

Modul 3: Umgang mit Komplexität

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
guido.strunk@complexity-research.com

Schnee-Chaos (Gruppe 9)

	1	2	3	4	5	6	7	AS	Q
1 Schnee		2,0	3,0	1,5	2,0	1,0	1,5	11,00	4,00
2 Vorrat Enteisungsflüssigkeit	0,0		1,5	3,0	0,5	0,8	3,0	8,75	0,81
3 Anzahl Autos auf der Autobahn	0,0	1,8		2,0	0,3	0,8	2,5	7,25	0,81
4 Anzahl der Flieger, die starten können	0,0	2,5	1,3		0,5	0,8	2,5	7,50	0,73
5 Anzahl Züge, die fahren	0,8	1,8	1,0	1,3		0,0	2,5	7,25	1,26
6 Temperatur	2,0	2,3	2,3	2,0	2,0		3,0	13,50	4,15
7 Wut der Verkehrsteilnehmer	0,0	0,5	0,0	0,5	0,5	0,0		1,50	0,10
Passivitäts-Summe	2,75	10,75	9,00	10,25	5,75	3,25	15,00		
Produkt (P)	30,25	94,06	65,25	76,88	41,69	43,88	22,50		

Schnee-Chaos (Mittelwert über alle 9 Gruppen)

	1	2	3	4	5	6	7	AS	Q
1 Schnee		1,8	2,3	2,0	1,9	0,9	2,1	11,00	3,68
2 Vorrat Enteisungsflüssigkeit	0,3		0,7	2,9	0,2	0,4	1,4	5,81	0,70
3 Anzahl Autos auf der Autobahn	0,2	1,4		1,1	0,1	0,3	2,5	5,72	0,76
4 Anzahl der Flieger, die starten können	0,1	1,7	1,1		0,2	0,3	1,9	5,28	0,59
5 Anzahl Züge, die fahren	0,2	0,5	1,6	0,5		0,2	1,8	4,83	1,02
6 Temperatur	2,1	2,3	1,4	2,2	2,1		1,6	11,76	5,50
7 Wut der Verkehrsteilnehmer	0,1	0,5	0,4	0,2	0,2	0,1	0,4	1,75	0,15
Passivitäts-Summe	2,99	8,25	7,52	8,92	4,73	2,14	11,60		
Produkt (P)	32,88	47,96	43,03	47,11	22,85	25,14	20,30		

Modul 3:

Umgang mit Komplexität

Priv.-Doz. Dr. Dr. Dipl.-Psych. Guido Strunk
guido.strunk@complexity-research.com
www.complexity-research.com

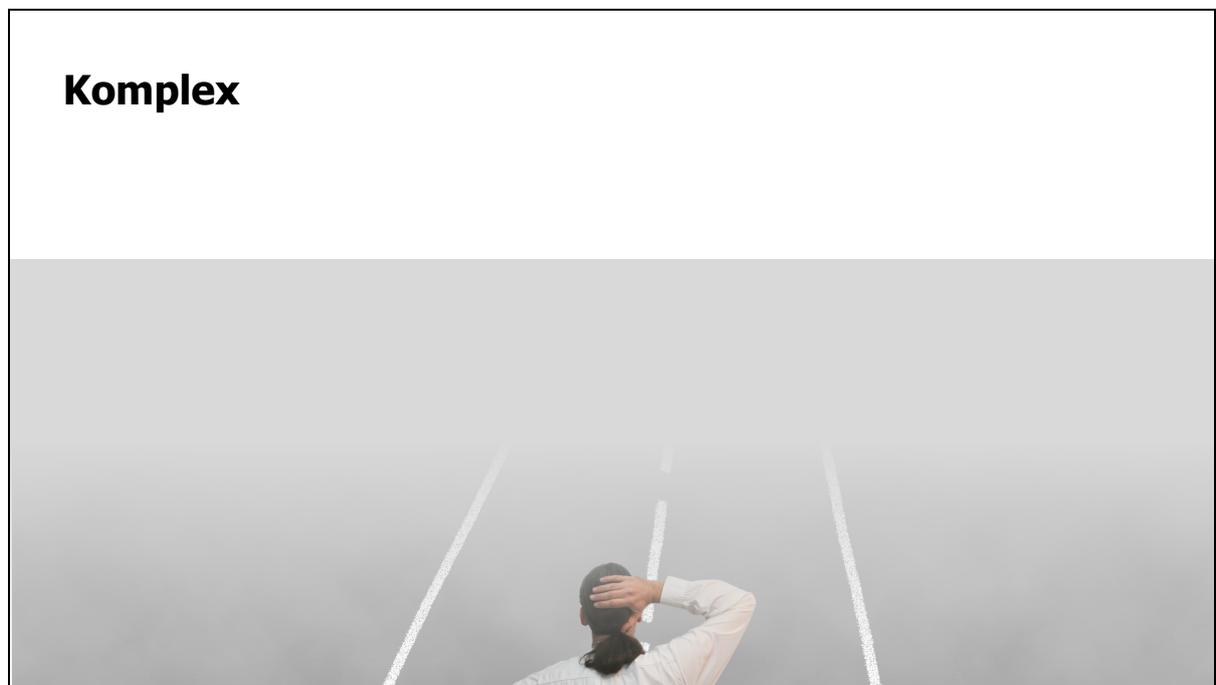
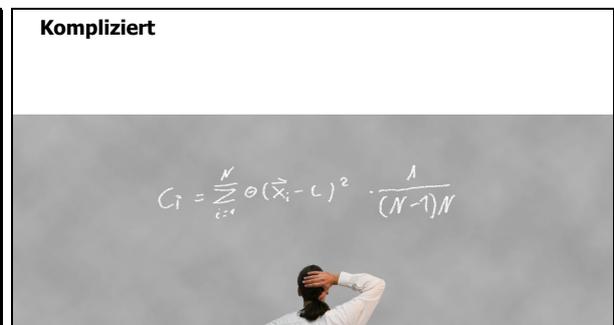
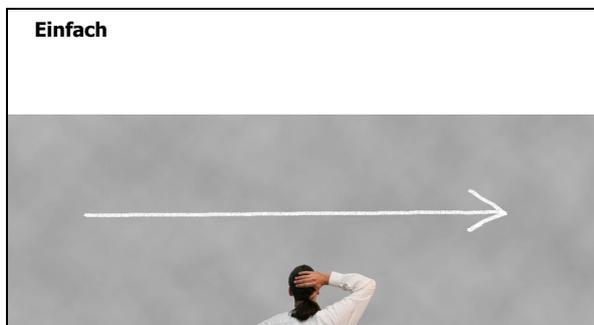
Leben wir in einer komplexer werdenden Welt?

The image displays two screenshots of a Google search interface. The top screenshot shows a search for the German phrase „wir leben in einer immer komplexer werdenden Welt“ (we live in an increasingly complex world), resulting in approximately 9,600 search results. The bottom screenshot shows a search for the English phrase „we live in an increasingly complex world“, resulting in approximately 130,000 search results. Both screenshots include the Google logo, a search bar with the query, and a search button.

Inhalte

- Was ist Komplexität?
 - Und die Erde war wüst und leer ...
 - Beispiel: Effiziente Märkte sind zufällig
 - Sind Märkte wirklich zufällig?
 - Ordnung und Chaos
- Beziehungen zwischen Variablen
 - Lineale Kette
 - Positives Feedback
 - Negatives Feedback
 - Verzögerungen
 - Nichtlineare Zusammenhänge
 - Folgerungen
- Archetypen
- Chaostheorie
- Umgang mit komplexen Systemen

1. Was ist Komplexität



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

Landkarte des Wissens

Tohuwabohu

Die Landkarte des Wissens ist zu Anfang ein einziger weißer Fleck.

Landkarte des Wissens

Sinn

Antike griechische Philosophen postulieren, dass die Welt prinzipiell verstanden werden kann.

Landkarte des Wissens

Einfachheit

Newton: „Die Natur erfreut sich der Einfachheit“.

Verhaltens-/Problemlandkarte

Vorhersage unmöglich

Vorhersage möglich

Vorhersage unmöglich

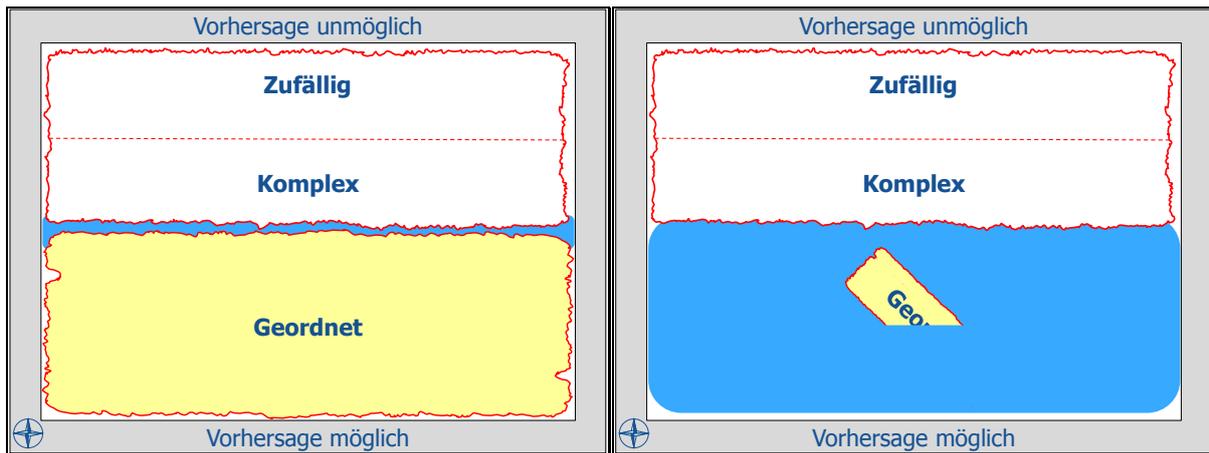
Zufällig

Wenige Einflussgrößen
Viele Einflussgrößen

Kompliziert

Einfach

Vorhersage möglich



Übung

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

Einfach: ...

Kompliziert: ...

Komplex: ...

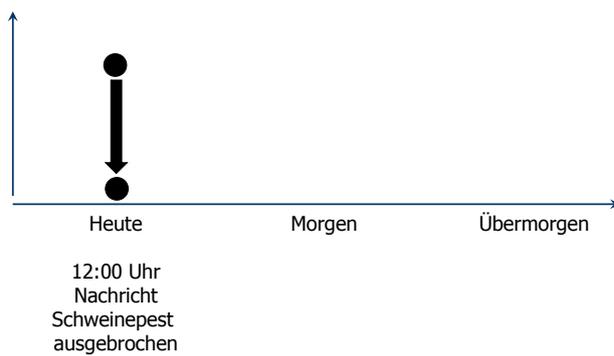
Zufällig: ...

1.2 Beispiel: Effiziente Märkte sind zufällig

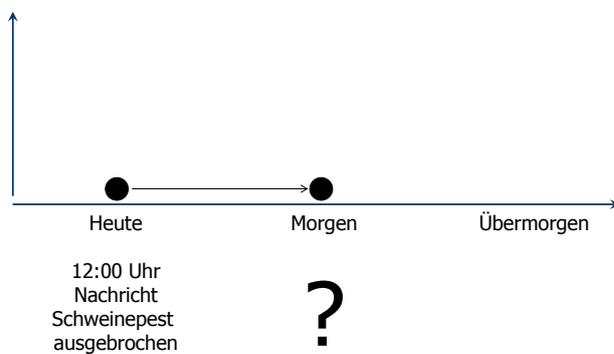
Zufall

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

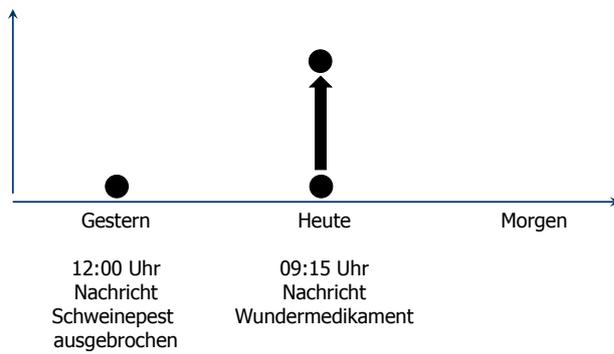
Angebot und Nachfrage bestimmen den Preis



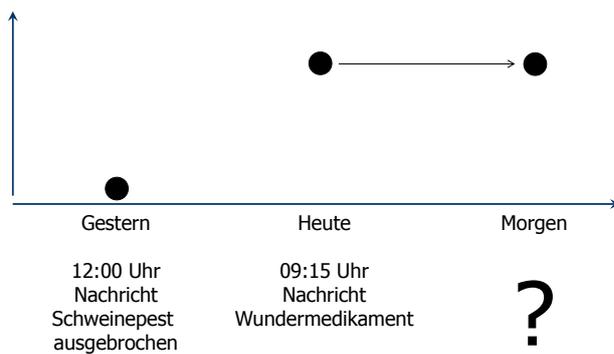
Angebot und Nachfrage bestimmen den Preis



Angebot und Nachfrage bestimmen den Preis

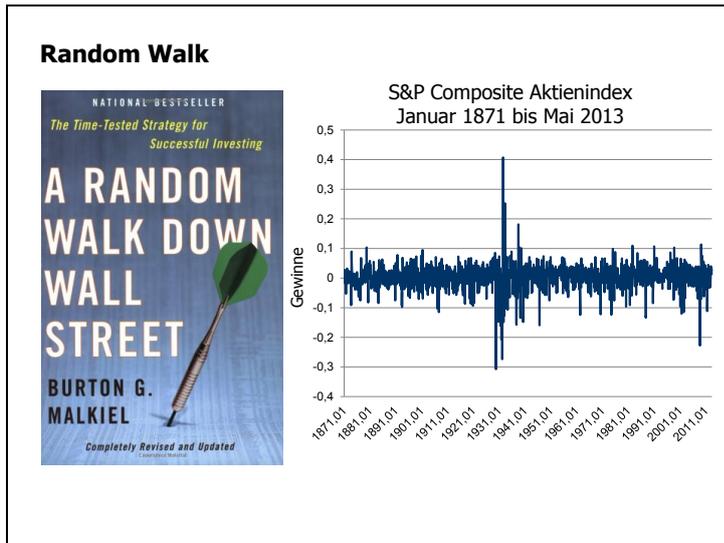


Angebot und Nachfrage bestimmen den Preis



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.



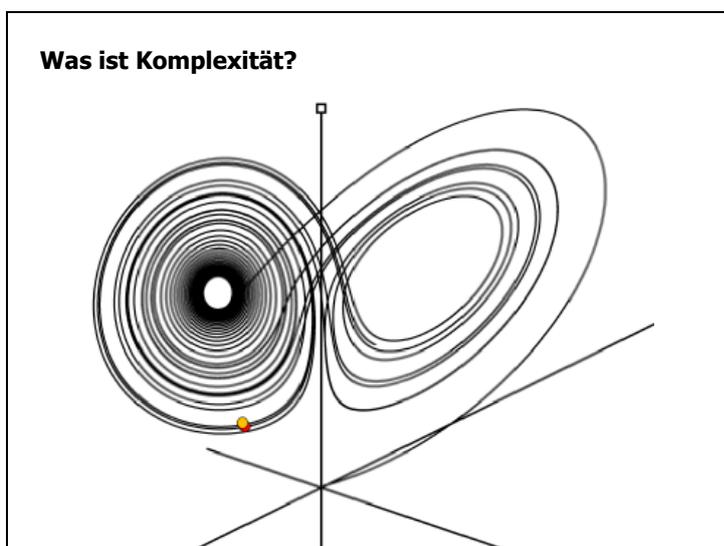
1.3 Sind Märkte wirklich zufällig?

Gibt es hier ein Muster oder sind das Zufallszahlen?

3 . 14 15 92 65 35 89 79 32 38 46 26 43 38 32 79 50
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.

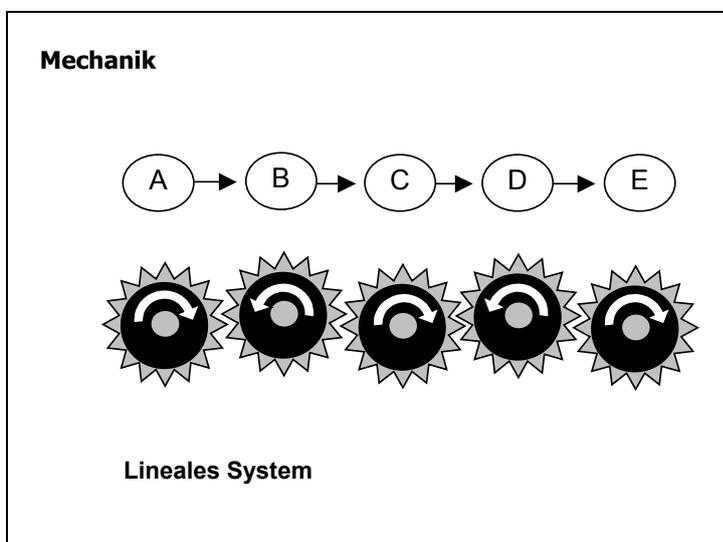
7 5 2 7 2 4 8 9 1 2 2 7 9 3 8 1 8 3 0 1 1 9 4 9 1 2 9 8 3 3 6 7 3 3
6 2 4 4 0 6 5 6 6 4 3 0 8 6 0 2 1 3 9 4 9 4 6 3 9 5 2 2 4 7 3 7 1 9



1.4 Ordnung und Chaos – eine Gegenüberstellung

Klassische Mechanik	Chaos-Theorie
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. Beziehungen zwischen Variablen



2.1 Feedbacksysteme



2.1.1 Positives Feedback

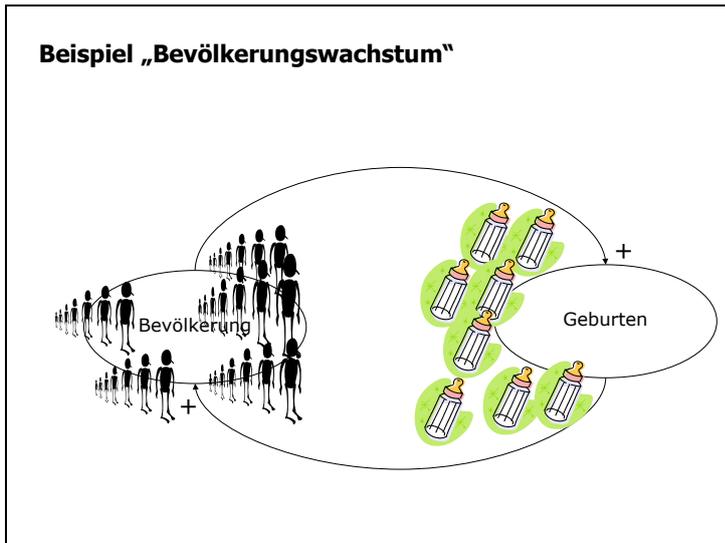
Positive Rückkopplungsprozesse



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.



Wachstum? Positives Feedback?

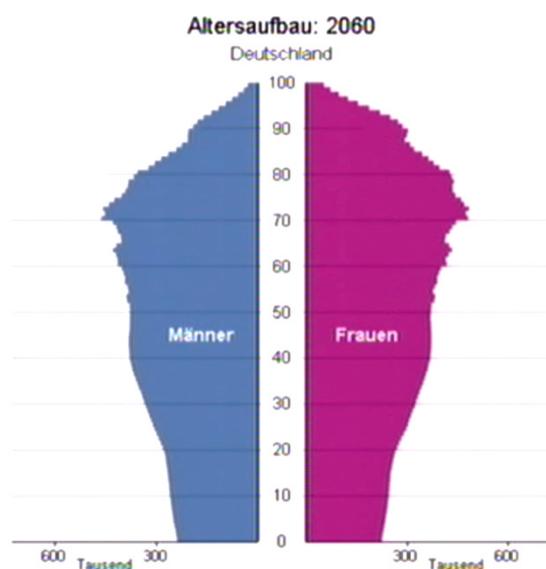
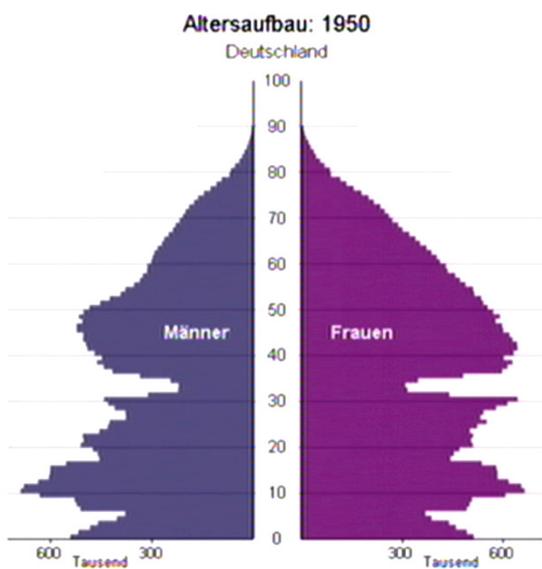
ZEIT ONLINE | WISSEN

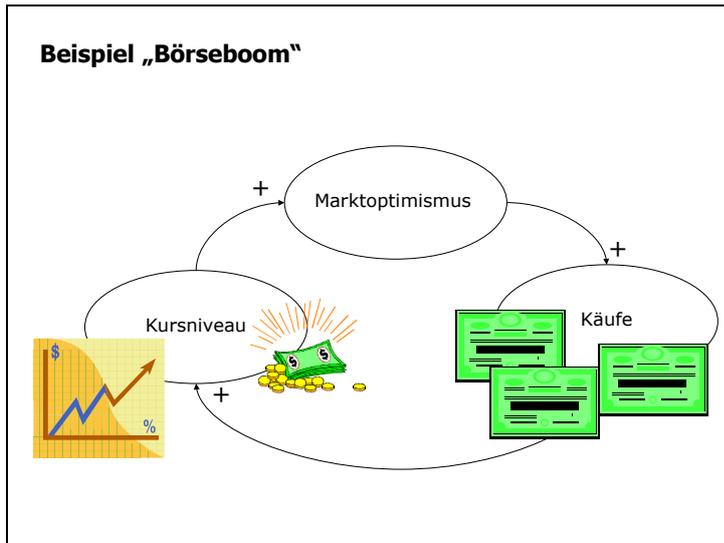
DEMOGRAFIE

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 - 11:59 Uhr

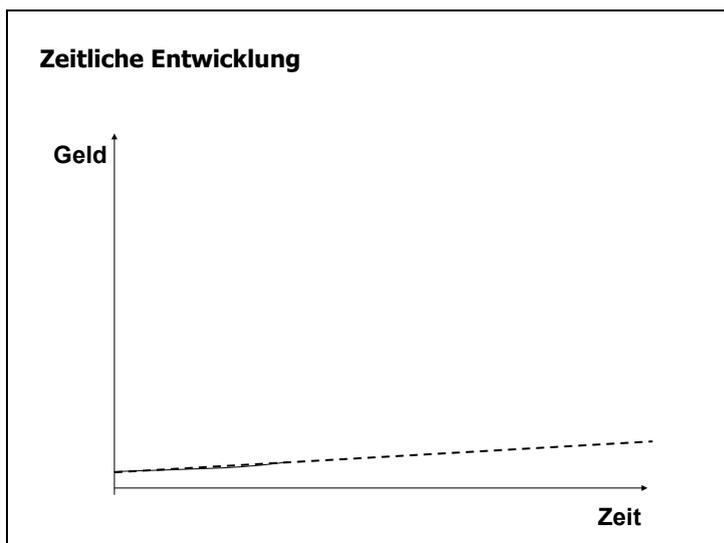




Josef-Pfennig – Josef-Cent

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

[Berechnung](#)

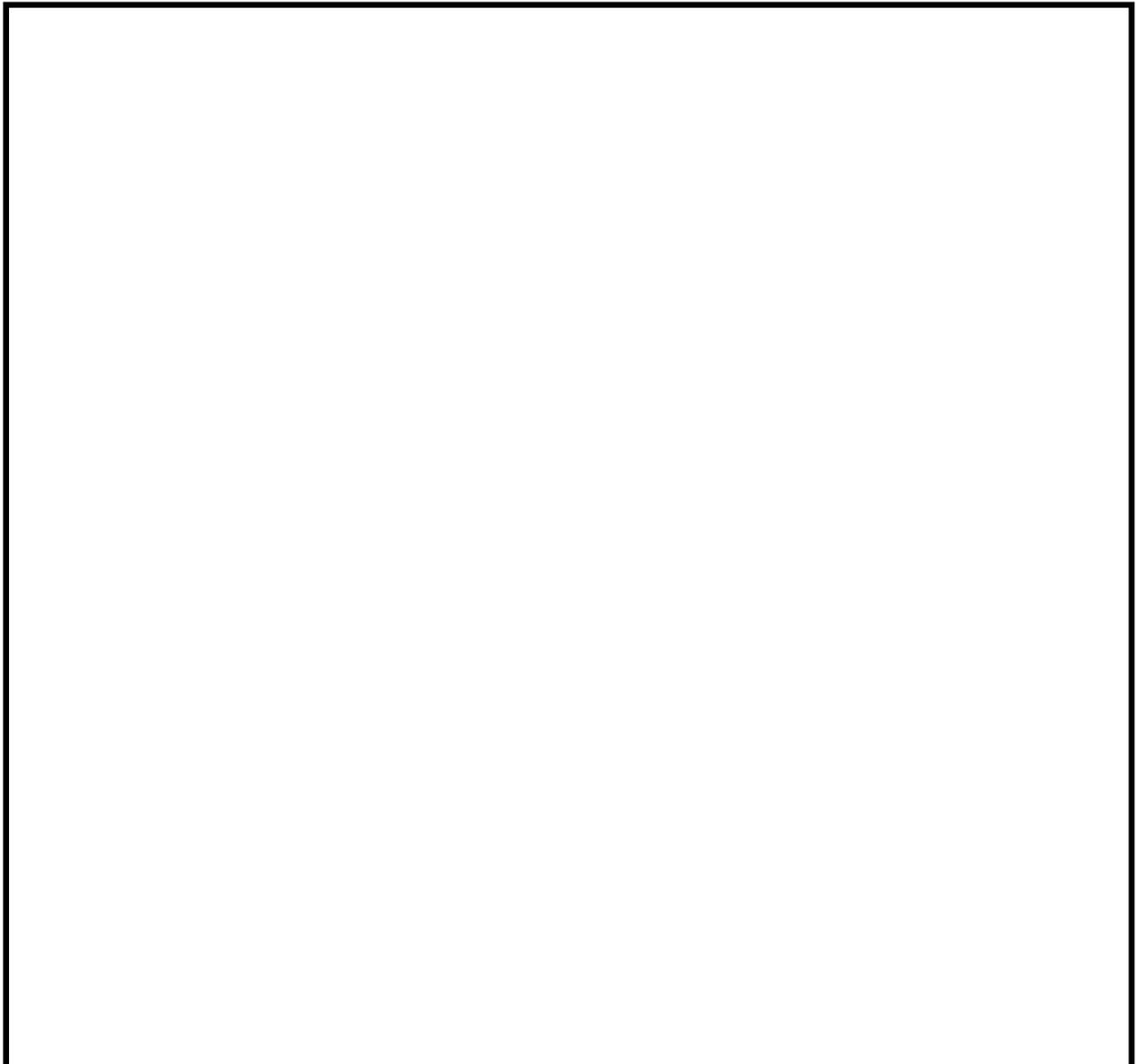


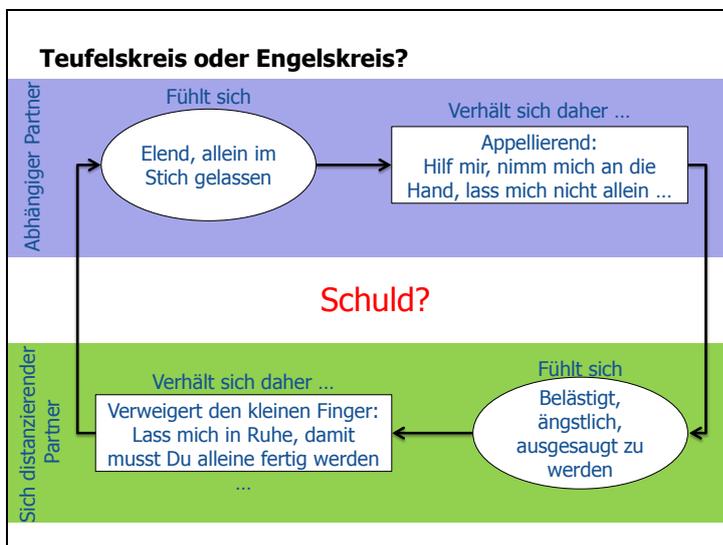
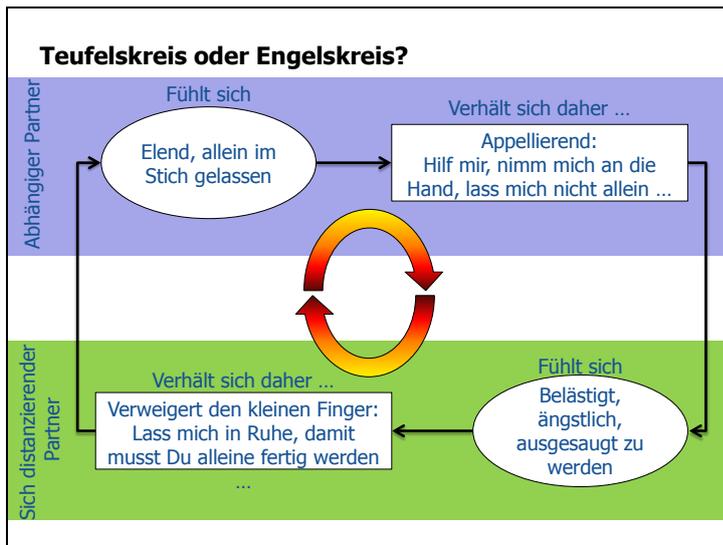
Beispiel: „Froschkolonie“

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

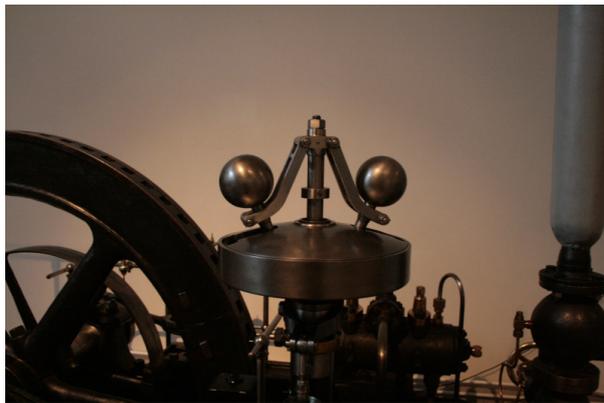
- Jede Kommunikation bildet Beziehungs- und damit Machtstrukturen ab. Welche Beziehungsstrukturen und Machtstrukturen sind dem Management angemessen?
- Kommunikation ist ein kreiskausales Geschehen. Ursachen und Wirkungen sind in Kommunikation und zwischenmenschlicher Interaktion nicht mehr identifizierbar.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

2.2 Negatives Feedback

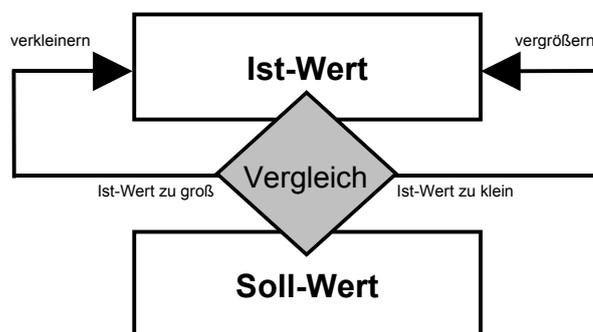
Gleichgewichtsschleifen



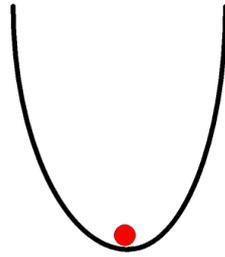
Bei Gleichgewichtsschleifen (negativer Rückkopplung) verlaufen Wirkung und Rückwirkung entgegengesetzt und kontrollieren sich so gegenseitig. Die Wirkung hemmt also die Ursache!



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 Schachtelpackung 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.

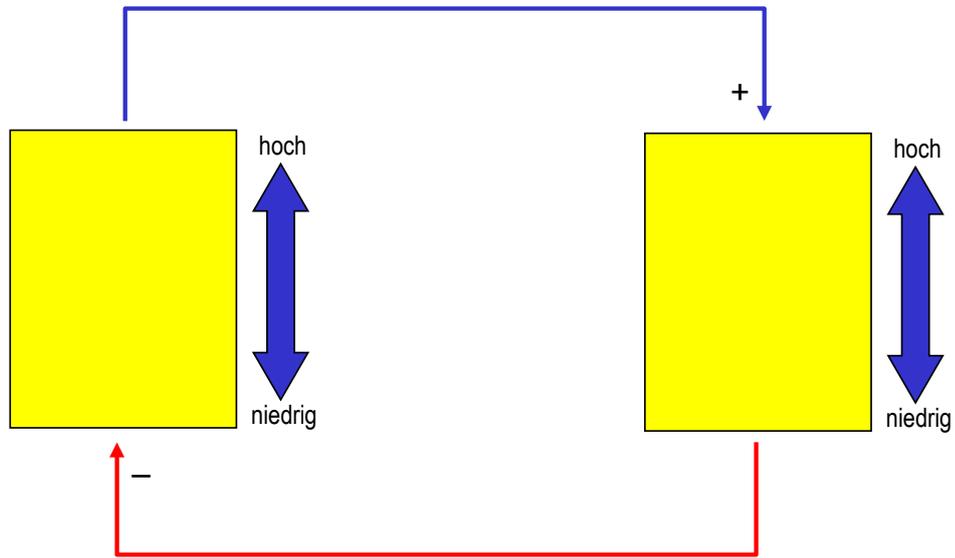
Nun habe ich auf der anderen Seite nicht selten auch Arbeiter und Arbeiterinnen gefunden, die, wie es dem Außenstehenden erscheinen musste, eigentlich wirklich interessante und abwechslungsreiche Arbeit hatten und die dennoch über die langweilige monotone Fabrikarbeit klagten.“

(Münsterberg 1912, S 116f.)

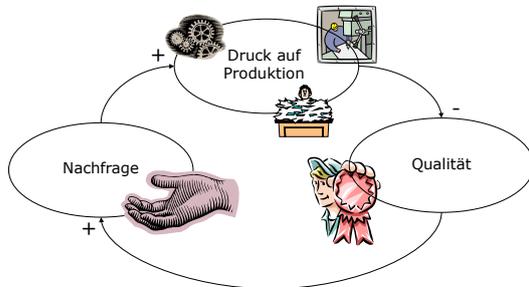
Literatur

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

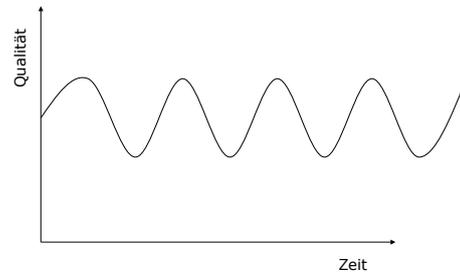
Typischer Aufbau eines Regelkreises



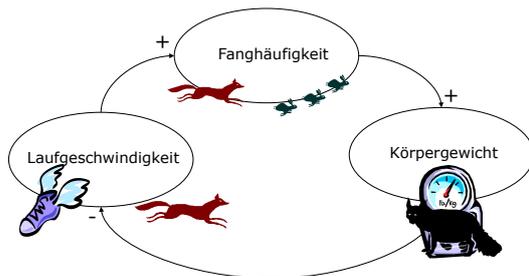
Beispiel „Nachfrage-/Qualitätszyklus“



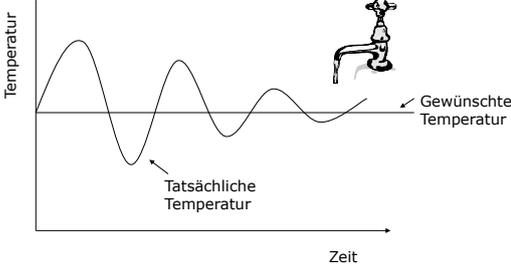
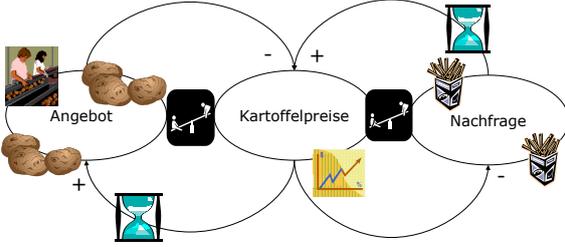
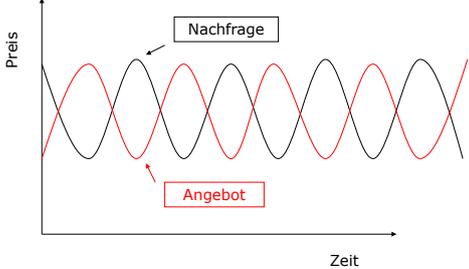
Beispiel „Nachfrage-/Qualitätszyklus“



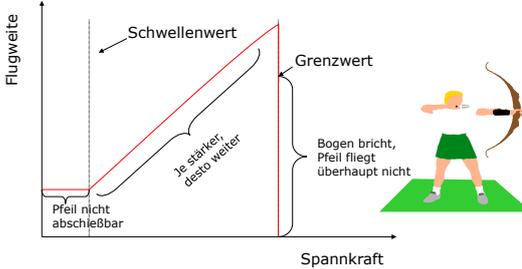
Beispiel „Wenn die Füchse zu viel fressen“



2.3 Verzögerungen

<p>Verzögerungen</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>Beispiel „Wassertemperatur bei einem alten Wasserhahn“</p> 
<p>Beispiel „Angebot-/Nachfragezyklen“</p> 	<p>Beispiel „Angebots-/Nachfragezyklen“</p> 

2.4 Nichtlineares Feedback (Grenz- & Schwellenwerte)

<p>Grenz- und Schwellenwerte</p>  <p>Unterhalb eines Schwellenwertes verhält sich das System anders, als drüber. Es kommt zu diskontinuierlichen Sprüngen im Verhalten.</p>	<p>Beispiel „Pfeil und Bogen“</p> 
---	---

2.5 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.

3. 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

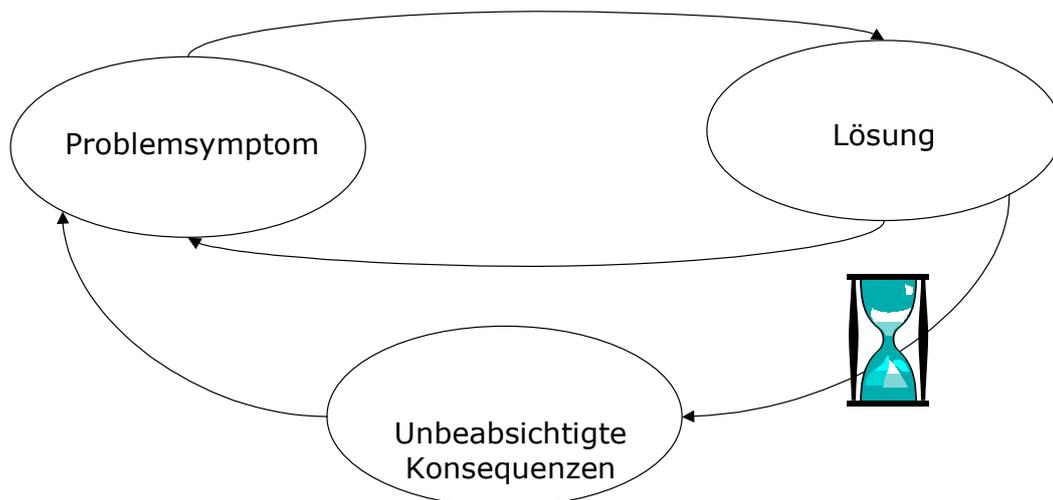
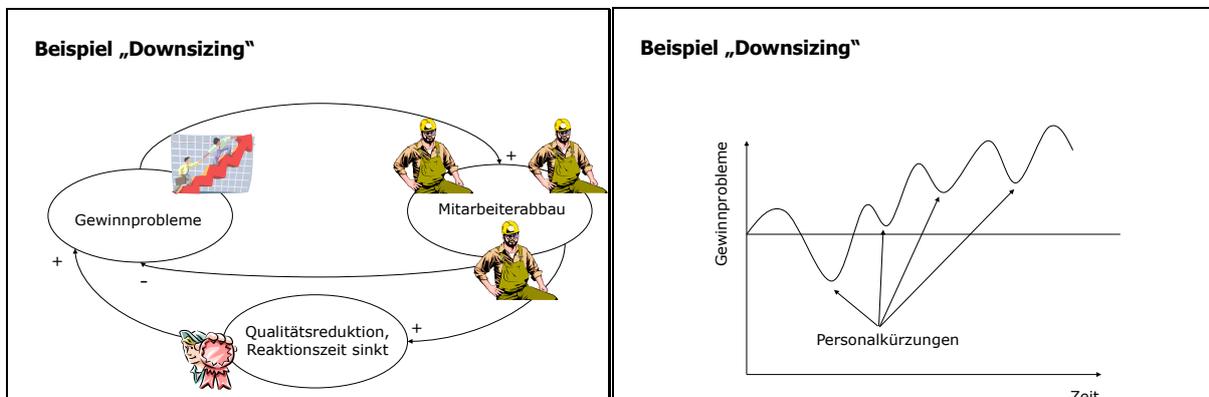
3.1 Archetypus 1: Fehlerkorrekturen

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?

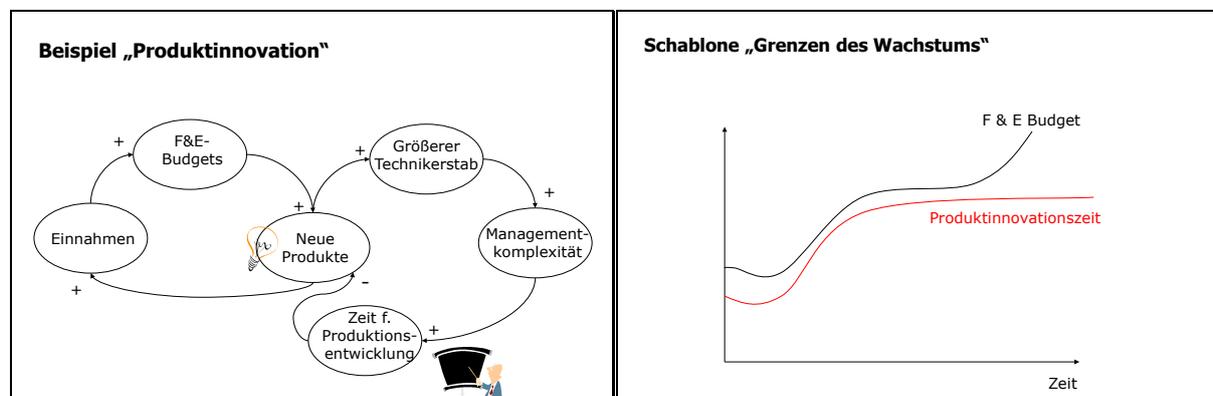
3.2 Archetypus 2: Grenzen des Wachstums

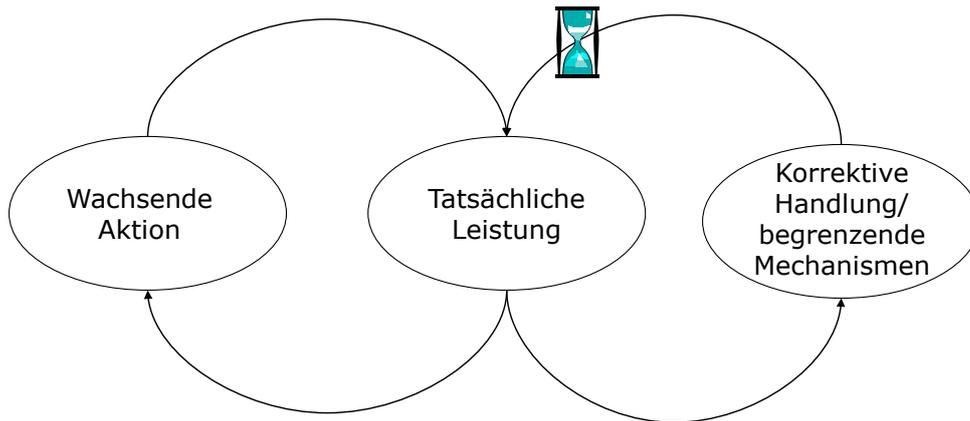
Ein Prozess verstärkt sich selbst und führt zu einer Phase der Wachstumsbeschleunigung.

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.



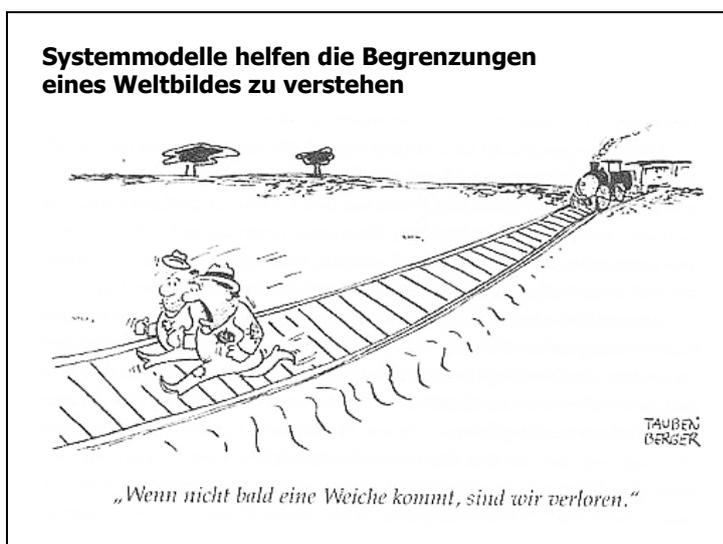


Strategien für „Grenzen des Wachstums“

- 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.

Weitere Archetypen finden Sie in der angegebenen Literatur und auf der Homepage.

3.3 Schlussfolgerungen



Probleme der traditionellen Denkweise (Senge, 1990)

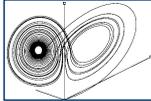
1. Die „Lösungen“ von gestern sind die Probleme von heute.
2. Je mehr man sich anstrengt, desto schlimmer wird es. Je stärker du drückst, desto stärker schlägt das System zurück.
3. Die Situation verbessert sich, bevor sie sich verschlechtert.
4. Der bequemste Ausweg erweist sich zumeist als Drehtür. 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).

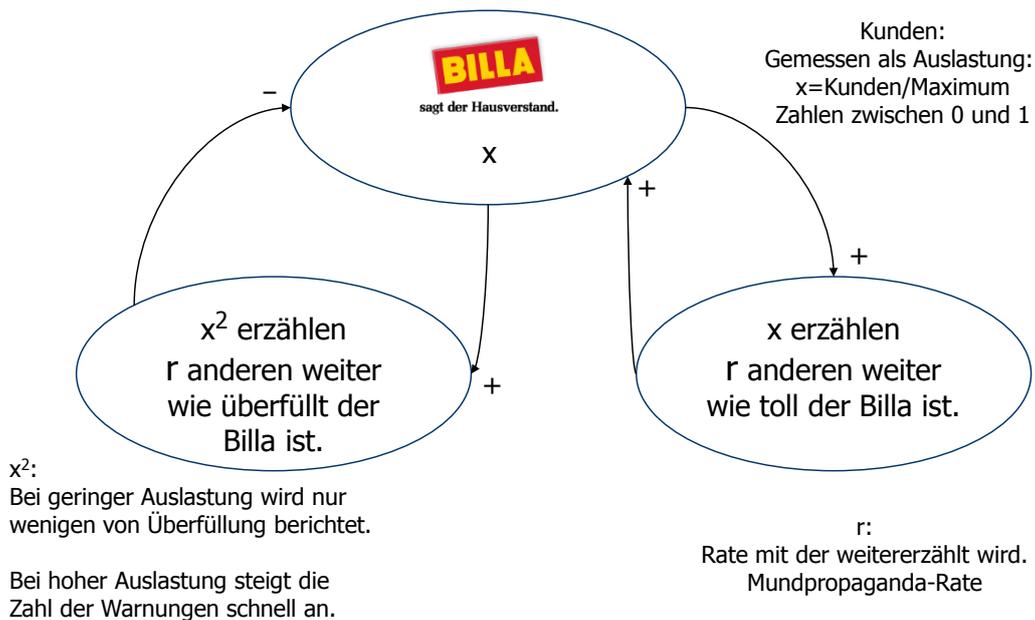
4. Chaosforschung

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)

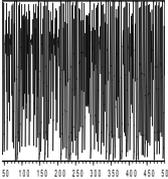
$$x = rx - rx^2$$

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

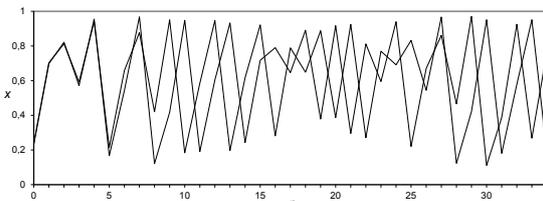
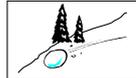
Mundpropaganda

	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

Verhulst-System
Sehr gute Mundpropaganda
 $r = 3,9$

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


Schmetterlingseffekt

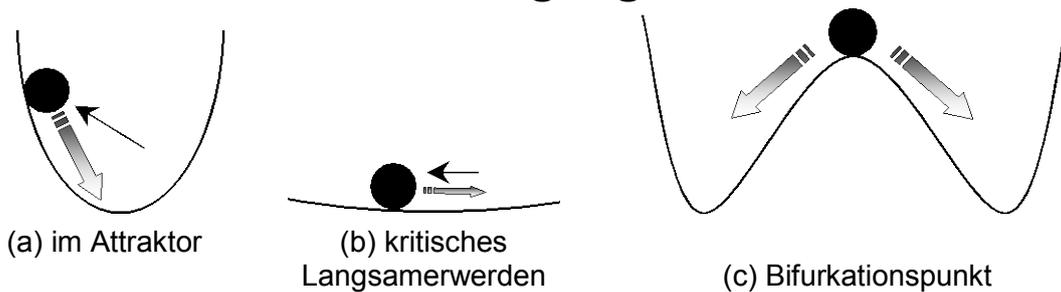



Exponentielles (lawinenartiges) Fehlerwachstum

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.

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).

5. 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.

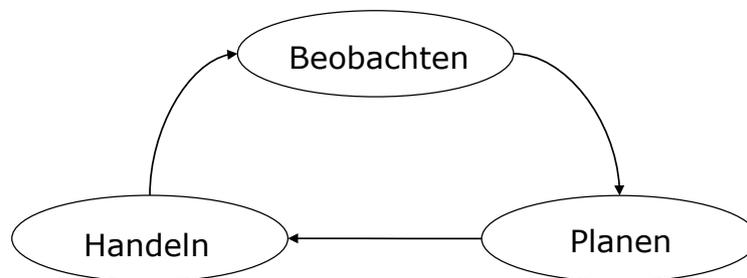
3. **Lösungsversuche verschlimmern das Problem.** Probleme entstehen aus der Systemdynamik und sind damit Teil der Dynamik. Lösungsversuche gehören oft der gleichen Denkweise an, ändern also nichts.

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

6. 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