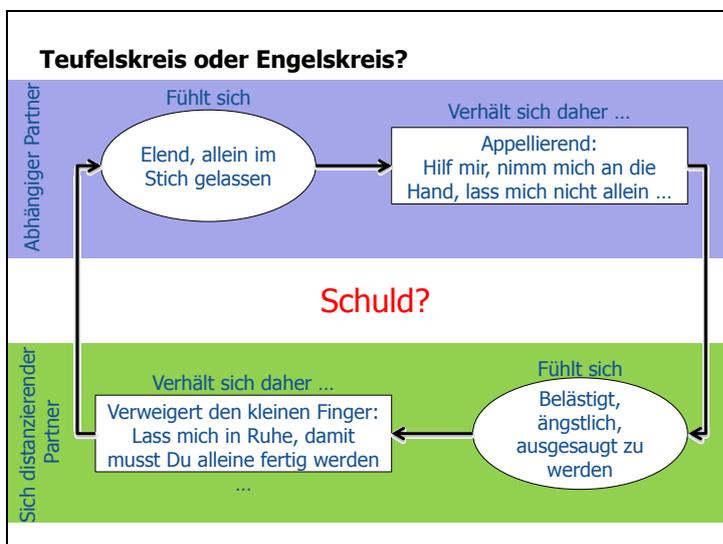
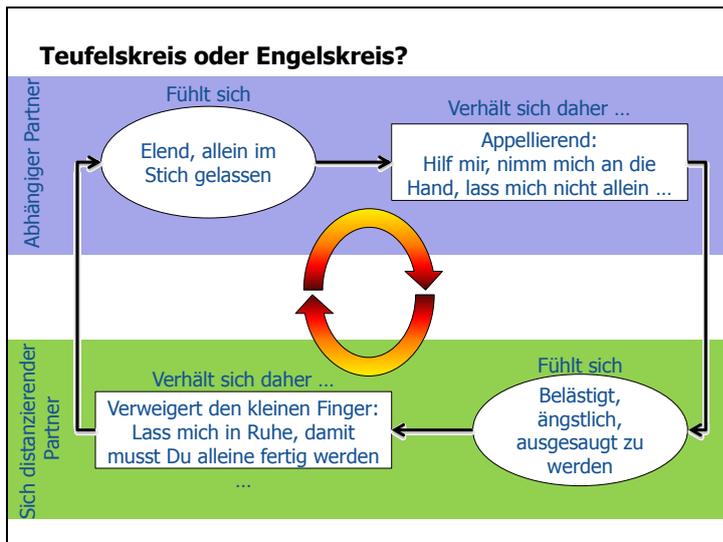
---

Eine Froschkolonie lebt glücklich und zufrieden auf einer Seite eines großen Teichs. Auf der anderen Seite befindet sich ein Seerosenbeet. Eines Tages wird ein chemischer Stoff in den Teich eingeleitet, der das Wachstum der Seerosen so stark stimuliert, dass sich die von ihnen bedeckte Fläche alle 24 Stunden verdoppelt. Das ist ein Problem für die Frösche, denn wenn die Seerosen den gesamten Teich überwuchern, bedeutet das das Ende der Froschkolonie.

1. Wenn die Seerosen den ganzen Teich nach 50 Tagen bedecken, an welchem Tag ist dann der Teich halb überwuchert?
2. Die Frösche haben eine Methode, wie sie das Wachstum der Seerosen aufhalten können, aber es dauert zehn Tage, bis sie die Maßnahme umsetzen können. Wie viel der Wasseroberfläche ist an dem letzten möglichen Tag zugewachsen, an dem die Frösche etwas zu ihrer eigenen Rettung unternehmen können?

## Wasseroberfläche





### Wichtige Folgerungen und Themen

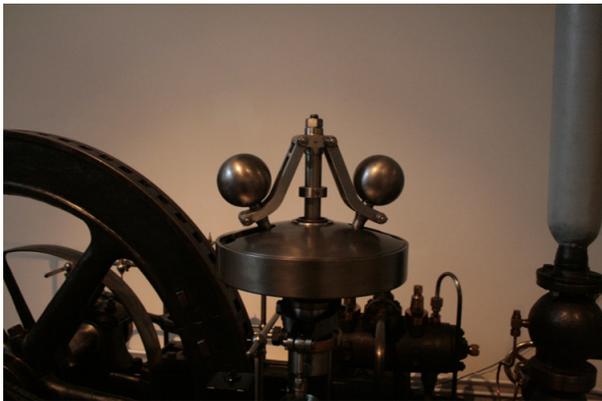
- Jede Kommunikation bildet Beziehungs- und damit Machtstrukturen ab.  
Welche Beziehungsstrukturen und Machtstrukturen sind dem Management angemessen?
- Kommunikation ist ein kreiskausales Geschehen.  
Ursachen und Wirkungen sind in Kommunikation und zwischenmenschlicher Interaktion nicht mehr identifizierbar.  
Macht es dann Sinn nach den Ursachen kommunikativer Störungen zu fragen?

## 3.2 Negatives Feedback

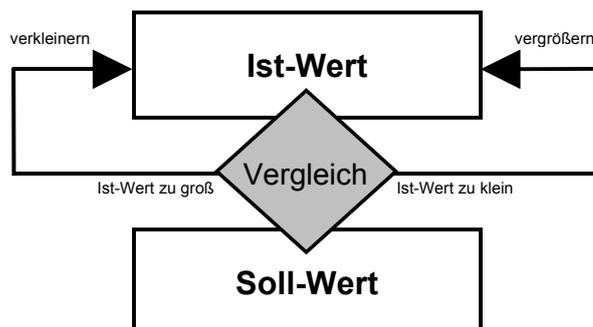
### Gleichgewichtsschleifen



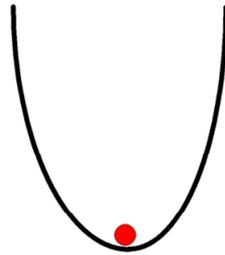
Bei Gleichgewichtsschleifen (negativer Rückkopplung) verlaufen Wirkung und Rückwirkung entgegengesetzt und kontrollieren sich so gegenseitig. Die Wirkung hemmt also die Ursache!



### Kybernetik



### Verhalten von Regelkreisen



Soll-Wert  
(Fixpunkt-Attraktor)

### 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.“

## Arbeitszufriedenheit

Wie lässt sich das Konzept der Arbeitszufriedenheit als Regelkreis darstellen? Bitte zeichnen Sie einen entsprechenden Regelkreis und erläutern kurz seine Funktionsweise.

Über das Konstrukt „Zufriedenheit“ sind in der Arbeitspsychologie weit mehr Erkenntnisse gesammelt worden als in allen anderen Bereichen der modernen Psychologie. Schon Anfang des 20. Jahrhunderts kam es zu ersten Publikationen, damals im Rahmen der sog. Psychotechnik, der heutigen Arbeitspsychologie. Ein wichtiger Aspekt psychotechnischer Forschung war das Phänomen der Monotonie. Vom Standpunkt heutiger Zufriedenheitsforschung sind die Arbeiten von Hugo Münsterberg (1863-1916) als wegweisend anzusehen. Er schreibt 1912:

„Ich habe einige Zeit hindurch in jeder größeren Fabrik, die ich besuchte, mich bemüht, diejenige Arbeit herauszufinden, die vom Standpunkt des Außenstehenden als die denkbar langweiligste sich darbot, und habe dann die Arbeiter in ausführliche Gespräche gezogen und zu ermitteln gesucht, wieweit die bloße Wiederholung, besonders wo sie sich Jahre hindurch fortsetzt, als Pein empfunden wird. In einem elektrischen Werk mit über 10 000 Angestellten gewann ich den Eindruck, dass die Prämie einer Frau gehörte, welche seit zwölf Jahren tagaus, tagein von früh bis spät Glühlampen in einen Reklamezettel einwickelt, und zwar durchschnittlich diesen Wickelprozess 13 000 mal im Tage vollendete. Die Frau hat etwa 50 millionenmal mit der einen Hand nach der Glühbirne und mit der anderen Hand nach dem Zettelhaufen gegriffen und dann kunstgerecht die Verpackung besorgt. Jede einzelne Glühlampe verlangte etwa 20 Fingerbewegungen. Solange ich die Frau beobachtete, konnte sie 25 Lampen in 42 Sekunden einpacken, und nur wenige Male stieg die Zeit auf 44 Sekunden. Je 25 Lampen füllten eine Schachtel und durch die Schachtelverpackung wurde dann auch wieder ein kurzer Zeitraum ausgefüllt. Die Frau war aus Deutschland gebürtig, und es machte ihr offenbar Vergnügen, sich mit mir über ihre Tätigkeit auszusprechen. Sie versicherte mir, dass sie die Arbeit wirklich interessant fände und fortwährend in Spannung sei, wieviel Schachteln sie bis zur nächsten Pause fertig stellen könnte. Vor allem gäbe es fortwährend Wechsel, einmal greife sie die Lampe, einmal das Papier nicht in genau gleicher Weise, manchmal liefe die Packung nicht ganz glatt ab, manchmal fühle sie selbst sich frischer, manchmal ginge es langsam vorwärts, aber es sei doch immer etwas zu bedenken.

Gerade das war im Wesentlichen die Stimmung, die mir meistens entgegenkam. In den gewaltigen McCormick-Werken in Chicago suchte ich lange, bis ich die Arbeit fand, die mir am ödesten schien. Auch hier traf ich zufällig auf einen Deutsch-Amerikaner. Er hatte dafür zu sorgen, dass eine automatische Maschine beim Niederdrücken ein Loch in einen Metallstreifen schnitt, und zu dem Zweck hatte er immer neue Metallstreifen langsam vorwärts zu schieben. Nur wenn der Streifen nicht ganz die richtige Stellung erreicht hatte, konnte er durch einen Hebel die Bewegung ausschalten. Er machte täglich etwa 34 000 Bewegungen und führte das seit 14 Jahren durch. Auch er fand die Arbeit interessant und anregend. Im Anfang, meinte er, wäre es manchmal ermüdend gewesen, aber dann später wäre die Arbeit ihm immer lieber geworden.

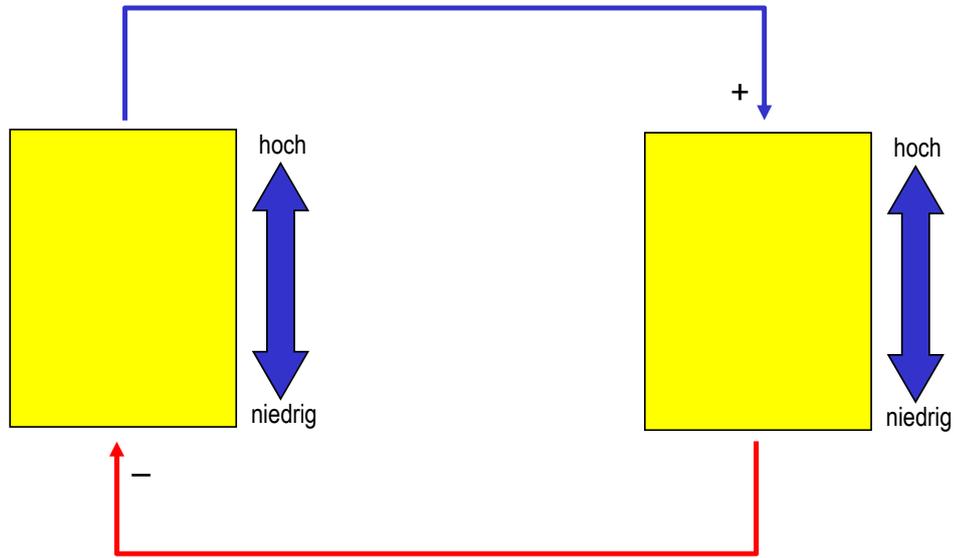
Nun habe ich auf der anderen Seite nicht selten auch Arbeiter und Arbeiterinnen gefunden, die, wie es dem Außenstehenden erscheinen musste, eigentlich wirklich interessante und abwechslungsreiche Arbeit hatten und die dennoch über die langweilige monotone Fabrikarbeit klagten.“

(Münsterberg 1912, S 116f.)

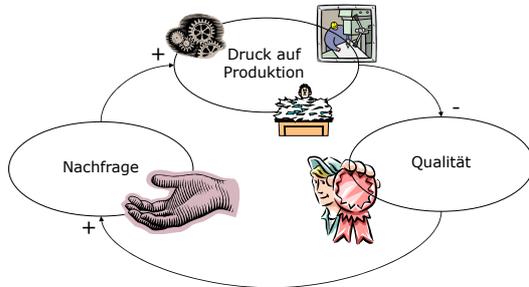
### Literatur

Münsterberg H. (1912) *Psychologie und Wirtschaftsleben*. J.A. Barth, Leipzig

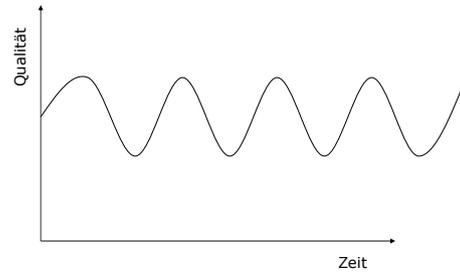
# Typischer Aufbau eines Regelkreises



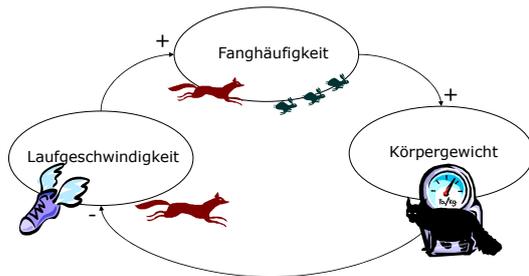
Beispiel „Nachfrage-/Qualitätszyklus“



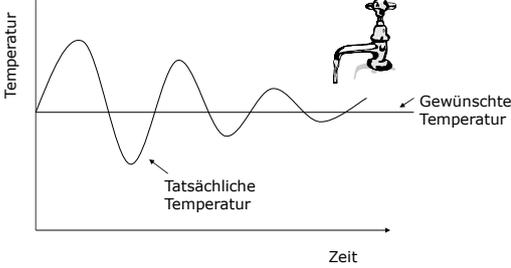
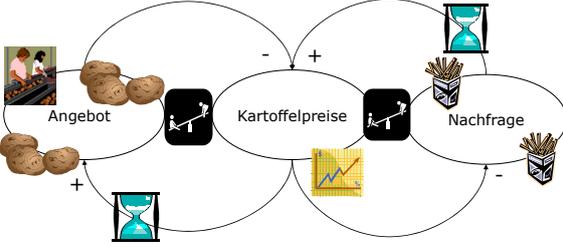
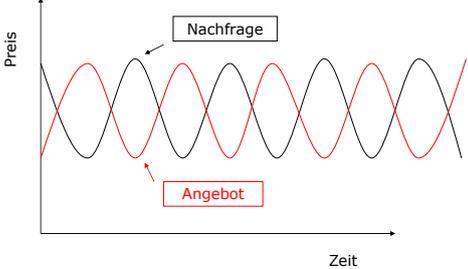
Beispiel „Nachfrage-/Qualitätszyklus“



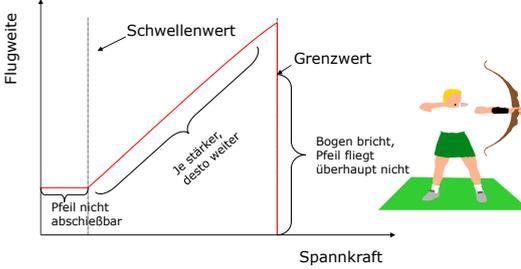
Beispiel „Wenn die Füchse zu viel fressen“

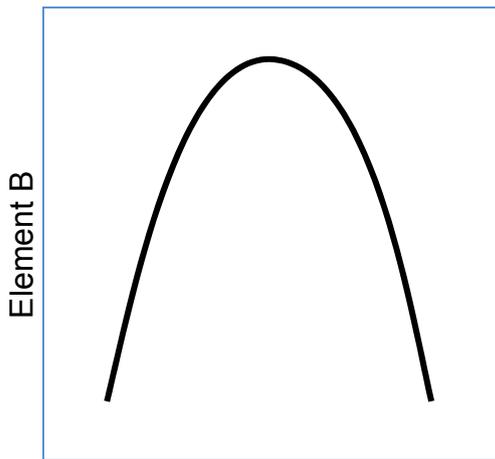


### 3.3 Verzögerungen

<p><b>Verzögerungen</b></p>  <p>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.</p>	<p><b>Beispiel „Wassertemperatur bei einem alten Wasserhahn“</b></p>  <p>The graph shows 'Temperatur' on the y-axis and 'Zeit' on the x-axis. A horizontal line represents the 'Gewünschte Temperatur'. The 'Tatsächliche Temperatur' is shown as a series of oscillations that gradually dampen towards the desired temperature line. An icon of a faucet is shown to the right.</p>
<p><b>Beispiel „Angebot-/Nachfragezyklen“</b></p>  <p>The diagram shows a causal loop between 'Angebot' (supply) and 'Nachfrage' (demand). 'Angebot' leads to 'Kartoffelpreise' (potato prices) with a positive sign (+). 'Kartoffelpreise' leads to 'Nachfrage' with a positive sign (+). 'Nachfrage' leads to 'Angebot' with a negative sign (-). There are two delay loops (hourglass icons) in the system.</p>	<p><b>Beispiel „Angebots-/Nachfragezyklen“</b></p>  <p>The graph shows 'Preis' on the y-axis and 'Zeit' on the x-axis. It displays two oscillating curves: 'Nachfrage' (demand) in black and 'Angebot' (supply) in red. The curves are out of phase, showing a cyclical relationship.</p>

### 3.4 Nichtlineares Feedback

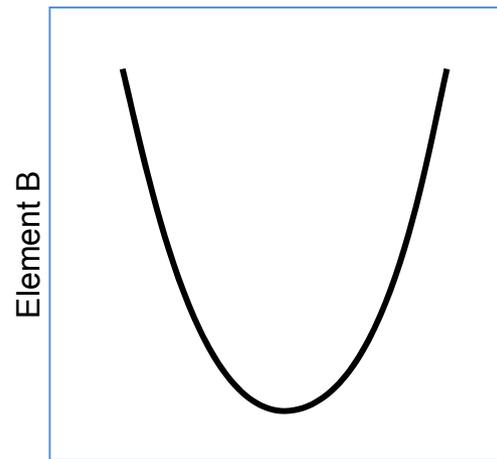
<p><b>Grenz- und Schwellenwerte</b></p>  <p>Unterhalb eines Schwellenwertes verhält sich das System anders, als drüber. Es kommt zu diskontinuierlichen Sprüngen im Verhalten.</p>	<p><b>Beispiel „Pfeil und Bogen“</b></p>  <p>The graph shows 'Flugweite' (flight distance) on the y-axis and 'Spannkraft' (bow tension) on the x-axis. A red line shows that as tension increases, flight distance increases. A vertical dashed line marks the 'Schwellenwert' (threshold), below which the arrow is 'Pfeil nicht abschließbar'. A vertical solid line marks the 'Grenzwert' (limit), beyond which the 'Bogen bricht, Pfeil fliegt überhaupt nicht' (bow breaks, arrow doesn't fly).</p>
---	--



Element A

**Optimumkurve**

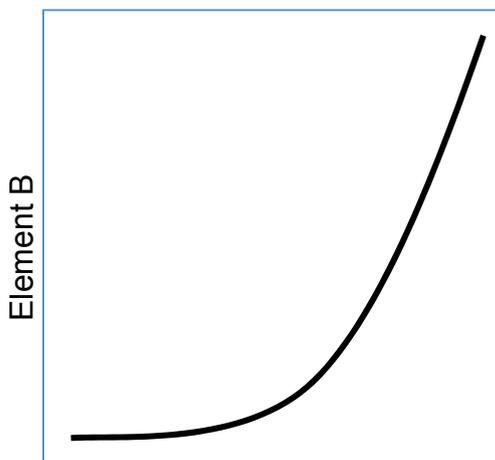
z.B. Nervosität (A) und Prüfungsleistung (B)



Element A

**U-Kurve**

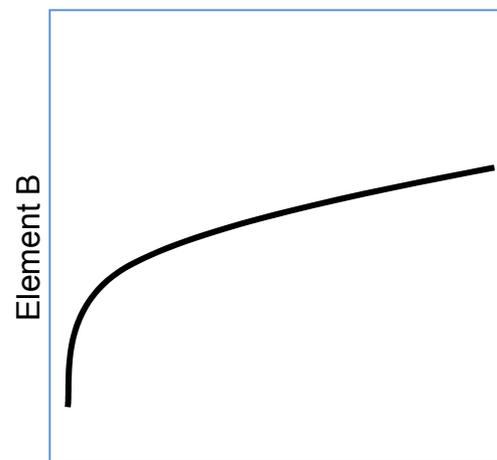
z.B. Lebensalter (A) und Unselbstständigkeit (B)



Element A

**Exponentialfunktion**

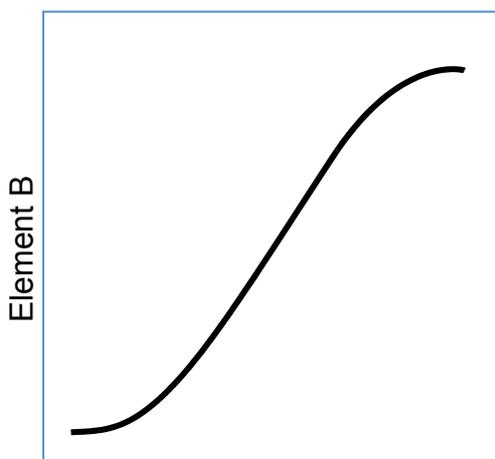
z.B. Nähe zu einer Spinne (A) und erlebte Spinnenangst (B)



Element A

**Logarithmusfunktion**

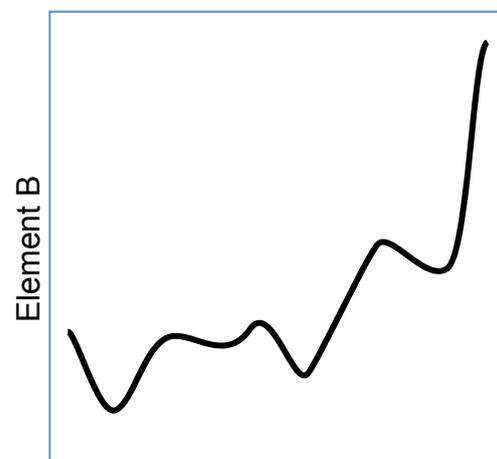
z.B. physikalische Reizstärke (A) und empfundene Reizstärke (B)



Element A

**S-Kurve**

z.B. Anreiz (A) und Leistung (B)



Element A

**Sonstige Nichtlineare Funktion**

Linearität ist eine Ausnahme und wer weiß, vielleicht sieht ein Zusammenhang zwischen A und B ja so aus wie in dieser Abbildung.

## 3.5 Zusammenfassung

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

### Dennoch...

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

Es erzeugt „einfache“ oder „komplizierte“ Verhaltensweisen, nicht jedoch „komplexe“ Dynamiken.

## 4. Archetypen

1. Fehlerkorrektur
2. Grenzen des Wachstums
3. Problemverschiebung
4. Eskalation
5. Erodierende Ziele
6. Erfolg den Erfolgreichen
7. Tragödie der Gemeingüter

### Literatur:

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

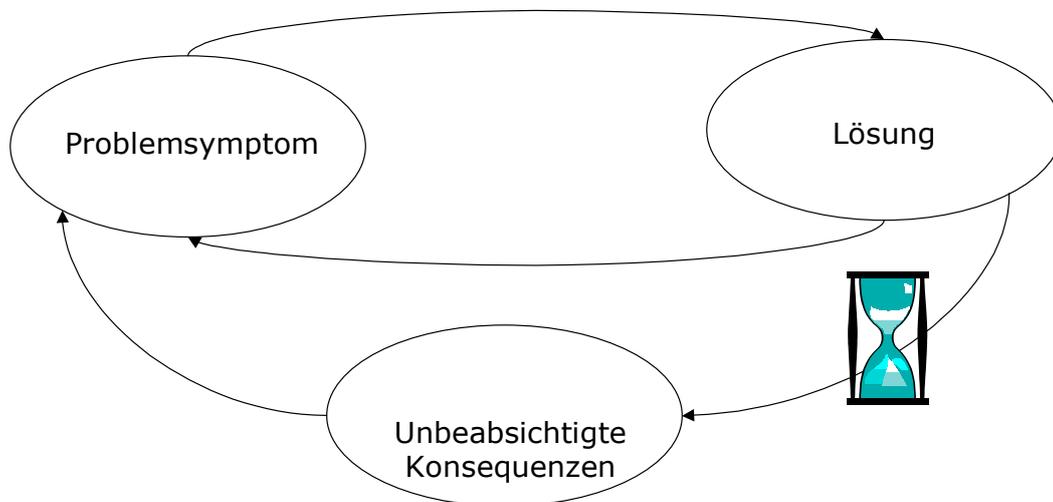
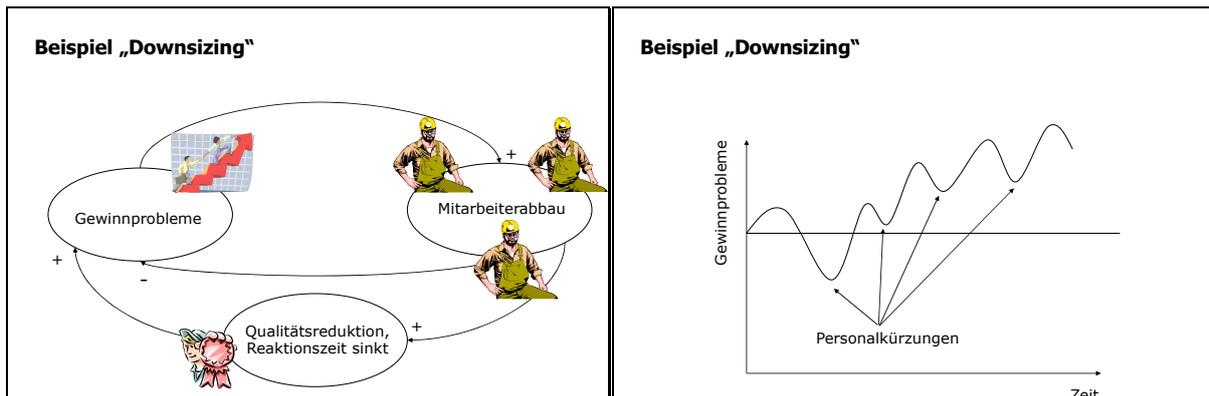
### 4.1 Archetypus 1: Fehlerkorrekturen

Ein Problemsymptom verlangt nach einer Lösung. Die angewandte Lösung reduziert das Problem. Die Lösung hat jedoch unvorhergesehene Folgen. Diese machen Korrekturen derselben Art erforderlich und auf Dauer wird dadurch das Problemsymptom verschlimmert.

#### Beispiel: „Downsizing“

*FutureTech*, eine große Hightech-Organisation in einer Marktnische tätig, ist mit finanziellen Engpässen konfrontiert. Nach längeren Diskussionen im Management wird entschieden, ein Kosteneinsparungsprogramm durch „Downsizing-Maßnahmen“ im Verwaltungs- und Servicebereich einzuleiten. Im ersten Quartal nach den Personalkündigungen steigt tatsächlich die Rentabilität. Im nachfolgenden Quartal zeigen sich jedoch wieder Einsparungsverflachungen, was das Management dazu veranlasst, weitere Maßnahmen zu ergreifen. Die größte Hebelwirkung scheint darin zu liegen, ältere Mitarbeiter zum Vorruhestand zu bewegen. Die Rentabilität verbessert sich tatsächlich im nachfolgenden Quartal, um einige Quartale später wieder drastisch zu sinken. Durch den Personalabbau hat das Unternehmen viele ältere, erfahrene Mitarbeiter verloren. Die Entlassungen führen zu einer sinkenden Arbeitsmoral. Die Produktionskosten steigen, das verbleibende Personal macht mehr Fehler. Die sinkende Produktivität gleicht den Rentabilitätsgewinn wiederum aus.

Problemsymptom	Erträge gehen zurück
Schnelle Lösung	Downsizing
Kurzfristig positive Ergebnisse der schnellen Lösung	Reduktion der Personalkosten
Unbeabsichtigte Konsequenzen	Qualitätsreduktion, Umsätze gehen zurück, Reaktionszeit nimmt zu



### Strategien für „Fehlerkorrekturen“

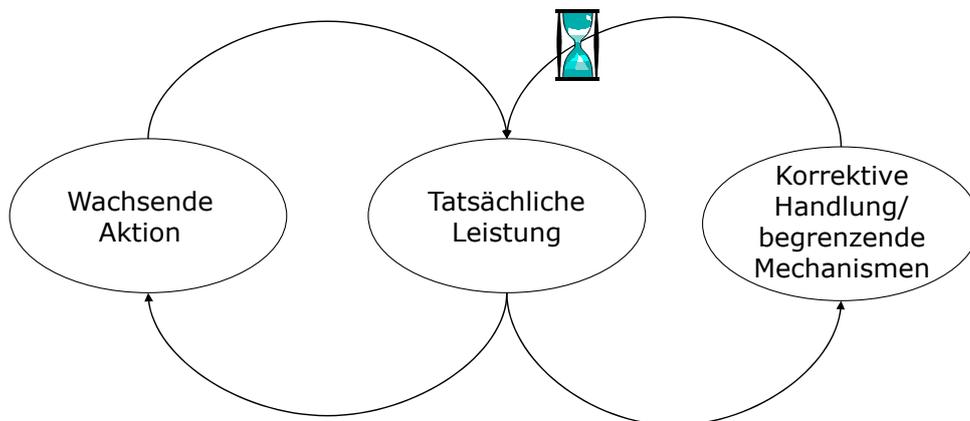
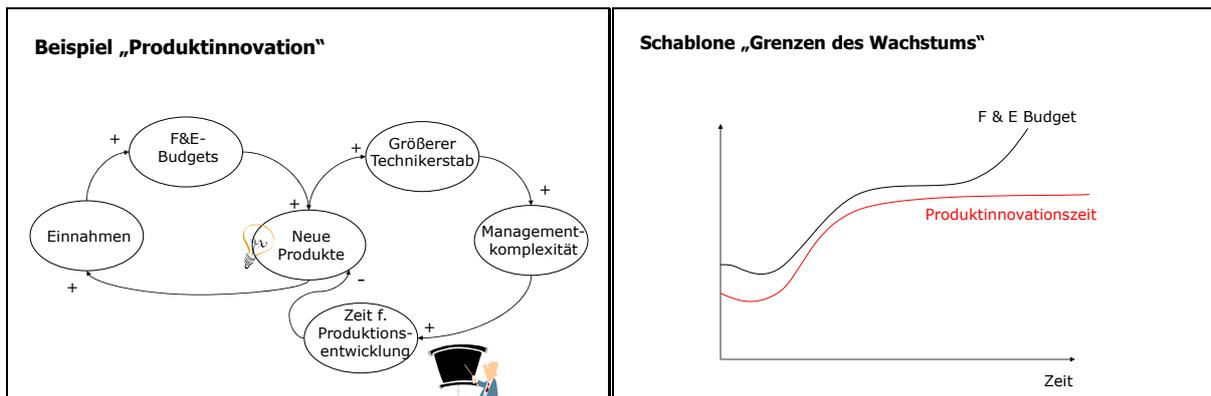
- Werden Sie sich der Tatsache bewusst, dass die Korrektur keine grundsätzliche Lösung darstellt. Achten Sie verstärkt auf unbeabsichtigte Konsequenzen.
- Wenden Sie sich dem Grundproblem zu.
- Wenden Sie die „Lösung“ seltener an und verringern Sie die Anzahl der gleichzeitig angewendeten „Lösungen“ (Achtung: Medikamentenmultiplikation).
- Gibt es alternative Mittel, bei denen die unerwünschten oder unbeabsichtigten Nebenwirkungen nicht so zerstörerisch sind?
- Müssen Sie das Problem wirklich lindern? Oder wird das System sich langfristig selbst heilen?

## 4.2 Archetypus 2: Grenzen des Wachstums

Ein Prozess verstärkt sich selbst und führt zu einer Phase der Wachstumsbeschleunigung. Dann verlangsamt sich das Wachstum, es kommt schließlich zu einem Stillstand bzw. einem Rückgang.

### Beispiel: „Produktinnovation“

Ein Hightech-Unternehmen wächst rapide, weil es über die Fähigkeit verfügt, neue Produkte einzuführen. Wenn die Zahl der neuen Produkte wächst, wachsen die Einnahmen, das F & E-Budget wächst. Auch der Techniker- und Forscherstab nimmt zu. Schließlich ist dieser größer werdende Technikerstab immer schwieriger zu führen. Die Managementlast fällt den älteren Ingenieuren zu, die dann weniger Zeit für ihre technische Arbeit haben. Das verlangsamt die Produktentwicklung, was die Einführung neuer Produkte verlangsamt.



### Strategien für „Grenzen des Wachstums“

- Hüten Sie sich davor, mehr von dem zu tun, was in der Vergangenheit funktioniert hat. Investieren Sie also nicht in den Verstärkungsprozess. Auf jeden Verstärkungsprozess kommen unzählige Ausgleichsprozesse.
- Man muss den Hebel bei der Gleichgewichtsschleife ansetzen und nicht bei der Verstärkungsschleife.

- Wenn man das Verhalten des Systems ändern will, muss man den begrenzenden Faktor erkennen und ändern.
- Antizipieren Sie bevorstehende Grenzen, Sie können dann effektiver damit umgehen.

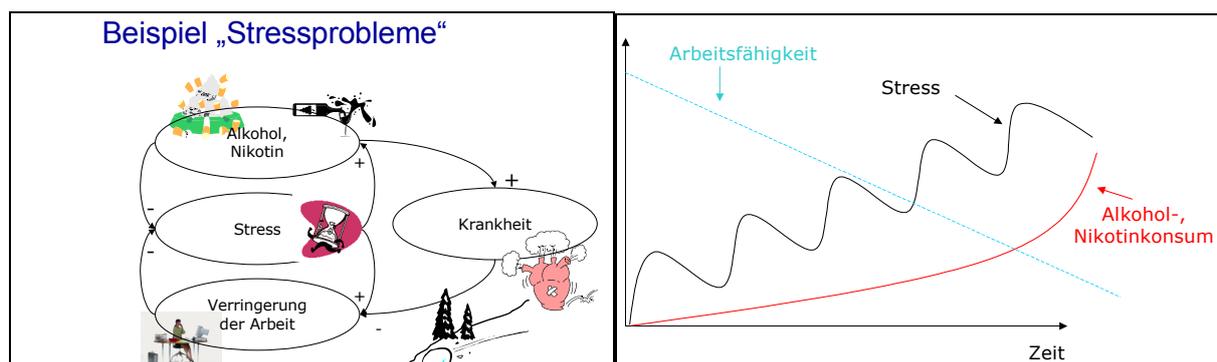
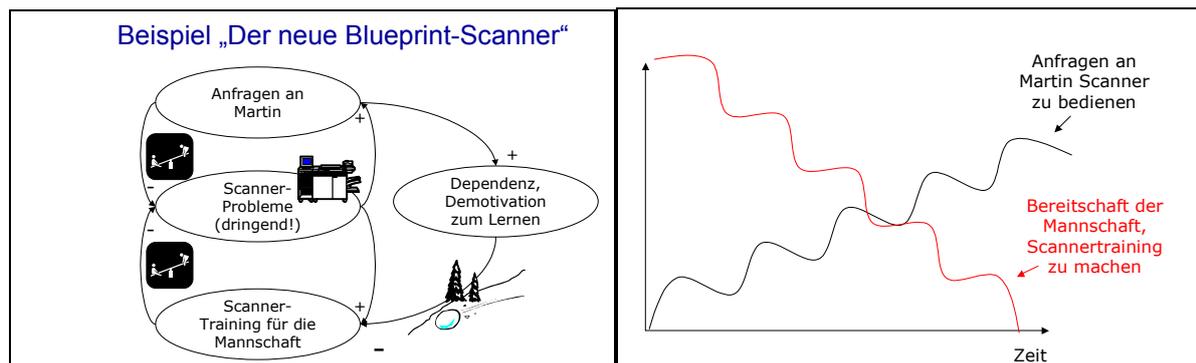
### 4.3 Archetypus 3: Problemverschiebung

Man wendet eine kurzfristige symptomatische „Lösung“ an, um ein Problem zu korrigieren, was anscheinend eine sofortige Verbesserung bewirkt.

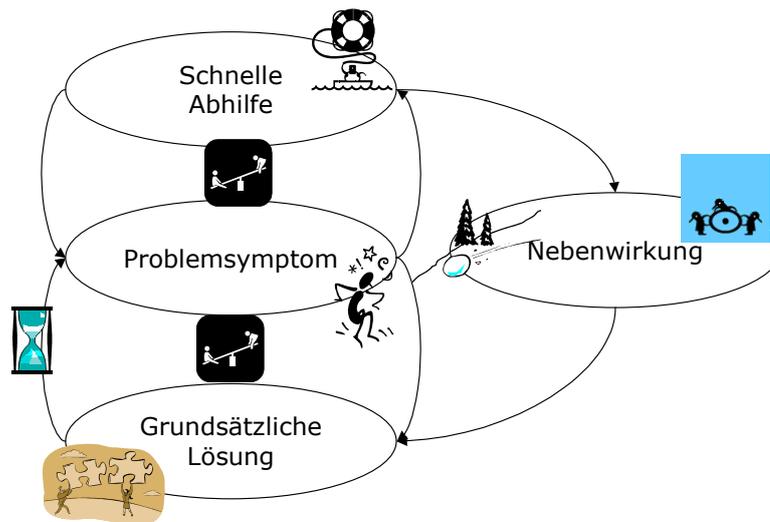
Die symptomatische Lösung hat jedoch Nebenwirkungen, welche eine grundsätzliche Problemlösung zunächst erschwert und in weiterer Folge generell verhindert.

#### Beispiel: „Der neue Blueprint-Scanner“

In der Lay-out-Abteilung einer Werbeagentur wird der lang ersehnte neue Scanner geliefert. Martin hat auf der Akademie gelernt, wie der Scanner und die Datenübertragung auf den PC funktionieren. Er hat versprochen alle Kollegen einzuschulen. Am nächsten Morgen kommt eine Kollegin, die dringend ein e-mail zu einem Kunden schicken muss, wo der Scanner gebraucht wird. Martin erledigt das für sie, weil die Zeit drängt. Das macht Schule. Nach einigen Wochen stellt Martin sarkastisch fest, dass er wohl der „Scanner-Assistent“ der Abteilung sei. Anfang Dezember droht er, dass er **so** nur noch bis Weihnachten weitermachen werde. Nach Weihnachten hat sich allerdings nicht geändert.



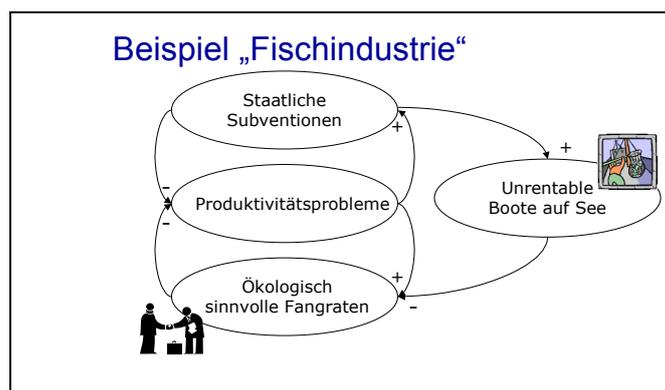
## Schablone „Problemverschiebung“



### Beispiel: „Fischindustrie“

Die internationale Fischereiindustrie weist eine enorme Überkapazität auf. Es gibt zu viele Schiffe für zu wenig Fisch. Die Ernährungs- und Landwirtschaftsorganisation der Vereinten Nationen (FAO) schätzt, dass die Fischereiindustrie jährlich einen Verlust von 54 Milliarden Dollar (Daten der 90er Jahre) einführt, den die Eignerländer durch staatliche Subventionen für strukturschwache Küstenregionen auffangen. Infolgedessen werden selbst unrentabel fahrende Schiffe nicht abgewrackt, was einen erhöhten Ausbeutungsdruck auf die natürliche Ressource Fisch bedeutet. Ein Beispiel: Allein die spanische Fischfangflotte umfasst 20.000 Schiffe, darunter 1.200 Hochseetrawler mit riesigen Netzen. Weil die Gewässer um die iberische Halbinsel längst leergefischt sind, weichen die Trawlerverbände in immer entlegenerere Gewässer der Weltmeere aus (Ernst 1998).

Problemsymptom	Produktivitätsprobleme
Schnelle Abhilfe	Staatliche Subventionen
Nebenwirkungen	Unrentable Boote fahren weiter
Welche grundsätzliche Lösung wird dadurch verhindert?	Ökologisch sinnvolle Fangraten

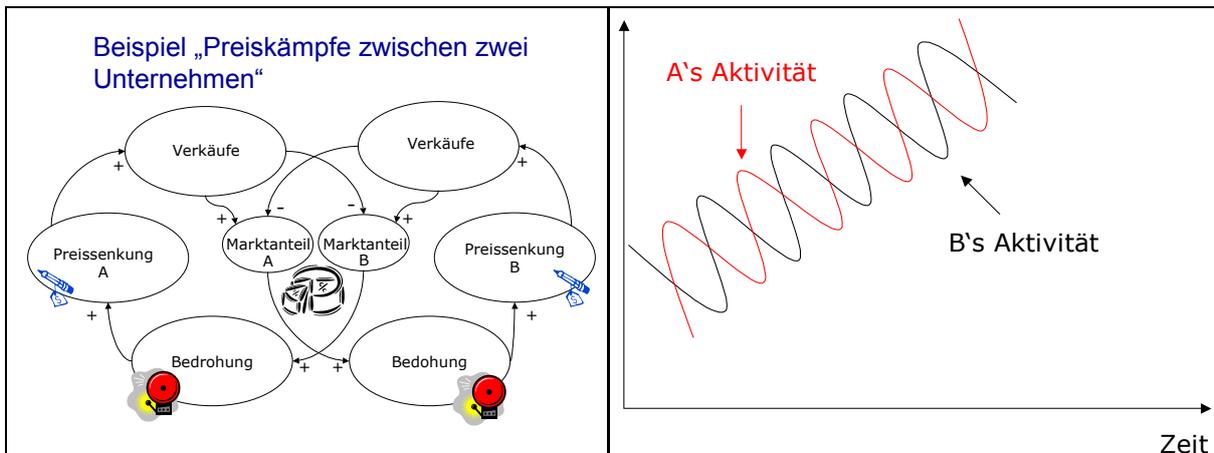


### Strategien für „Problemverschiebungen“

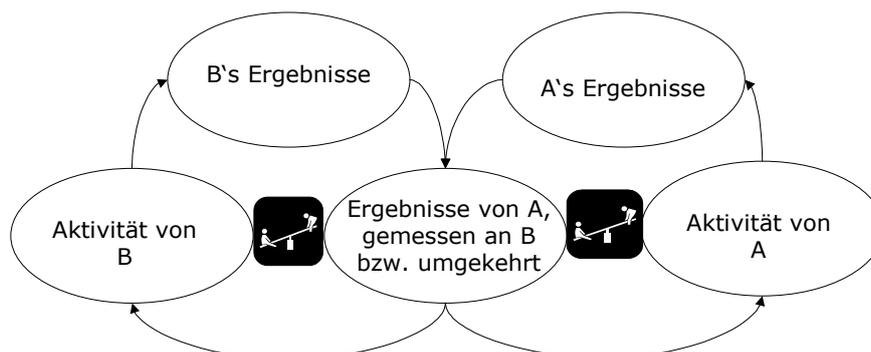
- Fragen Sie sich, was ist das eigentliche Problemsymptom, das sie bekämpfen wollen? Welche Lösungen habe ich ausprobiert? Was waren die unerwarteten Folgen?
- Welche alternativen Lösungen hätten Sie anwenden können? Hätte diese Lösung zu einer grundsätzlichen Lösung des Problems geführt?

## 4.4 Archetypus 4: „Eskalation“ oder „Widersacher wider Willen“

Partei A setzt in einer Bedrohungssituation eine Aktion, die von Partei B gleichfalls als Bedrohung wahrgenommen wird. Partei B antwortet mit einer Gegenmaßnahme, was die Bedrohungswahrnehmung von A erhöht und zu einer Steigerung entsprechender Aktionen führt.



### Schablone „Eskalation“



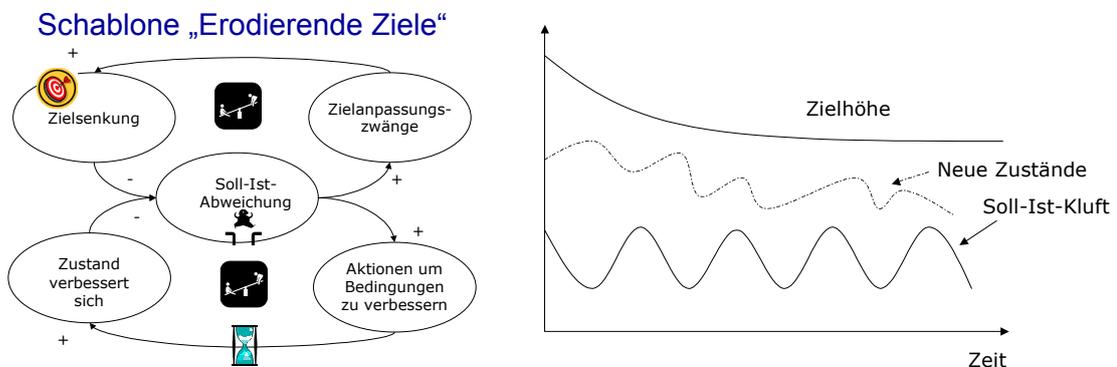
## Strategien bei „Eskalation“

- Halten Sie nach einer Möglichkeit Ausschau, durch die beide Seiten „gewinnen“ oder ihre Ziele erreichen können.
- Werden Sie sich des Maßstabes bewusst, an dem sich beide Parteien messen.
- Versuchen Sie zu verstehen, welche grundlegenden Bedürfnisse Ihr Partner hat und wie Sie diesen Bedürfnissen ungewollt entgegenwirken.
- Tit for tat.

## 4.5 Archetypus 5: Erodierende Ziele

In einer Situation „erodierender Ziele“ existiert eine Kluft zwischen einem Soll-Ziel und der Ist-Situation. Diese Kluft kann reduziert werden durch entsprechende Maßnahmen oder dadurch, dass die Zielhöhe allmählich reduziert wird.

Die Kurzfristige (schnelle) Lösung reduziert die Ziele.



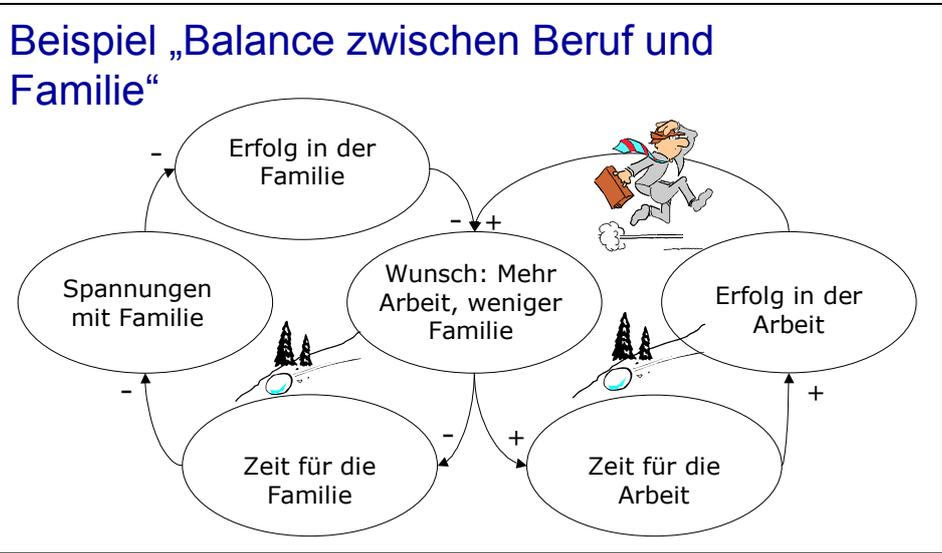
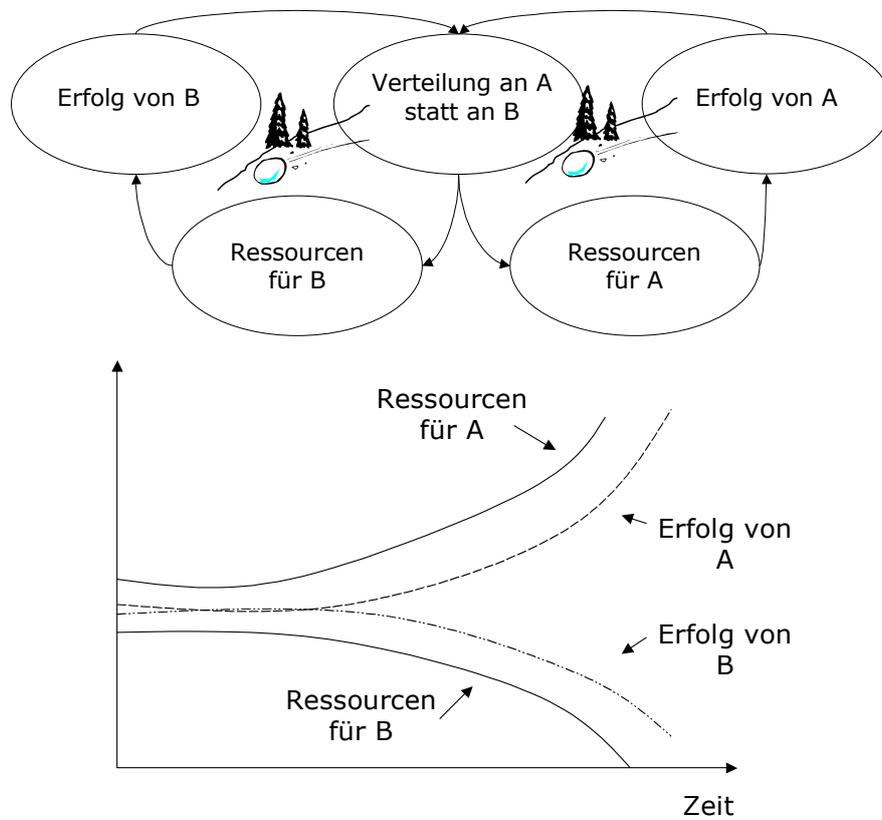
## Strategien bei „Erodierenden Zielen“

- Sinkende Qualität ist ein Zeichen, dass Prozesse erodierender Ziele am Werk sind. („Wir werden es schon überleben, wenn wir einmal nicht so genau hinschauen.“)
- Wehret den Anfängen: An Visionen, Zielen festhalten.
- Klären Sie die Frage, welche Determinanten bestimmen die Zielhöhe (von außen kommende Ziele sind weniger anfällig, als selbst gewählte Ziele).

## 4.6 Archetypus 6: Erfolg den Erfolgreichen

Zwei Aktivitäten konkurrieren um begrenzte Unterstützung oder Ressourcen. Je erfolgreicher eine wird, umso mehr erhält sie und um so mehr wird der anderen entzogen.

### Schablone „Erfolg den Erfolgreichen“



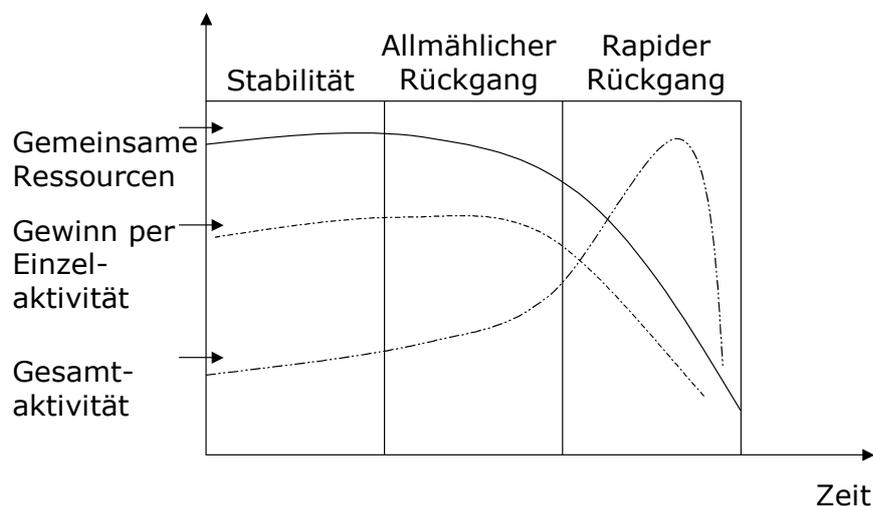
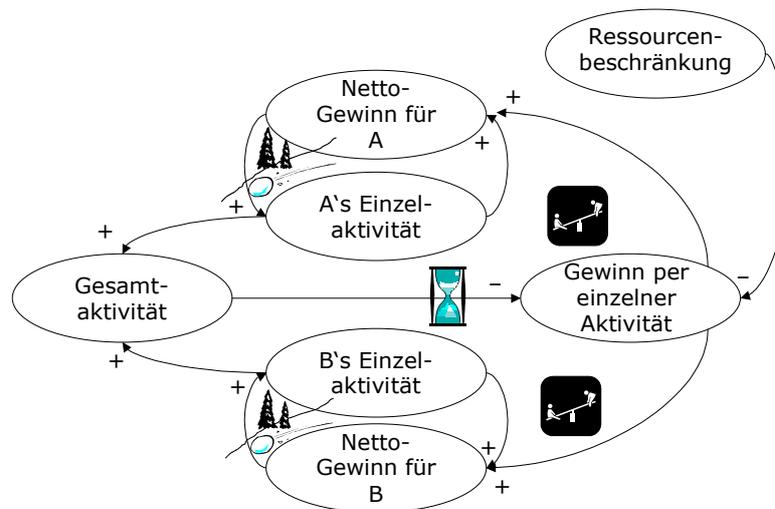
### Strategien für „Erfolg den Erfolgreichen“

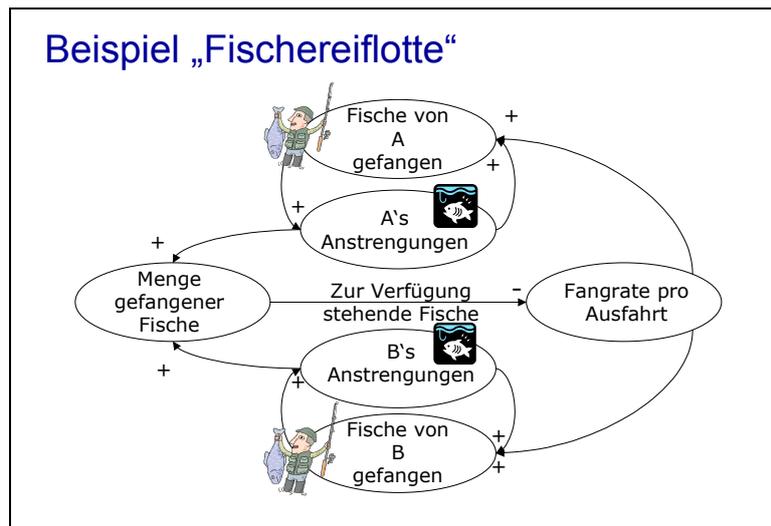
- Fragen Sie sich, warum das System nur einen „Gewinner“ kreiert hat.
- Verhindern Sie Null-Summen-Situationen.
- Verhindern Sie Situationen im Sinne eines „the winner takes it all“.
- Suchen Sie nach übergeordneten Zielen.

## 4.7 Archetypus 7: Tragödie der Gemeingüter

Im Rahmen einer „Tragödie der Gemeingüter“ verfolgt jeder Einzelne (Person oder Gruppe) eine Strategie individueller Nutzenmaximierung, was jedoch auf lange Sicht die Gesamtsituation für alle verschlechtert und langfristig den individuellen Nutzen verkleinert bzw. in Nachteile verkehrt.

### Schablone „Tragödie der Gemeingüter“

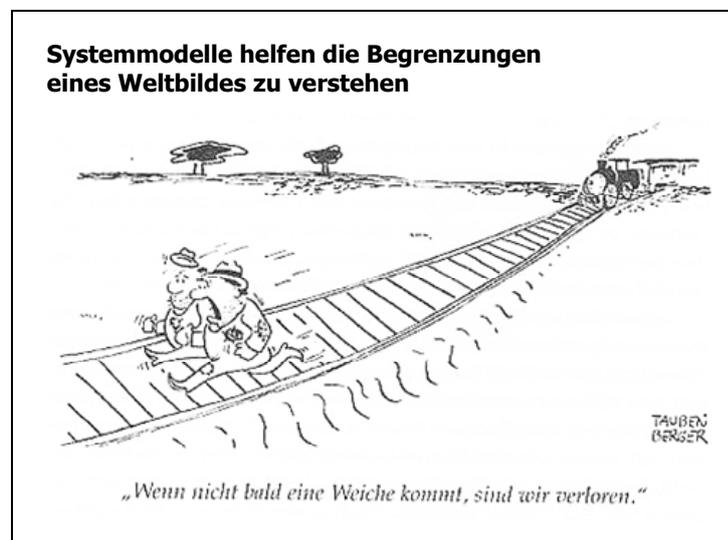




### Strategien bei „Tragödie der Gemeingüter“

- Wirksame Lösungen sind niemals auf individueller Ebene zu finden.
- Beantworten Sie Fragen wie: „Was hat der Einzelne davon, wenn er auf seinem Verhalten beharrt?“
- Versuchen Sie durch geeignete Steuerungsmaßnahmen einen Ausgleich zwischen Einzelinteressen und Allgemeinwohl herzustellen.

## 4.8 Schlussfolgerungen



## **Probleme der traditionellen Denkweise (Senge, 1990)**

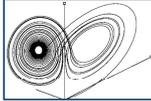
1. Die „Lösungen“ von gestern sind die Probleme von heute.
2. Je mehr man sich anstrengt, desto schlimmer wird es. Je stärker du drückst, desto stärker schlägt das System zurück.
3. Die Situation verbessert sich, bevor sie sich verschlechtert.
4. Der bequemste Ausweg erweist sich zumeist als Drehtür. Der leichte Ausweg führt gewöhnlich zurück ins Problem.
5. Die Therapie kann schlimmer als die Krankheit sein.
6. Schneller ist langsamer.
7. Ursache und Wirkung liegen räumlich und zeitlich nicht nahe beieinander.
8. Kleine Änderungen können große Wirkungen erzielen - aber die sensiblen Druckpunkte des Systems sind am schwersten zu erkennen.
9. Man kann den Kuchen haben und ihn essen - nur nicht gleichzeitig.
10. Wer einen Elefanten in zwei Hälften teilt, bekommt nicht zwei kleine Elefanten.
11. Schuldzuweisungen bringen nichts.
12. Handel stets so, dass sich deine Freiheitsgrade vergrößern (von Foerster, 1985)
13. Ein Großteil organisatorischen Verhaltens, Entscheidungen eingeschlossen, besteht mehr aus dem Befolgen von Regeln als dem Abschätzen von Konsequenzen.

## **Vorschläge zum Umgang mit Systemen**

- Berücksichtigung von Feedbackprozessen und ihren Problemen (Teufelskreise, Regelkreise, Verzögerungen, Nichtlinearität).
- Papiercomputer um sich einen Überblick zu verschaffen (keine Dynamik).
- Archetypen um typische Muster zu identifizieren (beschränkte Auswahl möglicher Muster).

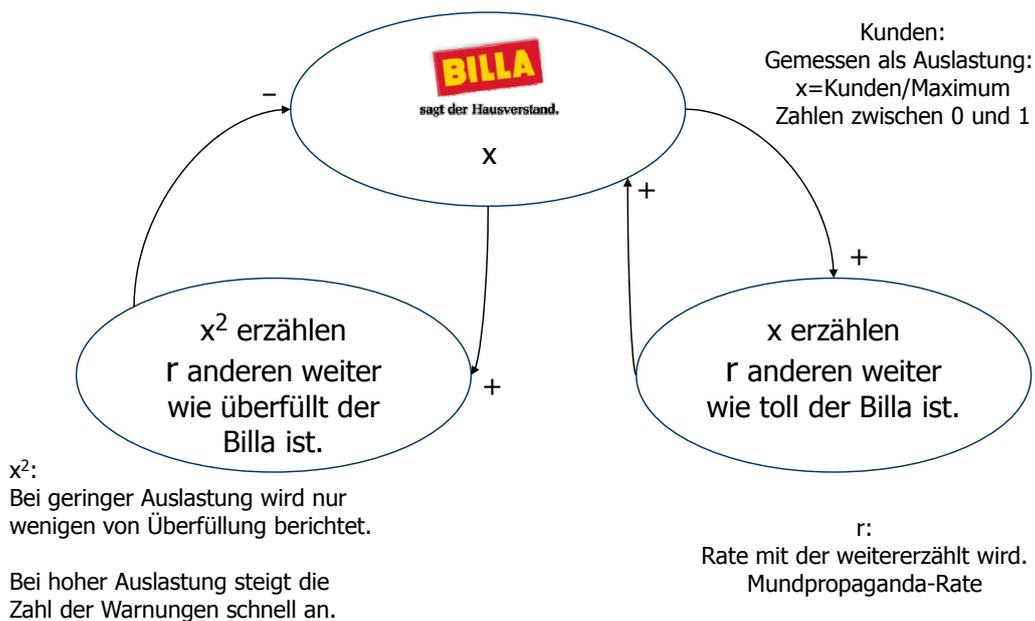
# 5. Chaosforschung

**Chaotische Dynamik**



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“).

## Neuer Billa – Konstruiertes Fallbeispiel



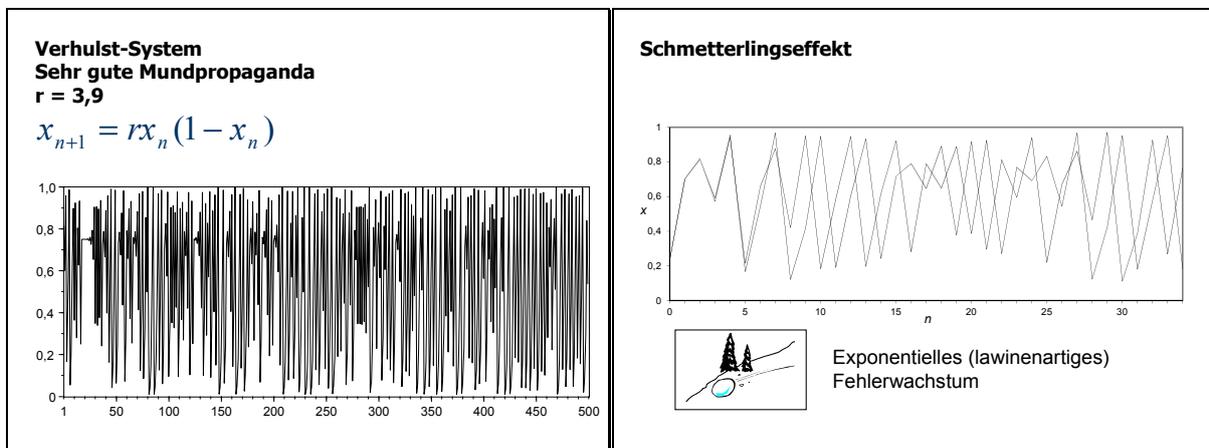
**Wachstumsgleichung mit Grenze (Verhulst-System)**

$$x = rx - rx^2$$

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

### Mundpropaganda

	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



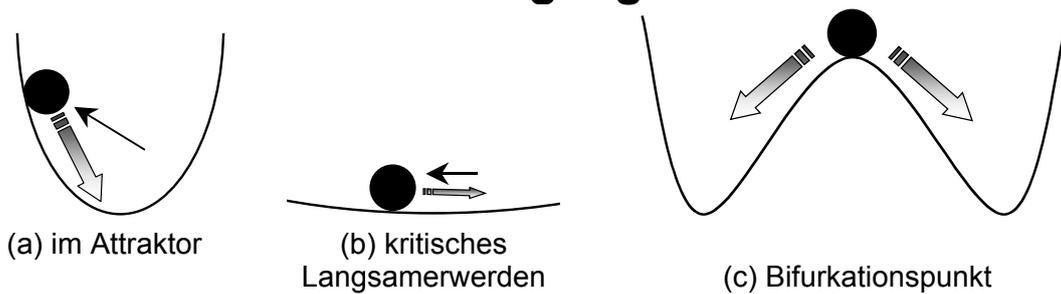
### Trotz Schmetterlingseffekt

- Der Schmetterlingseffekt macht eine genaue Prognose unmöglich.
- Aber auch im Chaos ist das Verhalten des Systems durch das System erzeugt.
- Chaos besitzt also irgendwo doch eine Ordnung (wie die Zahl PI).
- Bei unterschiedlicher Mundpropaganda verändert sich die Ordnung dramatisch.
- Die Mundpropaganda ist ein „Kontrollparameter“. Sie beeinflusst das Systemverhalten dramatisch.
- Es ist nicht leicht solche Parameter zu finden.

### 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

## Phasen eines Phasenüberganges



### 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 jedes beliebige stabile 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).

## 6. Umgang mit komplexen Systemen

### Probleme der traditionellen Denkweise

1. **Kein vernetztes Denken.** Akteure in komplexen Systemen sind zu sehr mit sich beschäftigt. Sie erkennen nicht, wie sich ihr Handeln auf die anderen auswirkt. Die Vernetzung mit anderen Systemelementen wird unterschätzt.

*Systemisches Denken: Über den Tellerrand schauen! Papiercomputer!*

2. **Schuldzuweisungen.** Akteure in komplexen Systemen gehen fälschlicher Weise davon aus, dass es bei Problemen Schuldige geben muss. Akteure schieben sich implizit/explicit gegenseitig die Schuld zu.

*Systemisches Denken: Schuldzuweisungen bringen nichts!*

**Die Dynamik entsteht im System.** Häufiger als wir erkennen, werden Krisen durch das System verursacht, nicht durch individuelle Fehler einzelner.

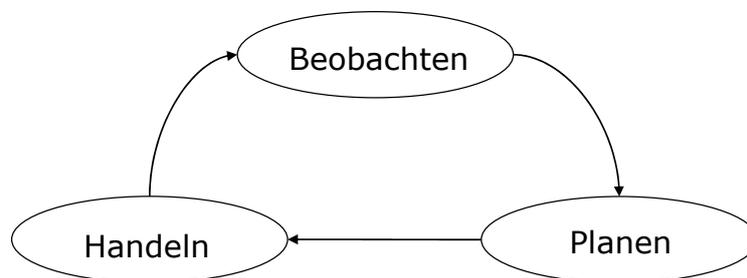
3. **Lösungsversuche verschlimmern das Problem.** Probleme entstehen aus der Systemdynamik und sind damit Teil der Dynamik. Lösungsversuche gehören oft der gleichen Denkweise an, ändern also nichts.

*Systemisches Denken: Wenn etwas nicht funktioniert, dann versuche etwas wirklich anderes.*

## Umgang mit Komplexität – Prinzipien

Die Tatsache, dass die Chaostheorie komplexe und anpassungsfähige Systeme in der Natur besser beschreibt als die traditionelle Naturwissenschaft, lässt interessante Impulse für die Steuerung von Unternehmen erwarten. Unternehmen ähneln solchen natürlichen Systemen. Sie sind angewiesen auf hohen Energieaustausch mit dem Markt, auf die Gestaltung hoch komplexer Prozesse und das Entwickeln hoher Anpassungsfähigkeit.

- **Veränderte Erklärungsmodelle** - Hinterfragen der Steuerbarkeit.
- **Prognose und Steuerfähigkeit der Umwelt:** Die Zukunft komplexer, oft auch schon simpler Prozesse wird unvorhersagbar. Ursache und Wirkung stehen in keiner erkennbaren Beziehung. Kleinste Veränderungen in den Anfangsbedingungen können zu großen Unterschieden in den Auswirkungen führen (Schmetterlingseffekt).
- **Chaosmanagement.**  
Chaosmanager sehen ihre Organisation eher als "Mobile" denn als Maschine. Management heißt dann, den Rahmen für Selbstorganisation und für Selbstentwicklung schaffen, sowohl für Organisationseinheiten, für Teams als auch für einzelne Mitarbeiter.
- **Verzicht auf große Planungssysteme.**  
Wenn kleine Eingriffe große Wirkungen haben können, geraten traditionelle Planungssysteme ins Schleudern. Planung wird kleinschrittiger, sie wird zu einem kontinuierlichen Prozess:



## Unterschiede in der Betrachtung

Reduktionistische Betrachtung	Systemische, komplexitätswissenschaftliche Betrachtung
Statisch	Dynamisch
Denken in Punktzielen	Denken in Konstellationen
Problemorientierung	Lösungsorientierung
Auf die Identifizierung von Ursache-Wirkungsbeziehungen konzentriert	Auf die Analyse von Kreisläufen und Wechselbeziehungen konzentriert

Direktes Einwirken	Indirektes Einwirken
Auf die Optimierung und Steuerbarkeit ausgerichtet	Auf Schaffung von Möglichkeiten zur Selbstorganisation ausgerichtet
Gewinnmaximierung	Maximierung der Lebensfähigkeit

## 7. Literatur

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

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

Strunk, G. & Schiepek, G. (2014) *Therapeutisches Chaos. Eine Einführung in systemisches Denken und Komplexitätstheorie*. Göttingen: Hogrefe

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

von Foerster, H. (1985) *Sicht und Einsicht. Versuche zur operativen Erkenntnistheorie*. Braunschweig: Vieweg Verlag

## Post-Modul Aufgabe – Systemdenken

1. Bitte erstellen Sie ein Foto von einem beliebigen System.

Auf dem Foto sollten die wesentlichen Elemente des Systems sichtbar werden. Beziehungen zwischen den Elementen können, falls Ihnen das nötig erscheint, nachträglich auf das Foto gezeichnet werden. Schöner wäre es aber, wenn das Foto ohne künstliche Hilfsmittel auskommt.

2. Bitte beurteilen Sie, ob es sich bei dem System um ein chaosfähiges System handeln kann, indem Sie die Kriterien der folgenden Folie aus der Lehrveranstaltung mit ja / nein / vielleicht einschätzen.

### 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

Die Aufgabe ist als Einzelaufgabe zu erledigen, bis zum 01.12.2014.

Bitte per Mail an [guido.strunk@complexity-research.com](mailto:guido.strunk@complexity-research.com) oder per Post an:

Guido Strunk  
Salissstr. 5-15/6/26  
A-1140 Wien

Viel Spaß!