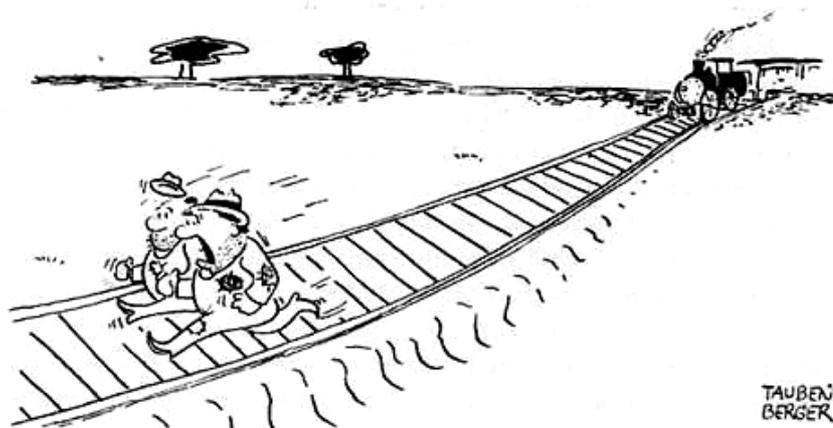


Modul 5: Systemtheorie

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

Vorstellungen von der Welt ...

complexity-research.com



TAUBEN
BERGER

„Wenn nicht bald eine Weiche kommt, sind wir verloren.“

Inhalte

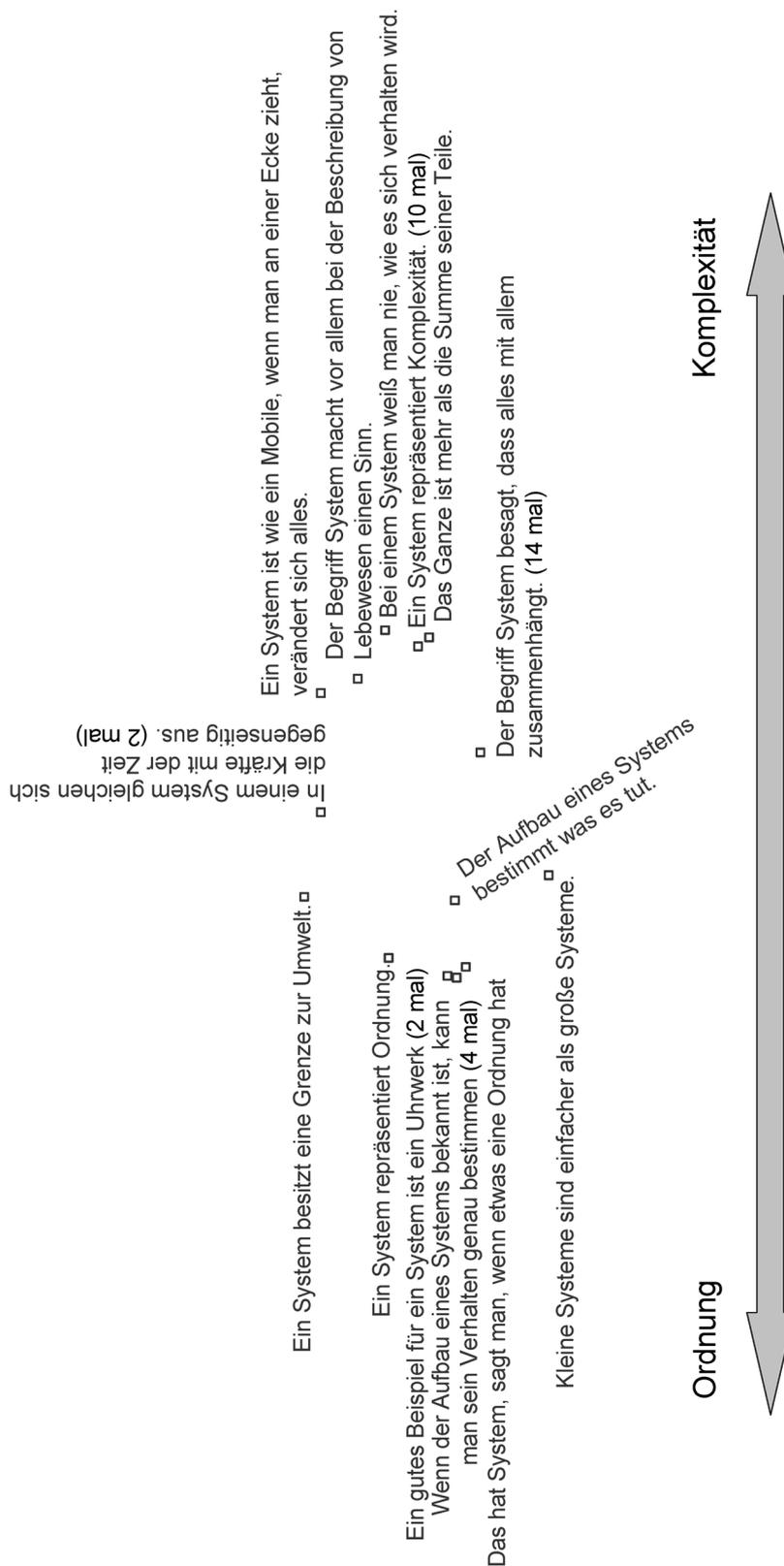
1	Grundlagen systemischen Denkens.....	3
1.1	Was ist ein System?	3
1.2	Was ist Komplexität, wie entsteht sie?.....	7
1.3	Praxis zu ... Grundlagen vernetzten Denkens	8
1.4	Praxisbeispiel.....	10
1.5	Ausführliche Anleitung zum Papiercomputer	12
2	Feedbacksysteme – Nichtlinearität.....	13
2.1	Positives Feedback.....	13
2.2	Negatives Feedback	17
2.3	Oszillation	20
2.4	Verzögerungen	21
2.5	Grenz- und Schwellenwerte.....	22
3	Analyse komplexer Systeme – Archetypen vereinfachen Systeme.....	23
3.1	Archetypus 1: Fehlerkorrekturen.....	23
3.2	Archetypus 2: Grenzen des Wachstums.....	26
3.3	Archetypus 3: Problemverschiebung	28
3.4	Archetypus 4: „Eskalation“ oder „Widersacher wider Willen“	29
3.5	Archetypus 5: Erodierende Ziele.....	31
3.6	Archetypus 6: Erfolg den Erfolgreichen	32
3.7	Archetypus 7: Tragödie der Gemeingüter	34
4	Deterministisches Chaos	35
5	Umgang mit komplexen Systemen.....	39

1 Grundlagen systemischen Denkens

1.1 Was ist ein System?

Aus einem Fragebogen zum Systembegriff
(siehe auch 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.



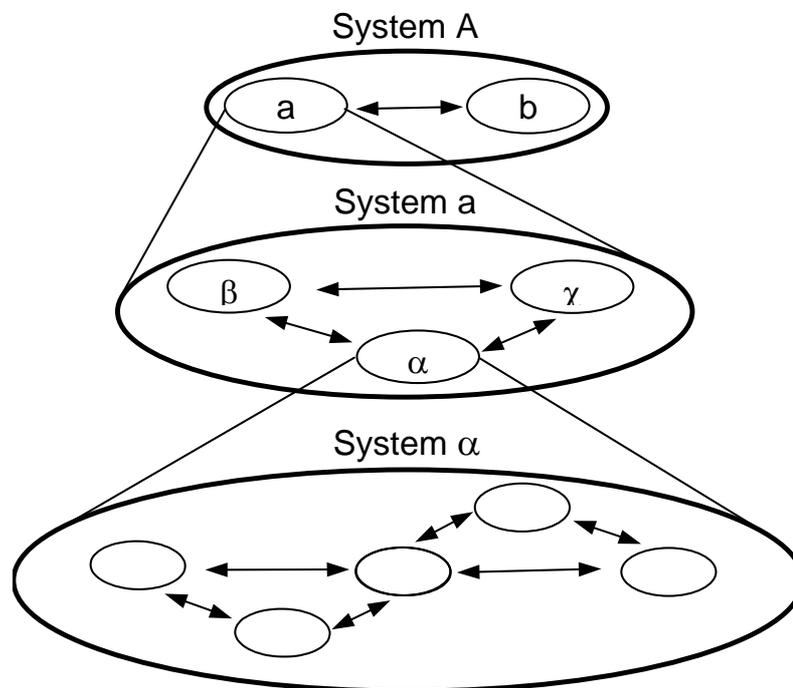
Systeme sind geordnete Strukturen, die trotz ihrer Ordnung überraschend komplexes Verhalten hervorbringen können.

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)

Für die Definition eines Systems sollten folgende Regeln Beachtung finden:

- 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, 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.



Hierarchische Vernetzung von Systemen

Die schematische Darstellung zeigt, wie das Element „a“ des Systems „A“ ebenfalls als System mit eigenen Systemelementen aufgefasst werden kann. Aber auch die Elemente von „a“ können bei genauerer Betrachtung auf einer noch niedrigeren Hierarchiestufe als eigenständige Systeme aufgefasst werden (Abbildung aus Strunk & Schiepek 2006).

Offenheit der Definition

Verschiedene Systemtheorien füllen die Definition des Systembegriffs auf unterschiedliche Weise:

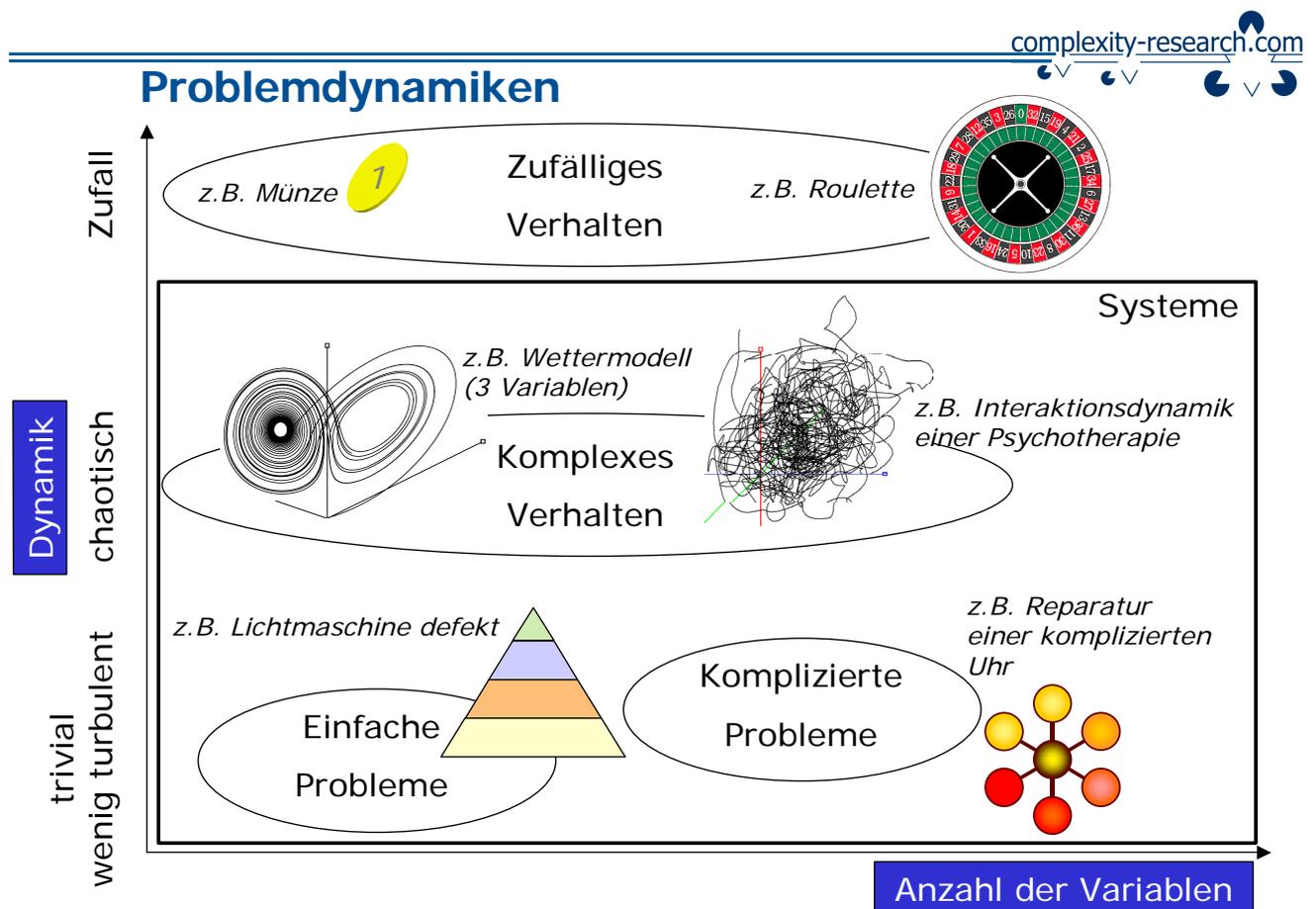
- Was genau ist ein Element?
- Was genau sind die Beziehungen zwischen den Elementen?
- Wie sieht der typische Aufbau aus, was ist die typische Systemstruktur?

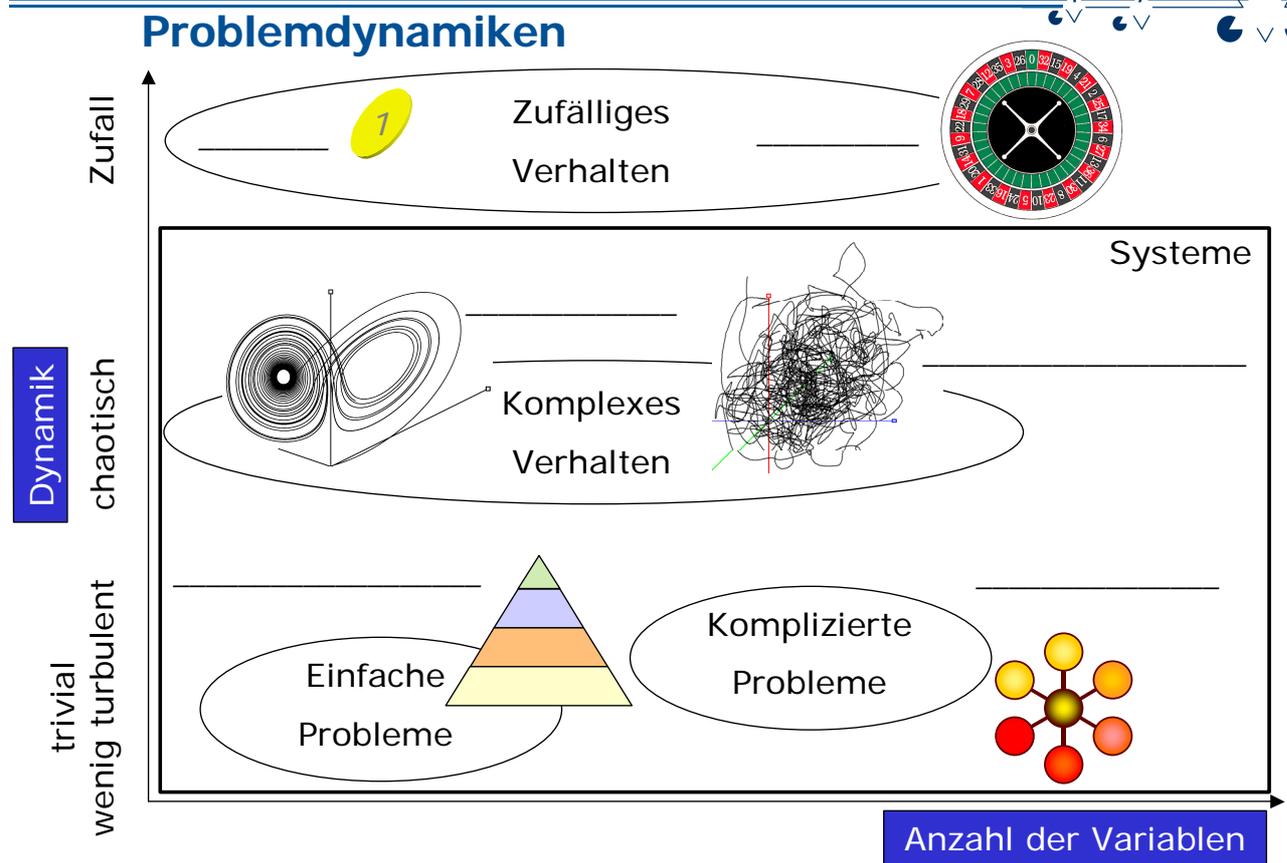
Je nachdem, wie die Definition konkretisiert wird, folgen typische, mögliche Verhaltensweisen der Systeme:

Positives Feedback: Teufelskreis / Engelskreis

Negatives Feedback: Regelkreise oder Zyklen

Gemischtes Feedback: Chaos ist möglich





1.2 Was ist Komplexität, wie entsteht sie?

Was ist Komplexität?

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.

Wie Komplexität entsteht?

Klassische Mechanik	Chaos-Theorie
Die Natur erfreut sich der Einfachheit. (Isaac Newton, 1687)	Die Natur bevorzugt Komplexität. (Henri Poincaré, 1904)
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.

1.3 Praxis zu ... Grundlagen vernetzten Denkens

In drei Schritten zur Systemanalyse

- Identifizieren der Elemente.
- Einschätzung der Beziehungen zwischen den Elementen.
- Analyse des Systems (Mächtigkeit der Elemente, Systemdynamik).

1. Schritt: Identifizieren der Elemente

- Am Anfang der Analyse hat eine genaue Definition des „Themas“ zu erfolgen.
 - Welcher Aspekt des Systems soll im Vordergrund stehen?
 - Welche Perspektive soll im Vordergrund stehen?
- Z.B. könnten bei der Zufriedenheit von MitarbeiterInnen
 - die Sicherheit des Arbeitsplatzes,
 - die Arbeitsbelastung,
 - die Karriere,
 - die Work-Live-Balance,
 - etc. im Vordergrund stehen.
- Für das „Thema“ sind relevante Elemente/Variablen zu identifizieren.
 - Welche Elemente sind Bestandteile des Systems?
 - Welche Elemente sind eher in der Umwelt des Systems zu finden?
- Z.B. Thema „Work-Live-Balance“
- Variable 1: ?? ...

2. Schritt: Einschätzung der Beziehung zwischen den Elementen

- Einschätzung mit Hilfe einer Matrix ist empfehlenswert.
 - Welches Element beeinflusst welches andere wie stark?
 - Positive oder negative Korrelation/Kovariation?
 - Gibt es Schwellenwerte, U-Kurven, exponentielle Beziehungen?

- Z.B. Thema „Work-Live-Balance“
 - Variable 1: Zeitliche Flexibilität.
 - Variable 2: Anforderungen im Job.

3. Schritt: Analyse des Systems (Mächtigkeit der Elemente, Systemdynamik)

- Machtanalyse mit Hilfe des Papiercomputers von F. Vester
 - Welches Element ist besonders mächtig, welches ohnmächtig, welches steht mitten im Geschehen, welches nur am Rand?
 - Wo kann man eingreifen für eine Steuerung?

- Identifikation von Teildynamiken
 - Welche Teufelskreise und Regelkreise lassen sich identifizieren?

- Identifikation von Archetypen
 - Mitunter steht man vor Problem-Mustern, die immer wieder in Systemen vorkommen. Liegen auch hier typische Muster vor?

- Analyse der Gesamtdynamik
 - Computersimulation der Systemdynamik

1.4 Praxisbeispiel

HARALD MARTENSTEIN

über Stillstand im Schnee

»Der Winter ist pünktlich da – nicht aber die Enteisungsflüssigkeiten«

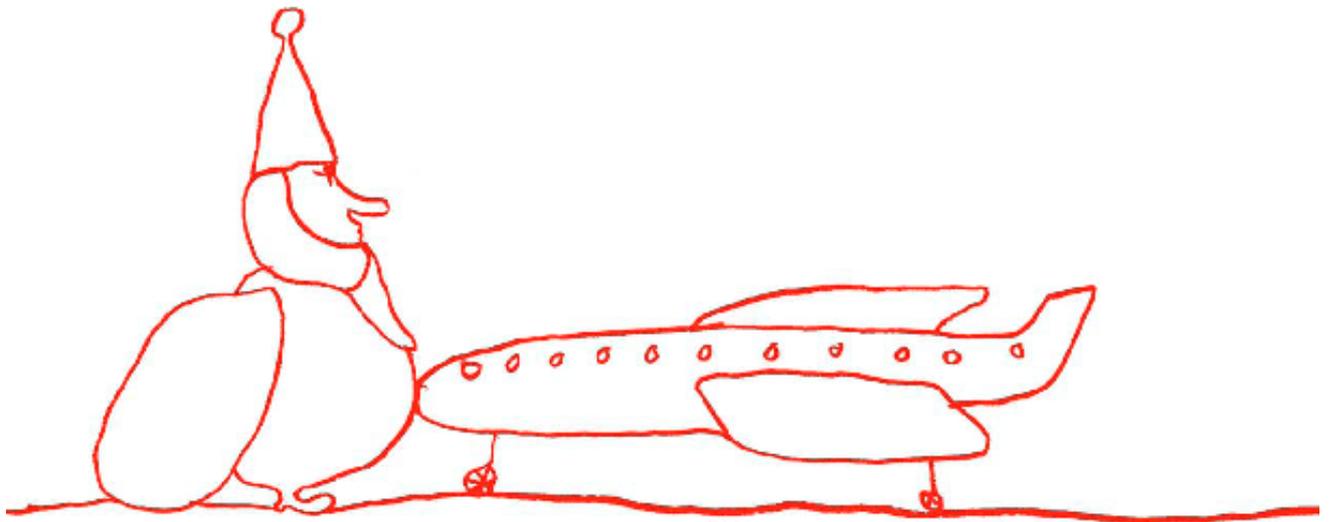


Illustration
FENGEL

A

lles hängt nämlich mit allem zusammen. Ich stand zum Beispiel, kurz vor den Feiertagen, in München am Flughafen. Das Flugzeug flog nicht. Zuerst dachte ich, dass es mit dem Schnee zusammenhängt. Der Flughafen war von einer dünnen Schneedecke überzogen, ich schätze: zwei Zentimeter. Ich hatte das Flugzeug gewählt, um nach München zu kommen, weil ich dachte, Züge fahren bei zwei Zentimeter Schnee sowieso nicht. Ich frage mich, wieso die Bahn neue unterirdische Bahnhöfe baut. Wer braucht einen Bahnhof, wenn die Züge nicht fahren? Das ist so, als ob du einen Überseehafen baust, es ist aber in hundert Kilometer Umkreis kein Wasser in der Nähe. Die Straßen sind bei Schnee auch unpassierbar.

Normalerweise gibt es im Leben immer eine Alternative. Wenn die graue Cordhose in der Wäsche ist, dann hängt im Schrank immer noch die schwarze Cordhose. Wenn die eine Zeitung deine Artikel nicht mehr drucken

will, dann findest du, sofern die Artikel nicht total schlecht sind, irgendwann eine andere. Wenn du verlassen wirst, dann schalte das Radio ein, sie spielen den Song: *Liebesleid dauert keine Ewigkeit*. Die Mafia hat dir ins Knie geschossen? Es gibt Rollstühle, mein Freund. Du bist tot? In den Herzen deiner Lieben lebst du weiter, womöglich gibt es sogar den Himmel. Nur, wenn es in Deutschland schneit, und du musst dringend wo hin, dann kannst du überhaupt nichts machen.

Es lag aber gar nicht an den zwei Zentimeter Schnee, es lag daran, dass die Temperatur zwei Grad unter null lag. Das Flugzeug konnte nicht enteis werden. Die Ursache dafür, dass im Winter so wenige Flugzeuge fliegen, liegt an dem Mangel an Enteisungsflüssigkeit. Der Winter ist pünktlich da – nicht aber die Enteisungsflüssigkeit.

Das habe ich nicht verstanden, denn ich kann mir nicht vorstellen, dass die Manager der Flughäfen so etwas Wichtiges wie den Kauf der Enteisungsflüssigkeit vergessen. Auf der Suche nach den Hintergründen dieses Phänomens bin ich auf ein Interview gestoßen, dass der Flughafenmanager Wolfgang Schwalm im vergangenen Winter dem *Spiegel* gegeben hat. Es ist so, dass man recht viel Enteisungsflüssigkeit braucht, weil die Flugzeuge recht groß sind. Diese Massen von Litern kann ein Flughafen unmöglich für den gesamten Winter

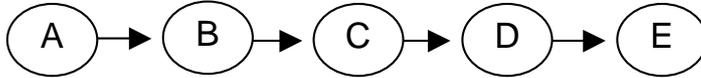
vorrätig haben, so große Tanks besitzt der Flughafen nicht. Die Enteisungsflüssigkeit wird also mit Lastwagen herbeigeschafft. Wenn es aber kalt wird und schneit, sagte der Manager in dem Interview, bleiben die Lastwagen auf der Autobahn liegen. Die Flüssigkeit kommt nicht am Flughafen an, mit anderen Worten, die Flieger fliegen nicht, weil keine Lastwagen fahren.

Jetzt kann man fragen: Haben die Lastwagen denn keine Winterreifen? Doch, sie haben welche. Aber die Autobahn ist blockiert von anderen Autos, die kreuz und quer stehen. Diese anderen Autos gehören Managern und Kapitalisten, Proletariern und Kolumnisten, die dringend zu Terminen müssen, sie können nicht mit der Bahn oder dem Flugzeug reisen, weil nichts geht, also probieren sie es mit dem Auto.

Dass die Bahn im Winter nicht fährt, hängt wiederum damit zusammen, dass viele Weichen nur dann funktionieren, wenn es warm ist. Es sind Billigweichen. Der Sparkurs aber hängt mit den Börsenplänen der Bahn zusammen. Das heißt, womöglich hängen die gesamten Verkehrsprobleme im Winter, zu Lande, zu Wasser und in der Luft, mit dem Wirken eines einzigen Mannes zusammen. Wenn der Kapitalismus zusammenbricht, dann wäre dies am Ende nicht das Werk von Karl Marx, sondern von Hartmut Mehdorn.

2. Schritt: Einschätzung der Beziehung zwischen den Elementen

- Einschätzung mit Hilfe einer Matrix ist empfehlenswert.
 - Welches Element beeinflusst welches andere wie stark?
- Vorsicht! Serialität ist häufig nicht zutreffend.



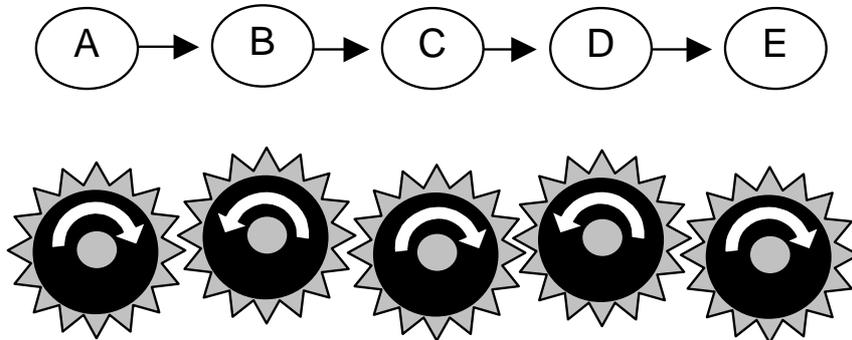
Enteisungsflüssigkeit

1.5 Ausführliche Anleitung zum Papiercomputer

Siehe gesondertes Skript.

2 Feedbacksysteme – Nichtlinearität

Mechanik



Lineales System

2.1 Positives Feedback



Verstärkungsschleifen

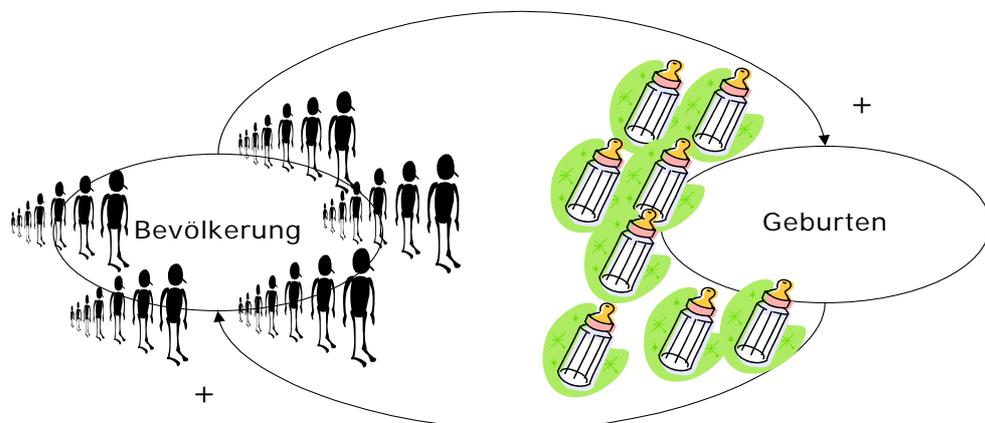


Bei Verstärkungsprozessen wird jede auftretende Bewegung verstärkt und erzeugt eine noch stärkere Bewegung in dieselbe Richtung.

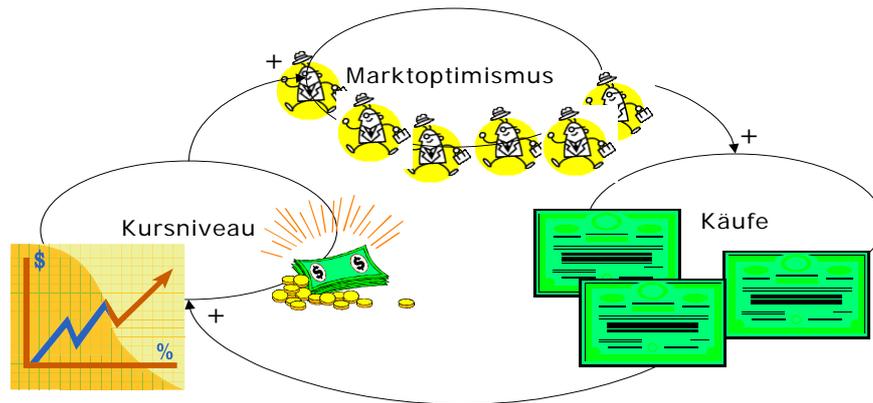
Positive Rückkopplungsprozesse

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

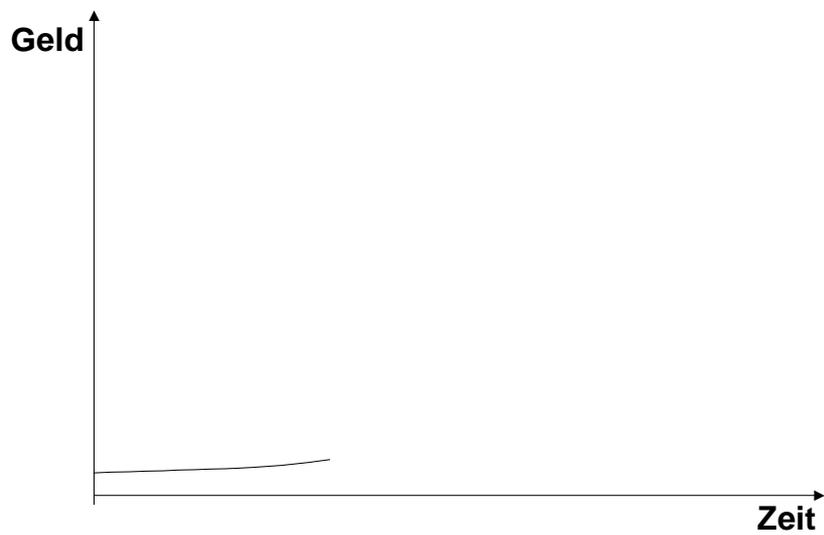
Beispiel „Bevölkerungswachstum“



Beispiel „Börseboom“



Wenn Josef zu Jesu Geburt **einen Cent** zu 5% Zinsen angelegt hätte, wie hätte sich dieser Geldbetrag bis zum Jahre 2011 entwickelt?

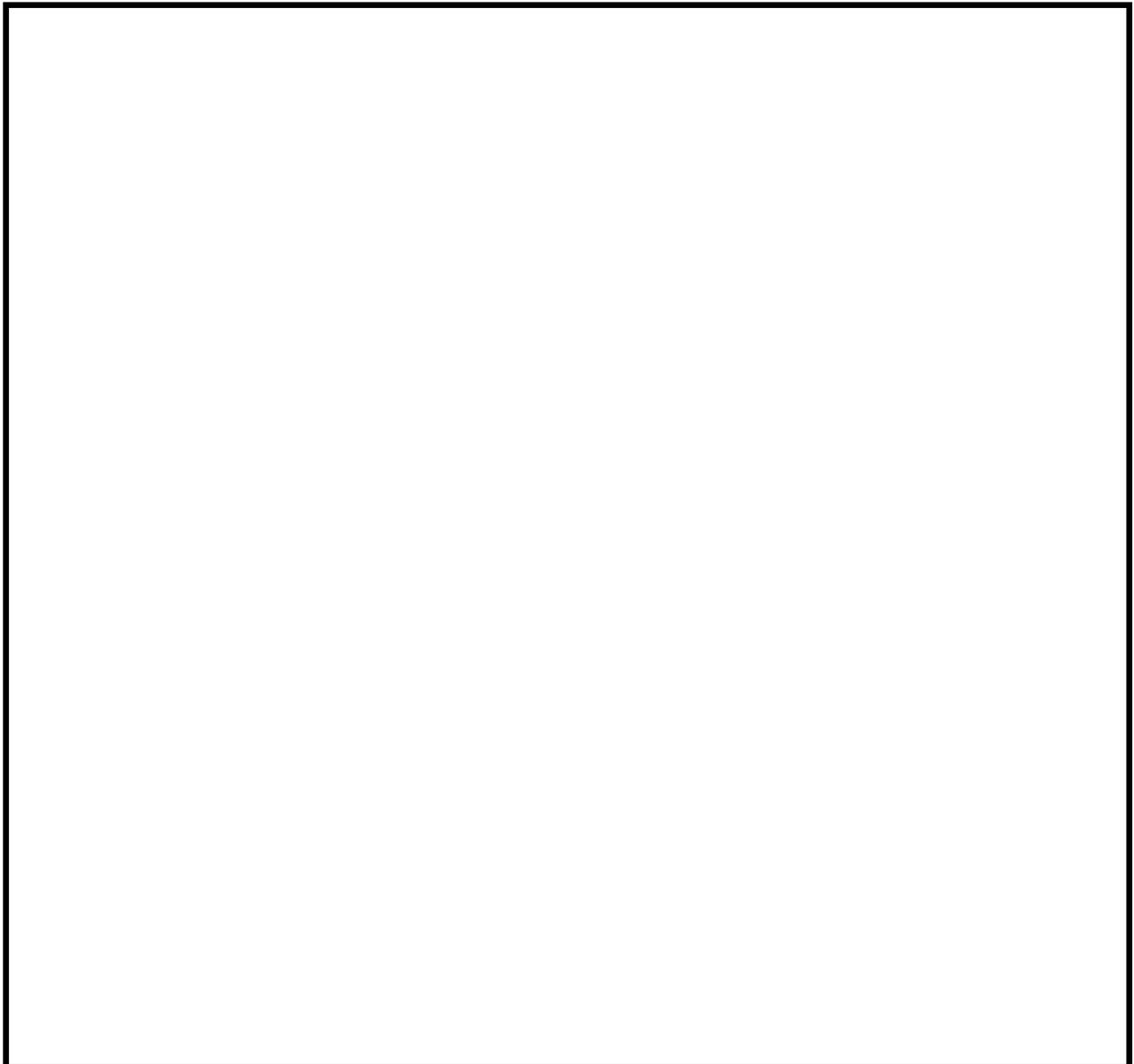


Beispiel: „Froschkolonie“

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



Teufelskreis / Engelskreis

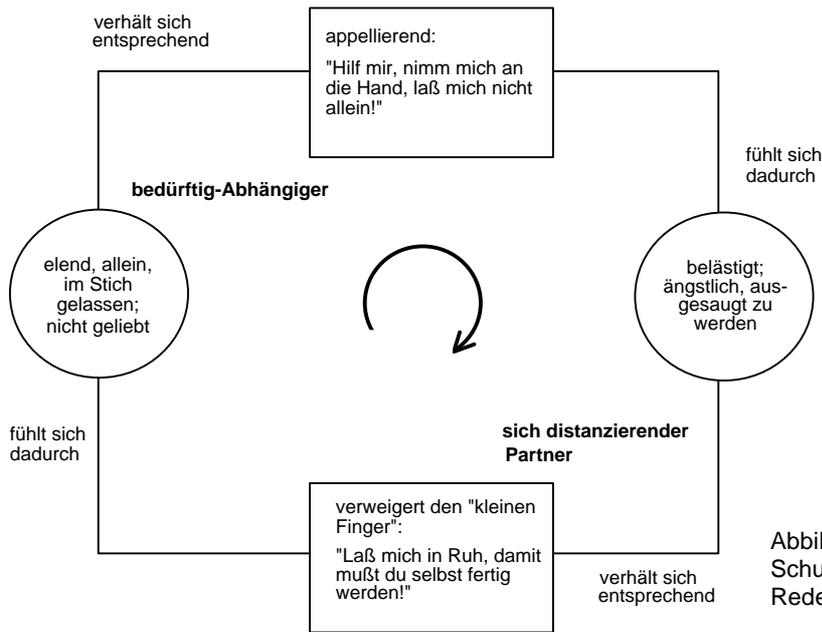


Abbildung aus:
Schulz von Thun (1989) Miteinander Reden 2. rororo. S. 69

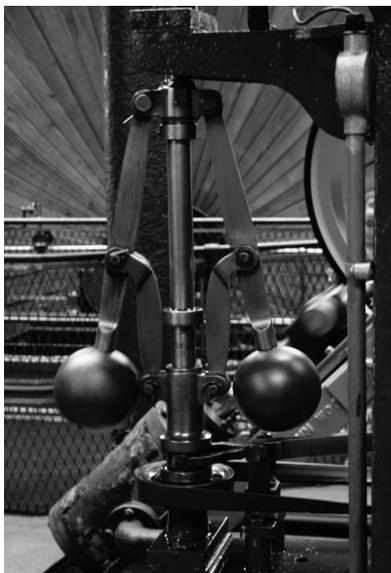
2.2 Negatives Feedback

Gleichgewichtsschleifen

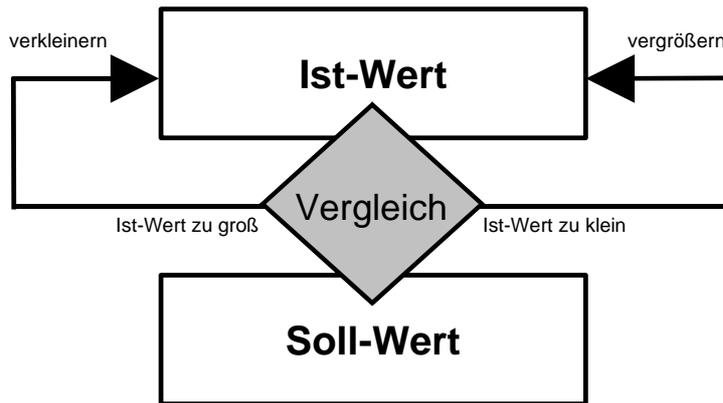


Bei Gleichgewichtsschleifen (negativer Rückkopplung) verlaufen Wirkung und Rückwirkung entgegengesetzt und kontrollieren sich so gegenseitig.

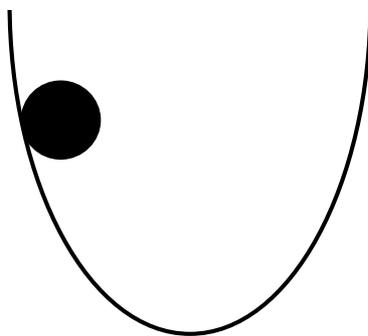
Fliehkraftregulierung



Kybernetik



Regelkreis - Potentiallandschaft



Soll-Wert
(Fixpunkt)

Abbildung aus:
Strunk & Schiepek (2006) Systemische
Psychologie. Spektrum Akademischer
Verlag

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:

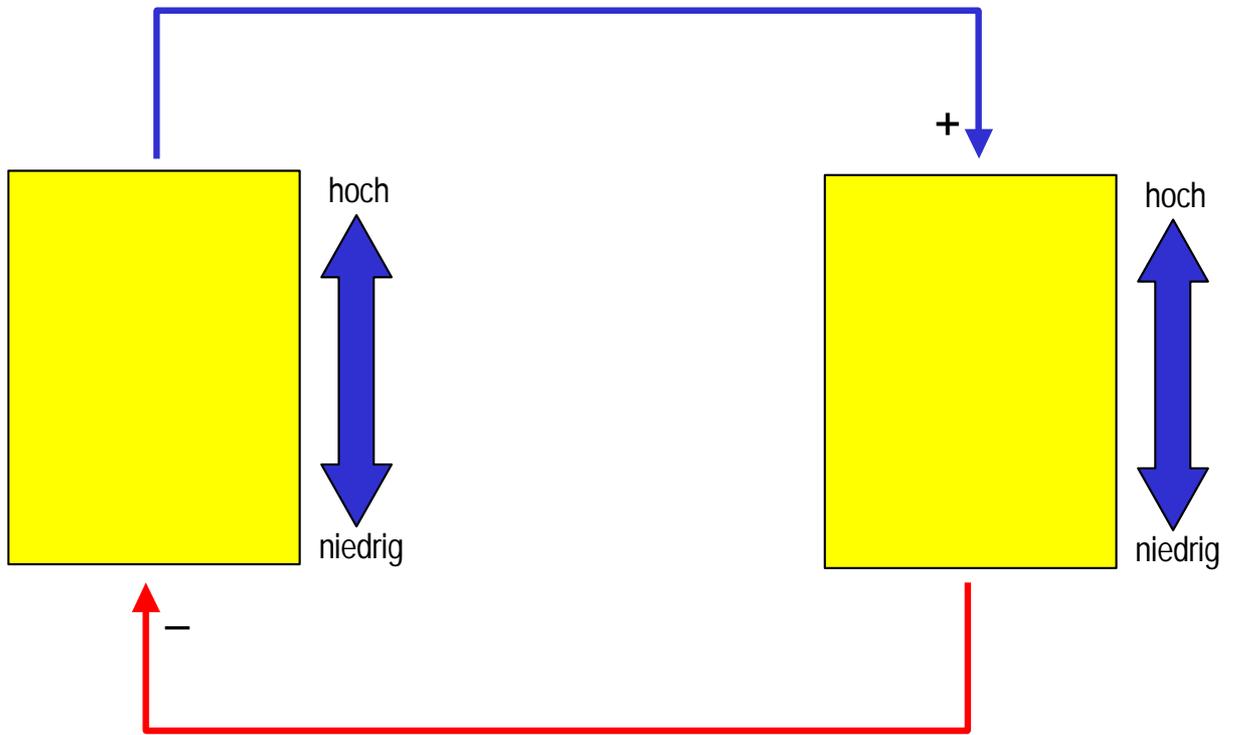
„Ich habe einige Zeit hindurch in jeder größeren Fabrik, die ich besuchte, mich bemüht, diejenige Arbeit herauszufinden, die vom Standpunkt des Außenstehenden als die denkbar langweiligste sich darbot, und habe dann die Arbeiter in ausführliche Gespräche gezogen und zu ermitteln gesucht, wieweit die 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.)

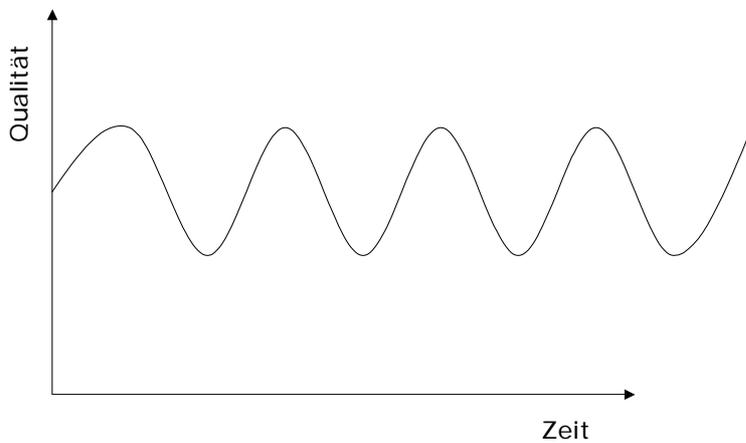
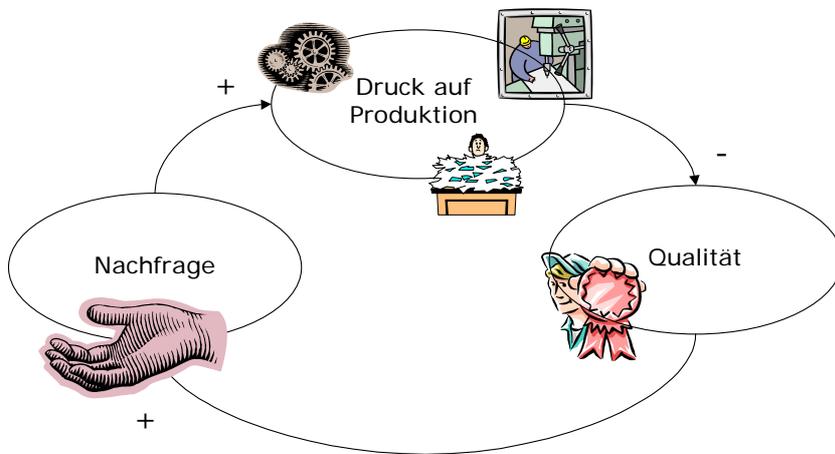
Literatur

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

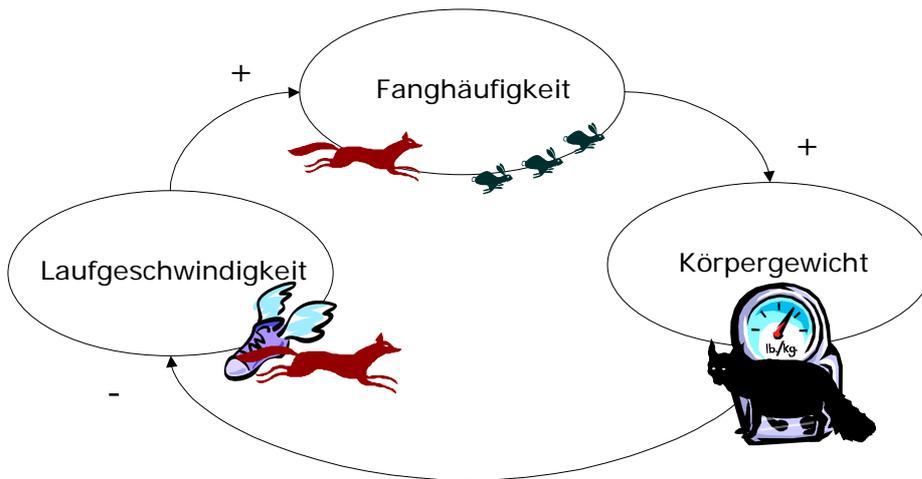


2.3 Oszillation

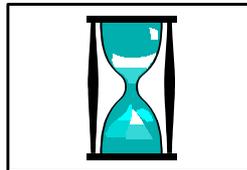
Beispiel „Nachfrage-/Qualitätszyklus“



Beispiel „Wenn die Füchse zu viel fressen“

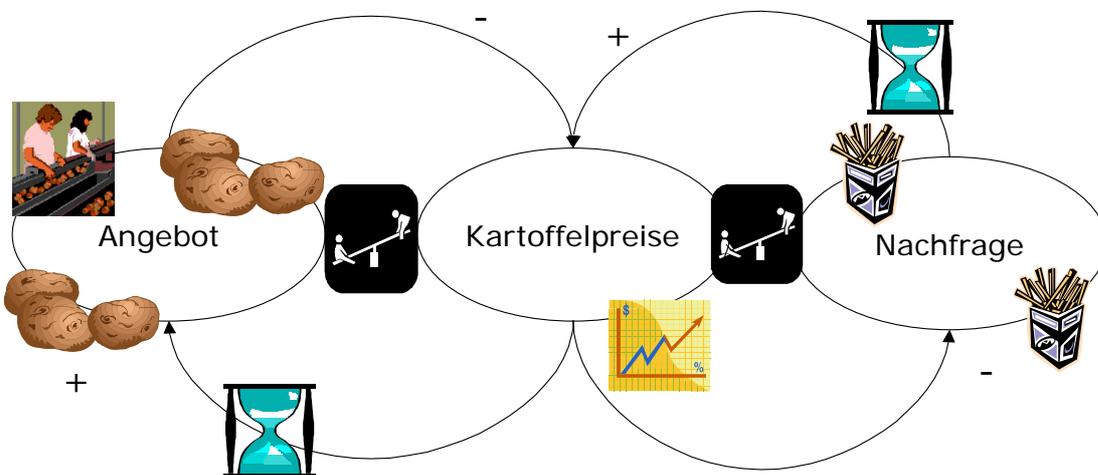


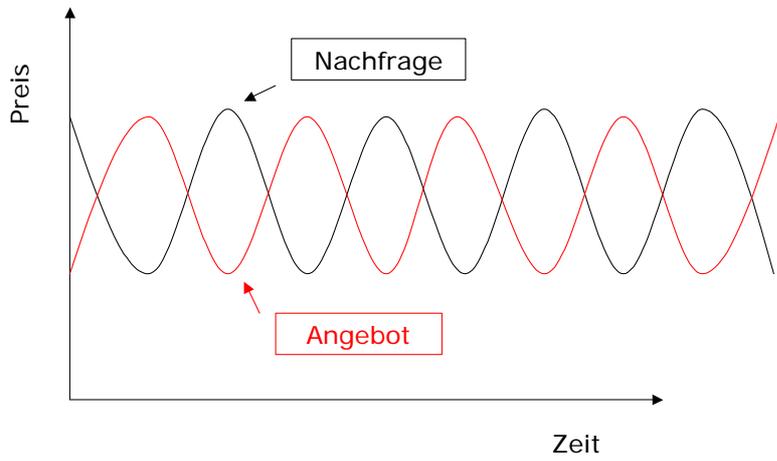
2.4 Verzögerungen



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

Beispiel „Angebot-/Nachfragezyklen“



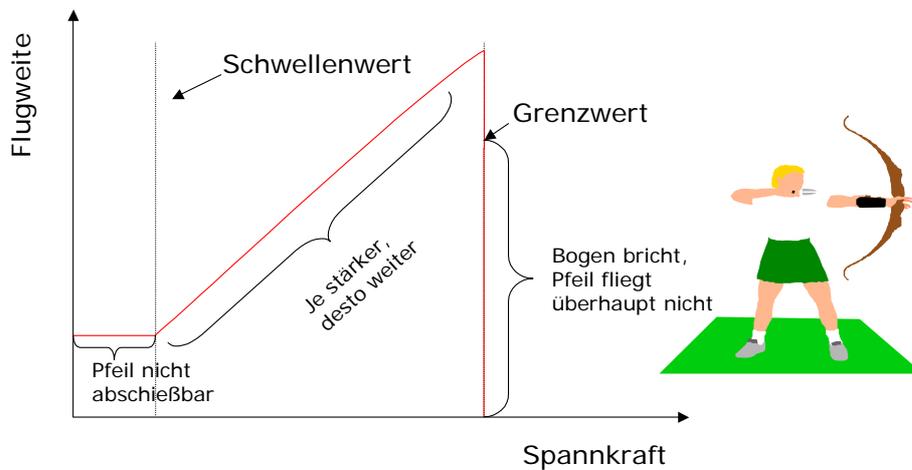


2.5 Grenz- und Schwellenwerte



Unterhalb eines Schwellenwertes verhält sich das System anders, als drüber. Es kommt zu diskontinuierlichen Sprüngen im Verhalten.

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.

3 Analyse komplexer Systeme – Archetypen vereinfachen Systeme

Archetypen

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

3.1 Archetypus 1: Fehlerkorrekturen

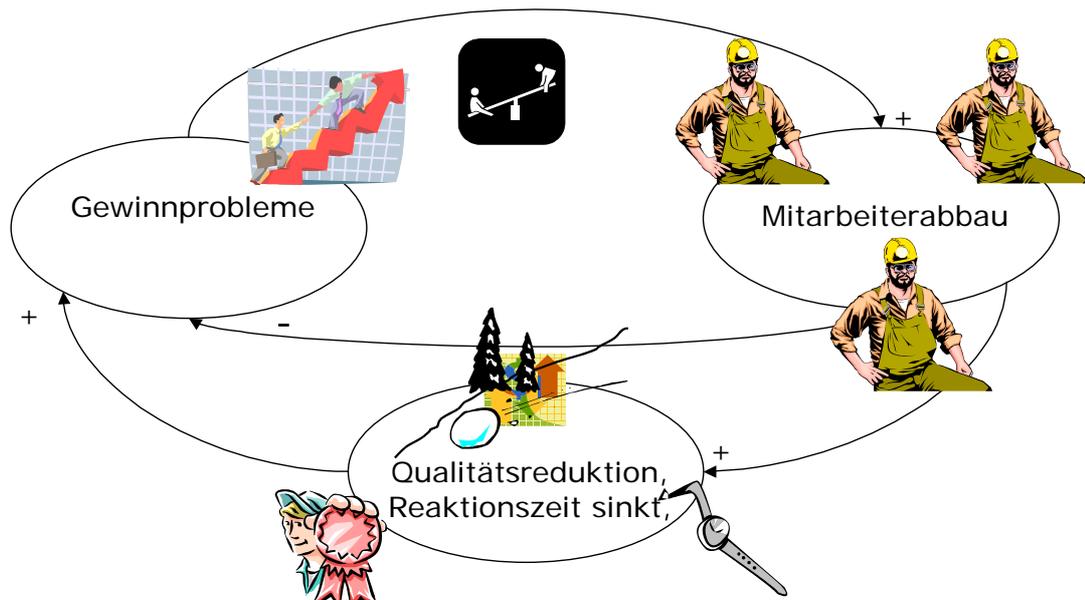
Ein Problemsymptom verlangt nach einer Lösung. Die angewandte Lösung reduziert das Problem. Die Lösung hat jedoch unvorhergesehene Folgen. Diese machen Korrekturen derselben Art erforderlich und auf Dauer wird dadurch das Problemsymptom verschlimmert.

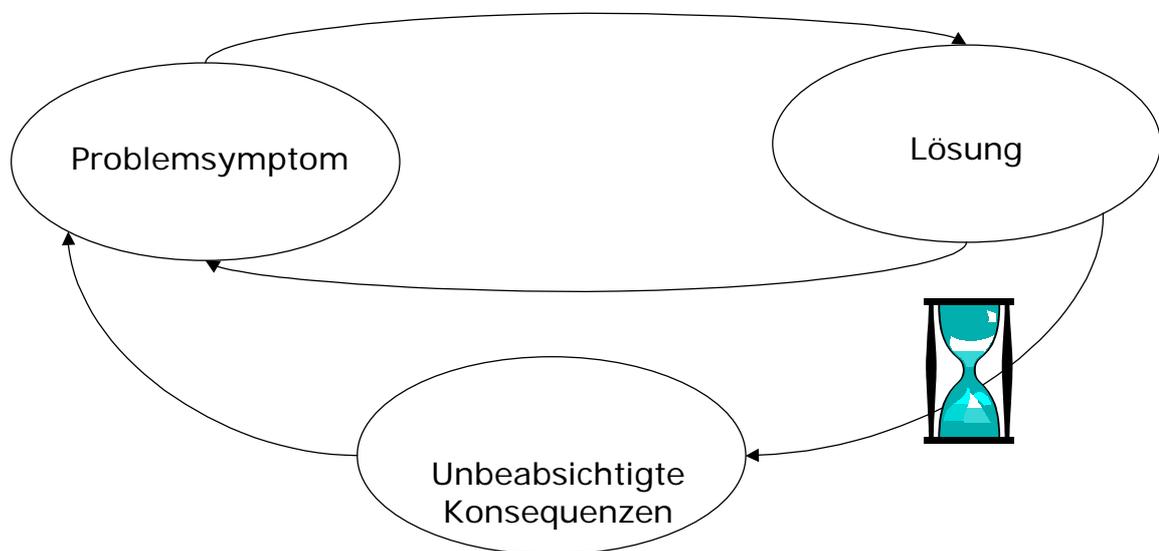
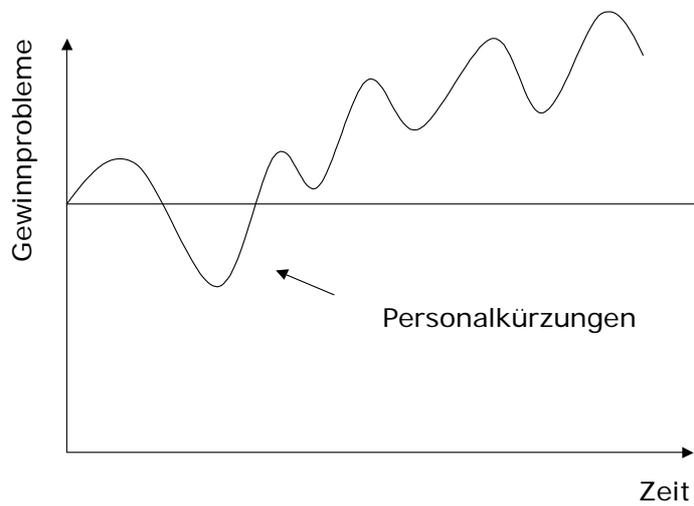
Beispiel: „Downsizing“

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

Beispiel „Downsizing“





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

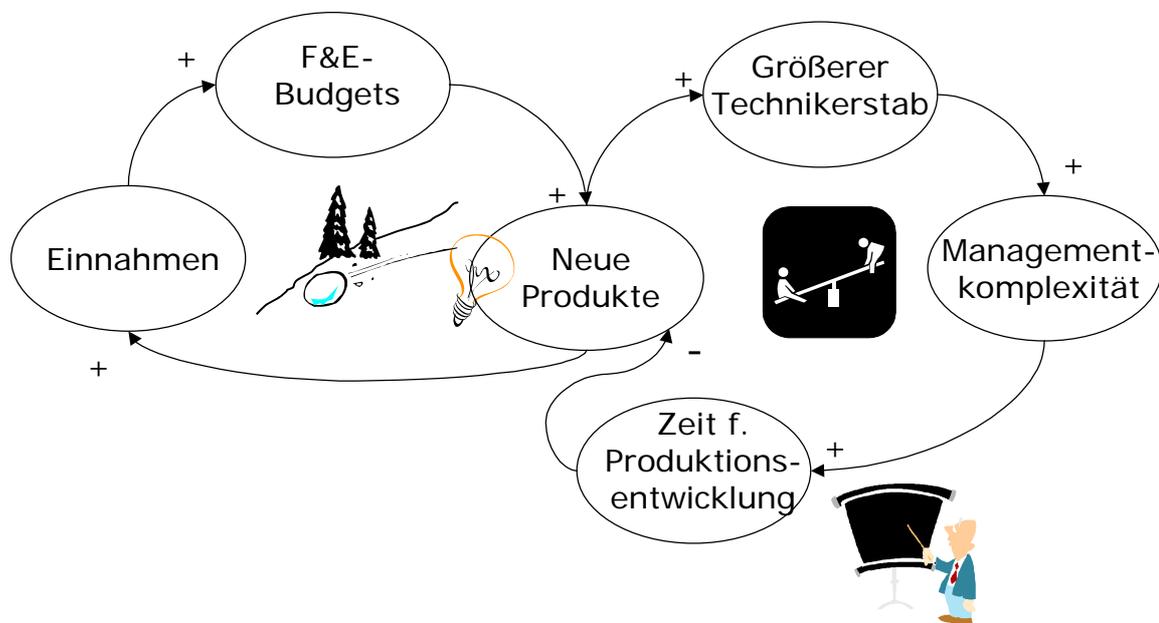
Ein Prozess verstärkt sich selbst und führt zu einer Phase der Wachstumsbeschleunigung.

Dann verlangsamt sich das Wachstum, es kommt schließlich zu einem Stillstand bzw. einem Rückgang.

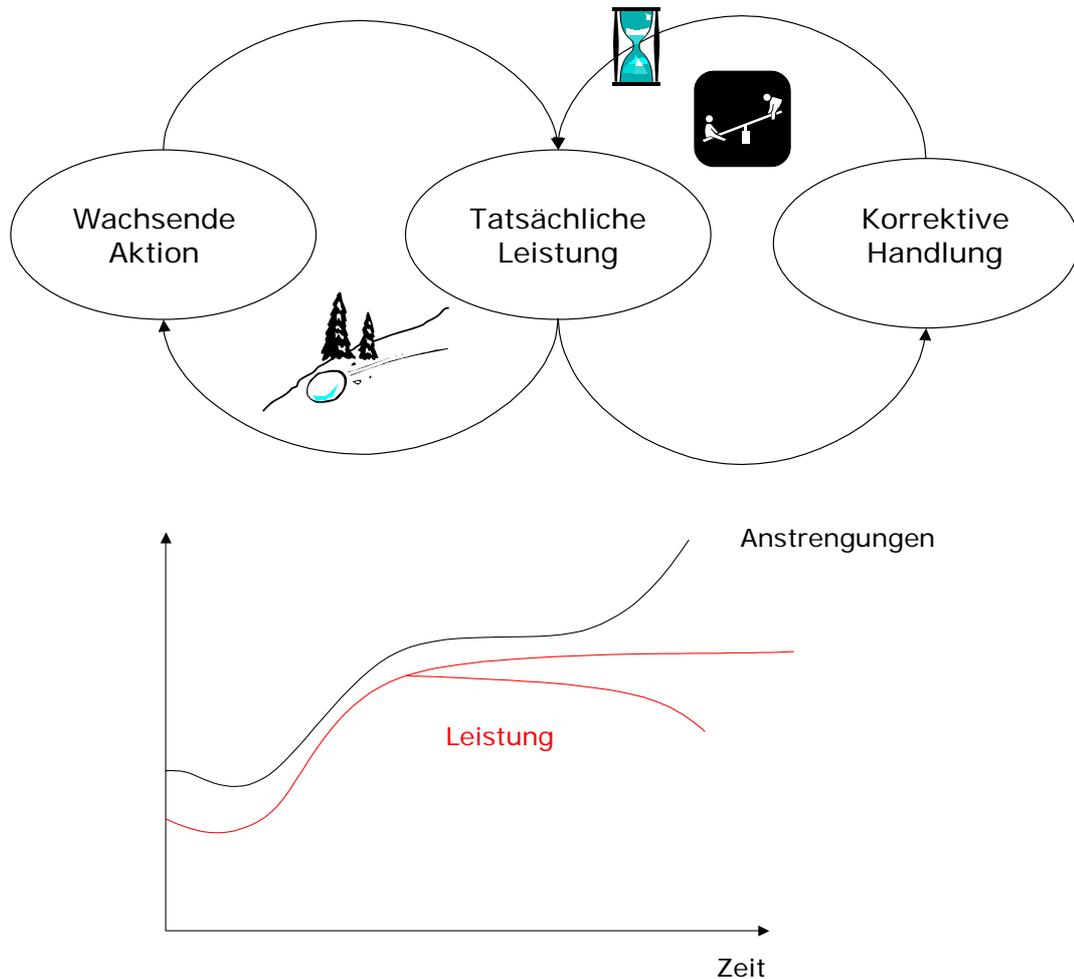
Beispiel: „Produktinnovation“

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.

Beispiel „Produktinnovation“



Schablone „Grenzen des Wachstums“



Strategien für „Grenzen des Wachstums“

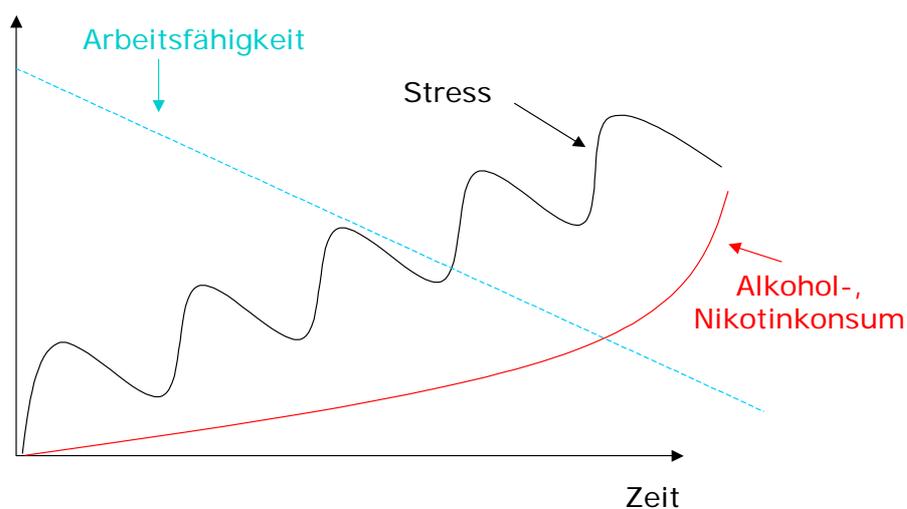
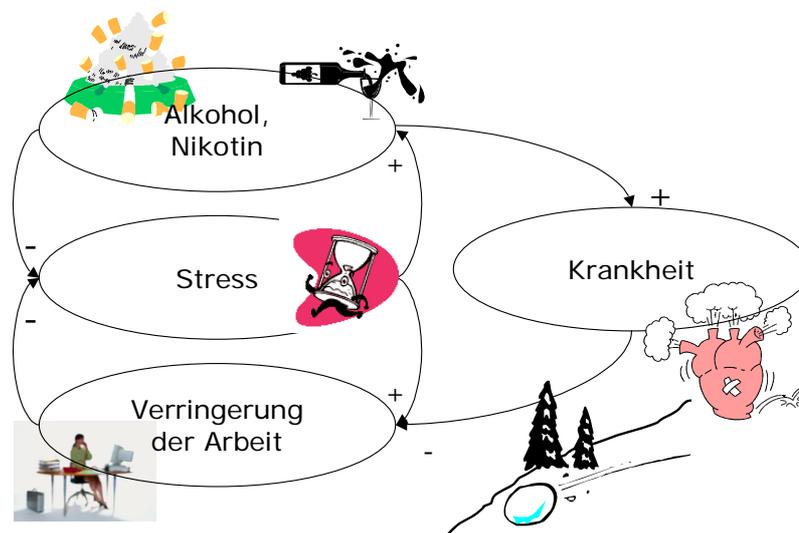
- Hüten Sie sich davor, mehr von dem zu tun, was in der Vergangenheit funktioniert hat. Investieren Sie also nicht in den Verstärkungsprozess. Auf jeden Verstärkungsprozess kommen unzählige Ausgleichsprozesse.
- Man muss den Hebel bei der Gleichgewichtsschleife ansetzen und nicht bei der Verstärkungsschleife.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

3.3 Archetypus 3: Problemverschiebung

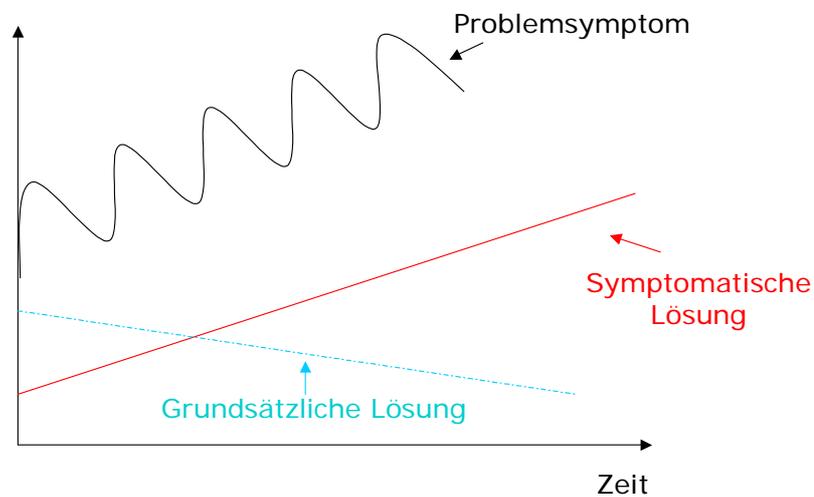
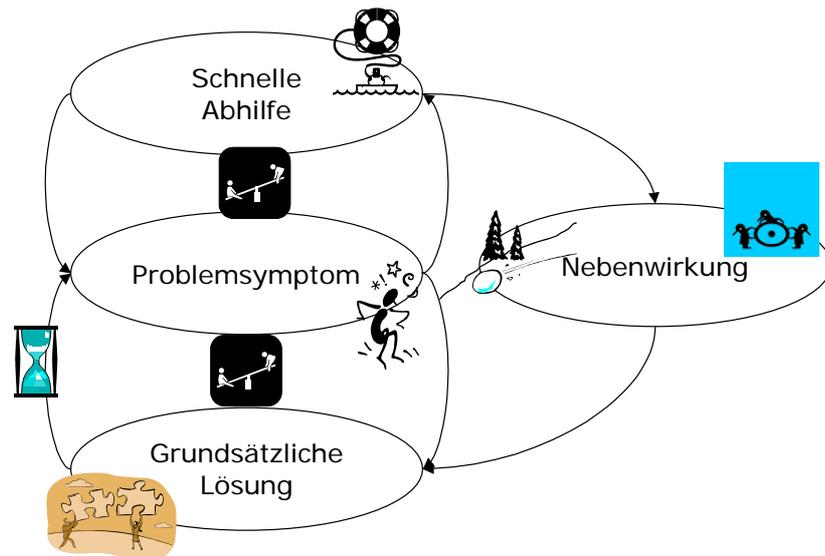
Man wendet eine kurzfristige symptomatische „Lösung“ an, um ein Problem zu korrigieren, was anscheinend eine sofortige Verbesserung bewirkt.

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

Beispiel „Stressprobleme“



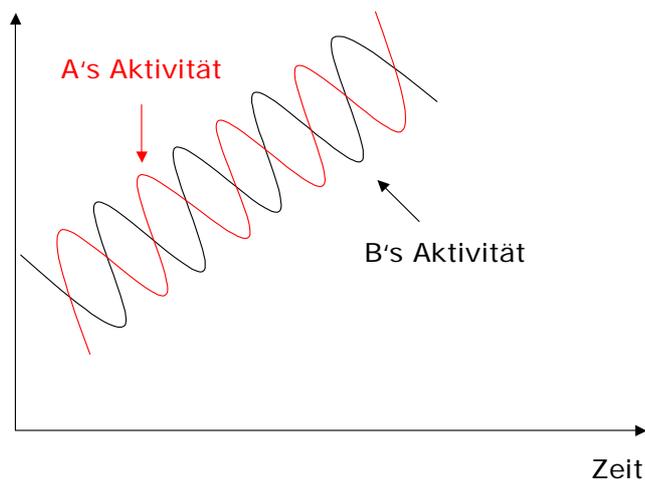
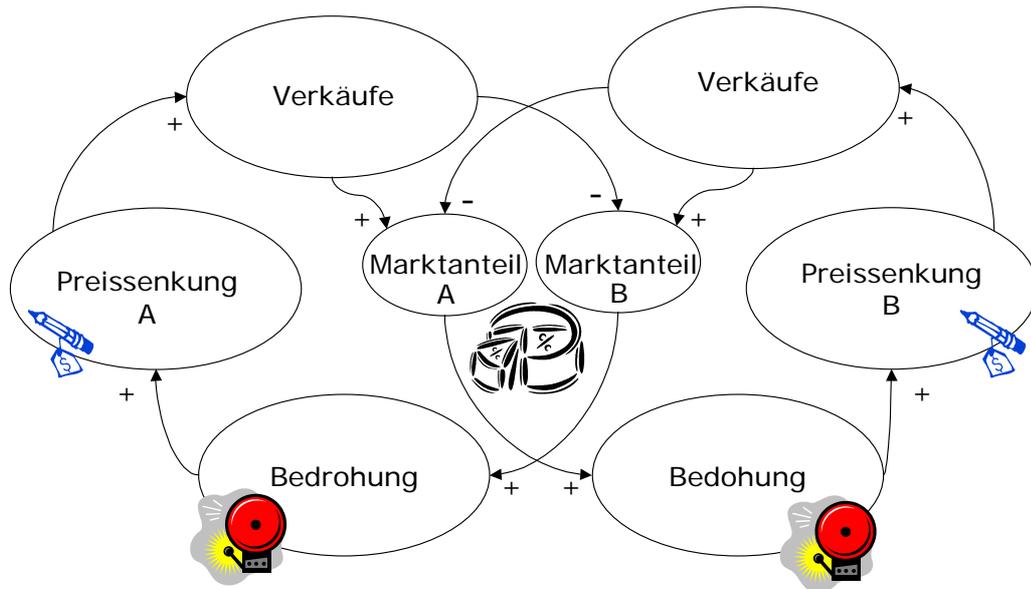
Schablone „Problemverschiebung“



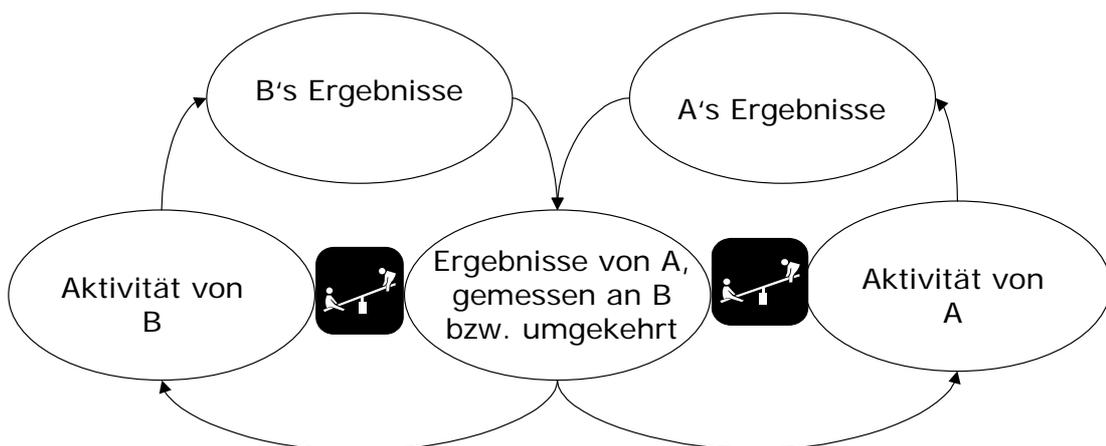
3.4 Archetypus 4: „Eskalation“ oder „Widersacher wider Willen“

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.

Beispiel „Preiskämpfe zwischen zwei Unternehmen“



Schablone „Eskalation“



Strategien bei „Eskalation“

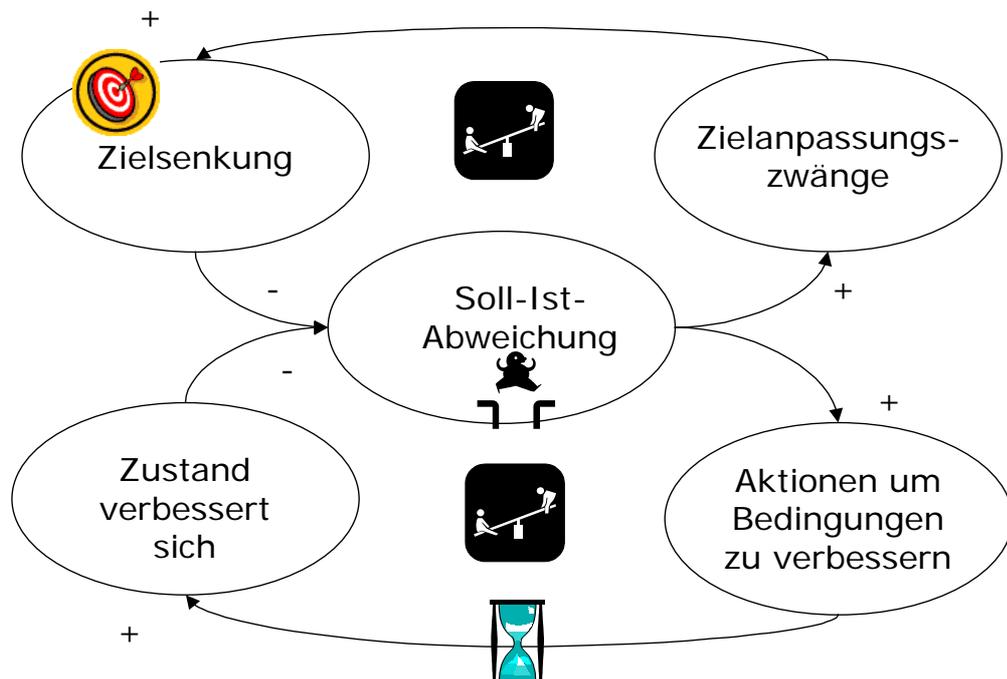
- Halten Sie nach einer Möglichkeit Ausschau, durch die beide Seiten „gewinnen“ oder ihre Ziele erreichen können.
- Werden Sie sich des Maßstabes bewusst, an dem sich beide Parteien messen.
- Versuchen Sie zu verstehen, welche grundlegenden Bedürfnisse Ihr Partner hat und wie Sie diesen Bedürfnissen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

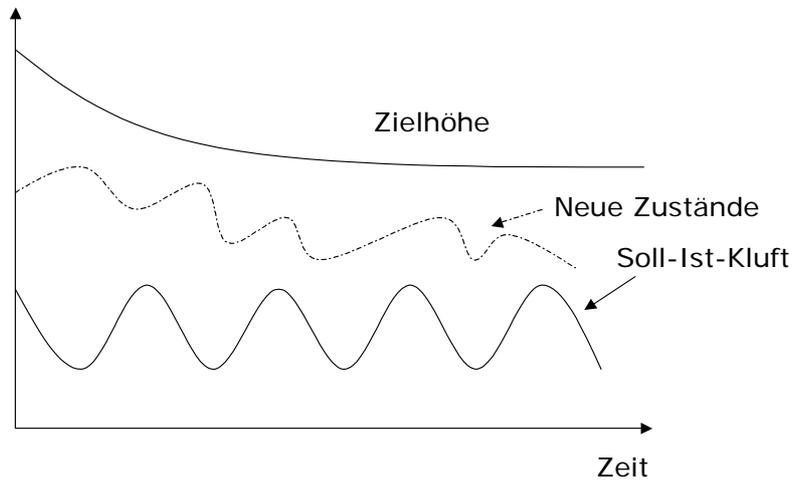
3.5 Archetypus 5: Erodierende Ziele

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.

Schablone „Erodierende Ziele“





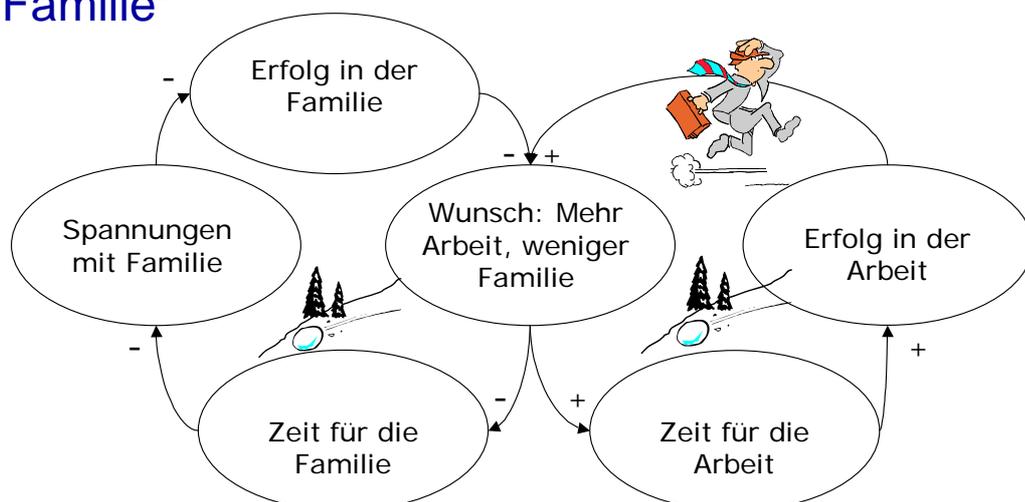
Strategien bei „Erodierenden Zielen“

- 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).

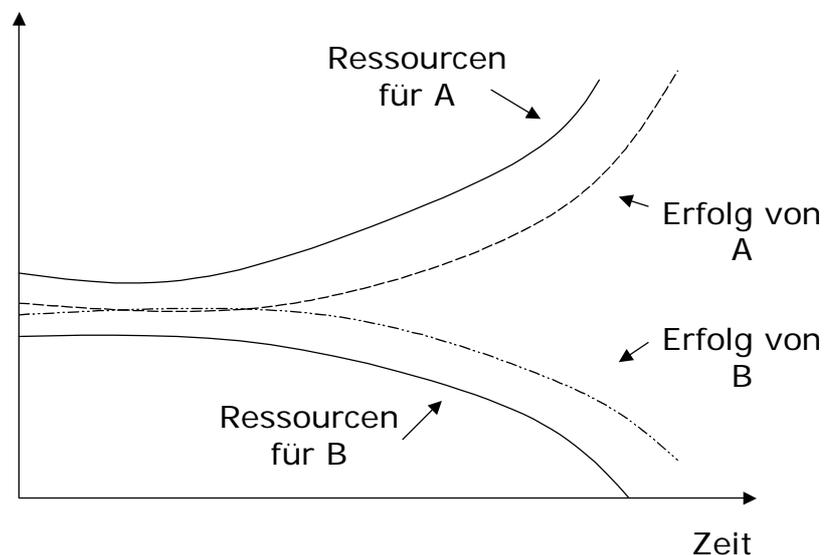
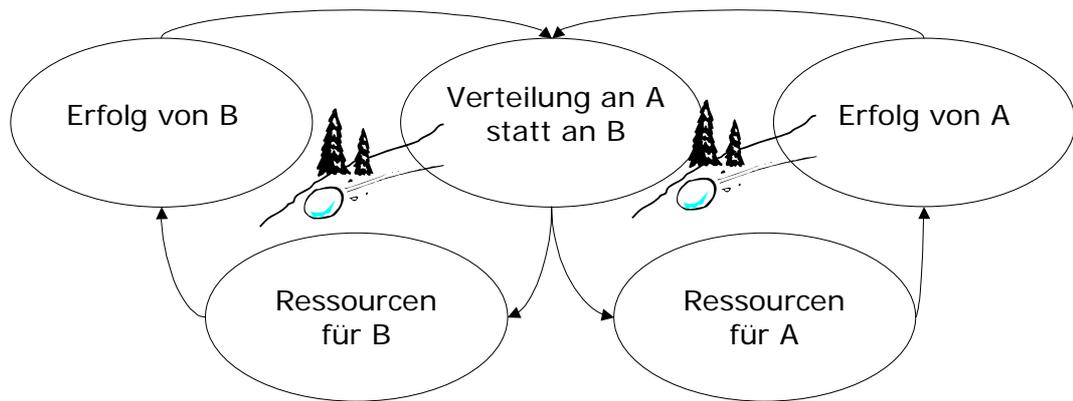
3.6 Archetypus 6: Erfolg den Erfolgreichen

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

Beispiel „Balance zwischen Beruf und Familie“



Schablone „Erfolg den Erfolgreichen“



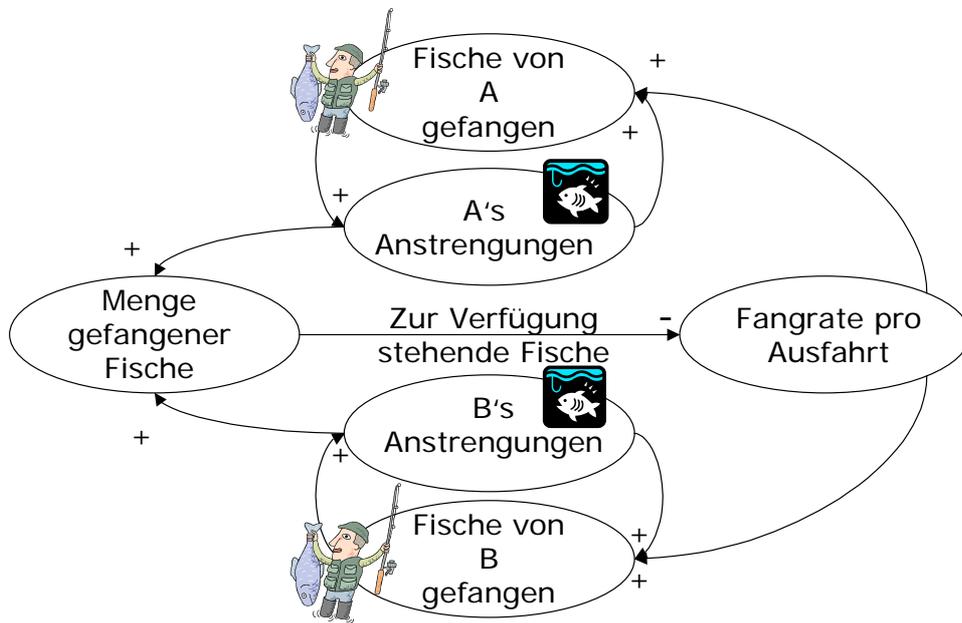
Strategien für „Erfolg den Erfolgreichen“

- 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.

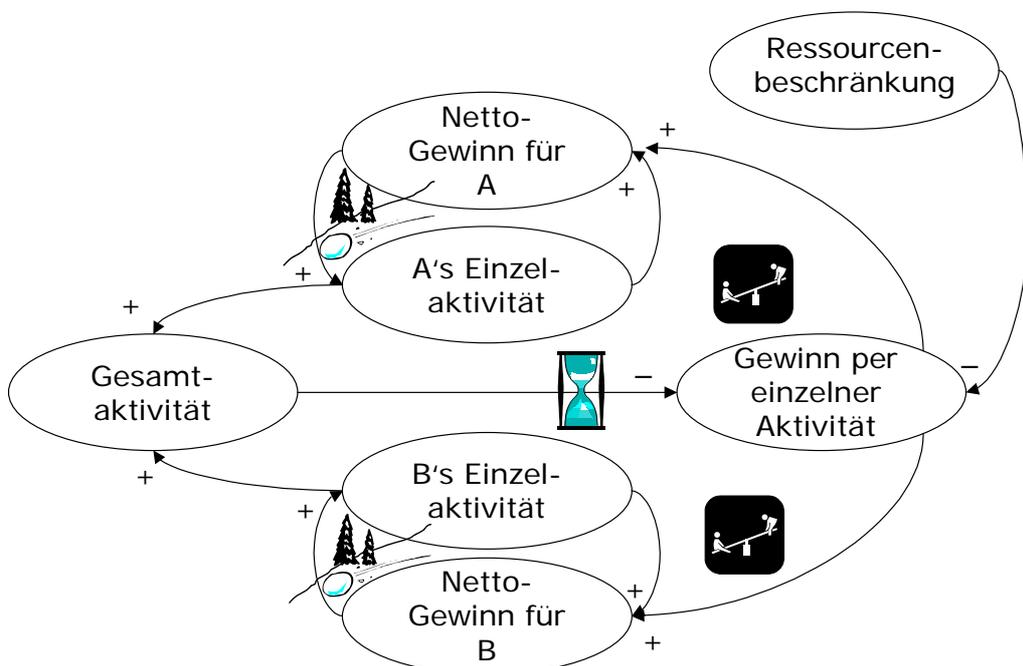
3.7 Archetypus 7: Tragödie der Gemeingüter

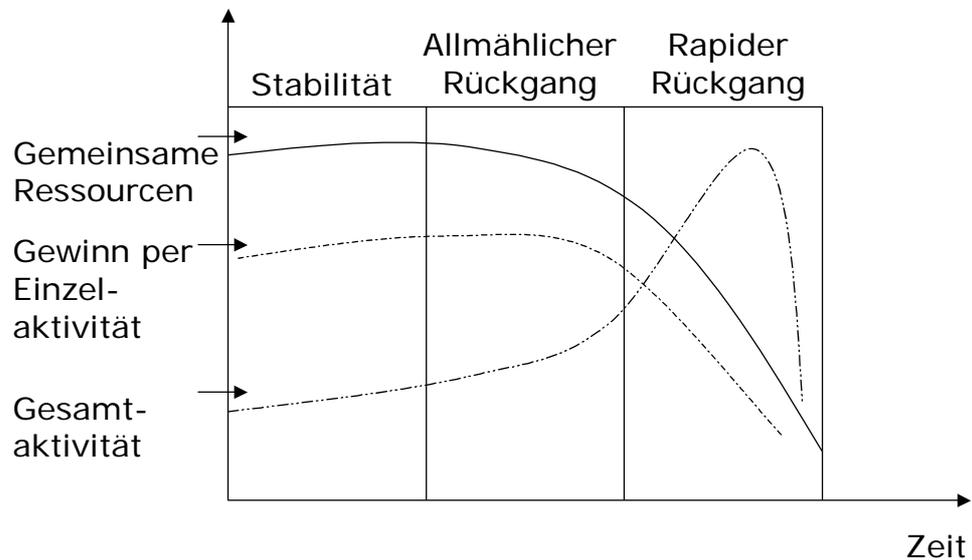
Im Rahmen einer „Tragödie der Gemeingüter“ verfolgt jeder Einzelne (Person oder Gruppe) eine Strategie individueller Nutzenmaximierung, was jedoch auf lange Sicht die Gesamtsituation für alle verschlechtert und langfristig den individuellen Nutzen verkleinert bzw. in Nachteile verkehrt.

Beispiel „Fischereiflotte“



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 Deterministisches Chaos



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

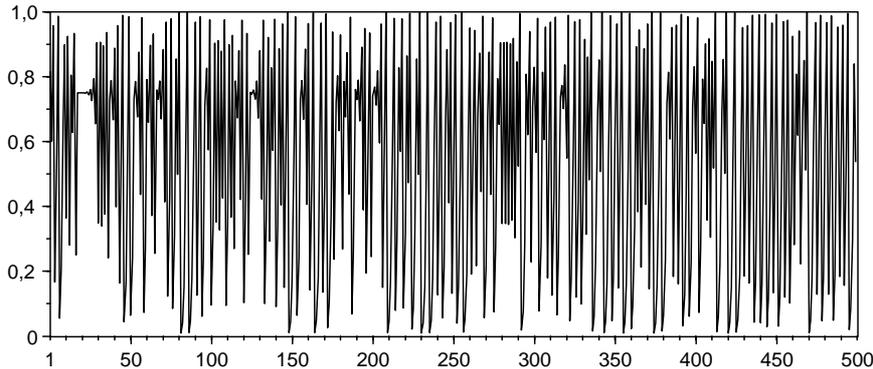
Verhulst-System

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

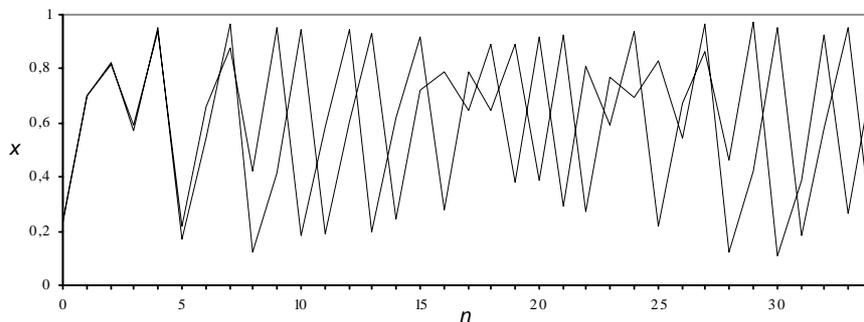
Verhulst-System

Sehr gute Lebensbedingungen

$r = 3,9$



Schmetterlingseffekt



Exponentielles (lawinenartiges) Fehlerwachstum

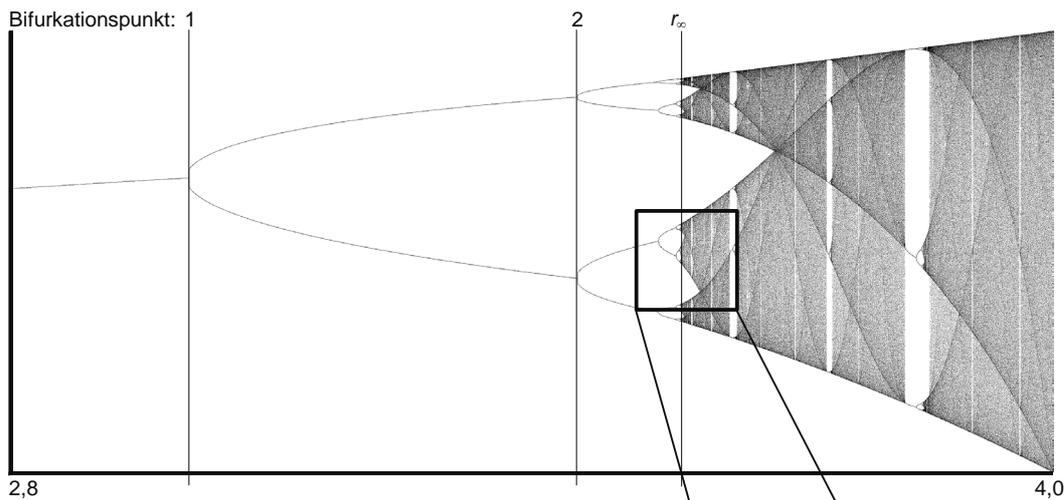
Lebensbedingungen

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

Verschiedene Entwicklungsszenarien für die Verhulst-Gleichung

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

Feigenbaum-Szenario



$r < 1$: Aussterben

$1 < r < 3$: Homöostase, Regelkreisverhalten

$3 < r < 3,449490\dots$: zyklisch mit Periode 2

$3,449490\dots < r < 3,544090\dots$: zyklisch mit Periode 4

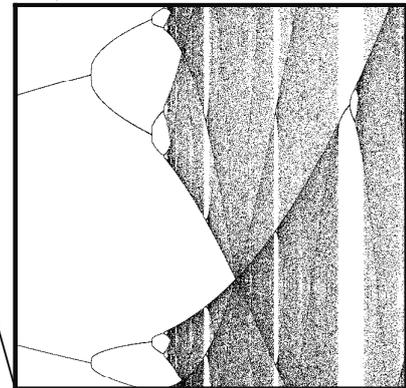
$3,544090\dots < r < 3,568759\dots$: zyklisch mit Periode 8

... zyklisch mit Periode 16

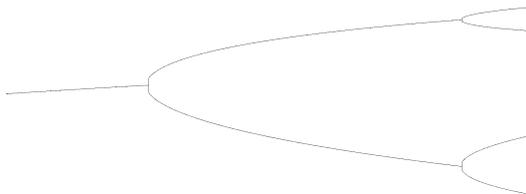
... zyklisch mit Periode 32

... zyklisch mit Periode 64

$r > 3,569946\dots$ Periode ∞ (aperiodisch)

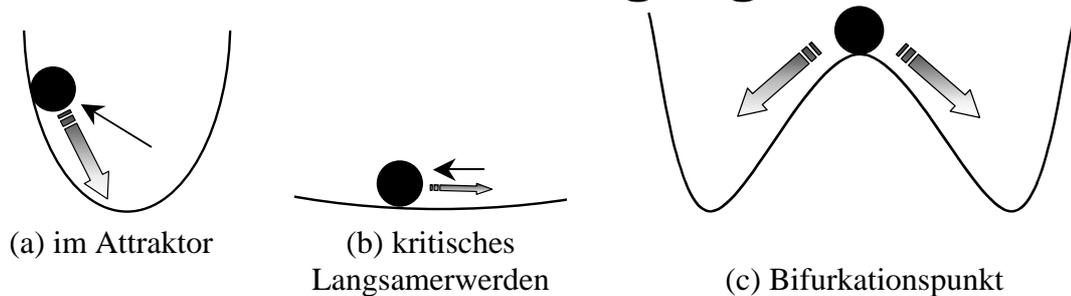


Bifurkation – Phasenübergang



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

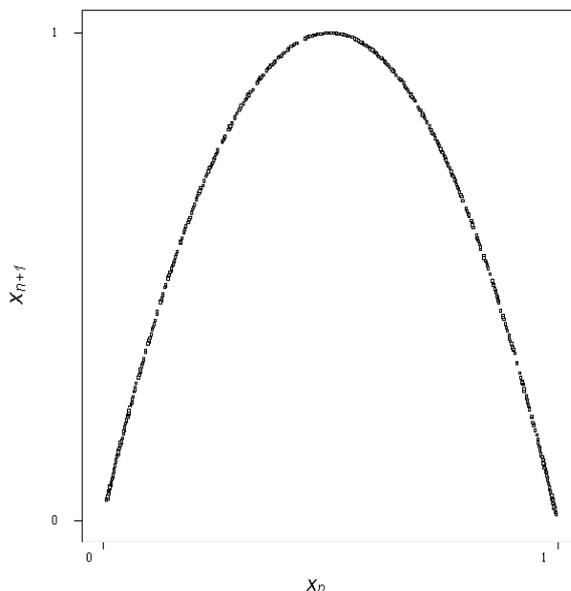
Phasen eines Phasenüberganges



Veränderung der Potenziallandschaft bei einer Bifurkation

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

Attraktor des Verhulst-Systems



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. **Schulduweisungen.** 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.

Unterschiede in der Betrachtung

Reduktionistische Betrachtung	Systemische Betrachtung
Statisch	Dynamisch
Denken in Punktzielen	Denken in Konstellationen
Problemorientierung	Lösungsorientierung
Auf die Identifikation von Ursache-Wirkungs-Beziehungen konzentriert	Auf die Identifikation 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

Steuerung vs. Selbstorganisation

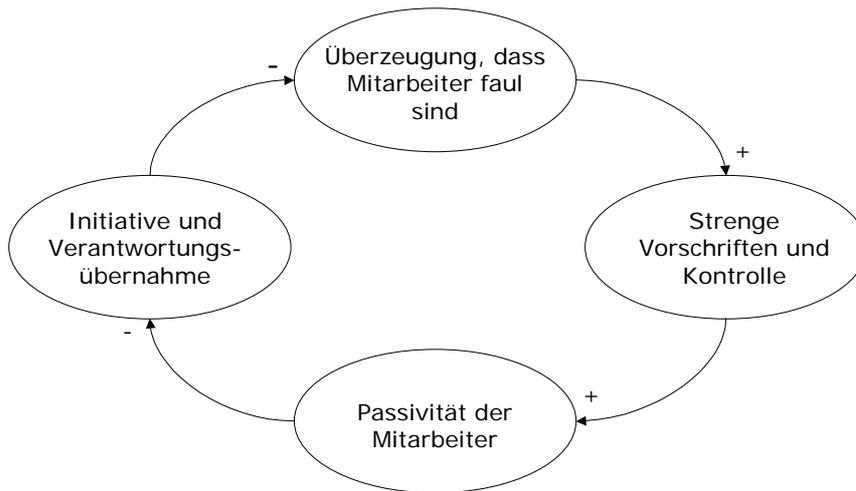


Abbildung nach Kasper & Mühlbacher 2002

Steuerung vs. Selbstorganisation

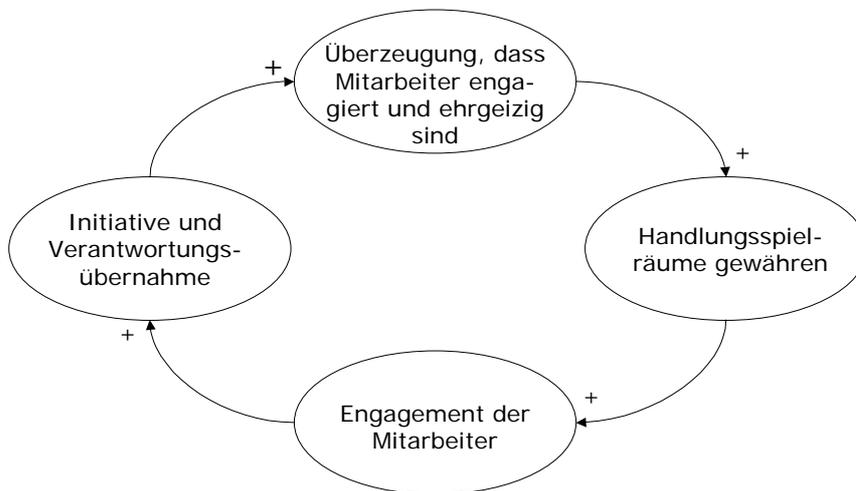


Abbildung nach Kasper & Mühlbacher 2002

Steuerung vs. Selbstorganisation

Taylorismus vs. Teilautonome Arbeitsgruppen

- **Taylorismus:** Führungskraft soll denken, Mitarbeiter nicht. Planung ist alles. Die Führungskraft ist ein Ingenieur, der die Mitarbeiter wie eine Maschine anleitet. Alle Schuld bei Problemen liegt damit tatsächlich bei der Führungskraft.
- **Teilautonome Arbeitsgruppen:** z.B. im englischen Kohlebergbau. Aufbau und Kompetenzen der Arbeitsgruppen:
 - Verteilen von Aufgaben
 - Einteilung der Schichten
 - Tausch der Arbeitsplätze innerhalb und zwischen den Schichten
 - An der Leistung der Arbeitsgruppe orientierte gemeinsame Entlohnung

Ergebnisse:

- 25% höhere Produktivität
- 8,2% Fehlzeiten (vorher 20%)
- Die Firmenleitung, der Aufsichtsrat der Kohlenindustrie und die nationale Bergbaugewerkschaft ignorierten die Ergebnisse

Steuerung vs. Selbstorganisation Taylorismus vs. Teilautonome Arbeitsgruppen

- | | | |
|--|---|--|
| <ul style="list-style-type: none"> ▪ Die Umwelt erzeugt einfache Probleme ▪ Die Umwelt erzeugt komplizierte Probleme | } | <p>Klassisch
Tayloristisch
Mechanische
Führung</p> |
| <ul style="list-style-type: none"> ▪ Die Umwelt erzeugt komplexe Probleme ▪ Die Umwelt erzeugt zufällige Probleme | } | <p>Systemisch
Teilautonom
Selbstorganisiert</p> |

Probleme der traditionellen Denkweise

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.
13. Ein Großteil organisatorischen Verhaltens, Entscheidungen eingeschlossen, besteht mehr aus dem Befolgen von Regeln als dem Abschätzen von Konsequenzen.

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).

- **Prognose und Steuerfähigkeit von Unternehmen:** Wie reagieren die Teile des Systems aufeinander (Papiercomputer)?
Was wird als relevante Information wahrgenommen?
Wie werden Informationen verarbeitet?
Wie laufen Entscheidungen ab und wie werden Konflikte bewältigt?
Jedes Unternehmen reagiert darauf nach eigenen Mustern, die seiner Identität entsprechen (Attraktortypen). Solche Strukturen können stabiler sein, als formale Organisationsstrukturen. Sie überdauern oft Generationen ihrer Führungskräfte.
Manager sind nicht von außen eingreifende Ingenieure (Taylor & Ford). Sie sind viel eher sowohl Gestalter, als auch Gestaltete.

Umgang mit Komplexität – Folgerungen

- **Fraktale Strukturen - Selbstähnlichkeit.**
Moderne Unternehmen stützen sich auf Konzepte autonomer oder zumindest teilautonomer Arbeitseinheiten. Jede Arbeitseinheit ist eine eigene selbständige "Fabrik in der Fabrik". Wissen und Erfahrungen werden - nicht wie im Taylorismus nur einmal bereitgehalten, sondern zugleich an vielen Orten in der Organisation gefördert und ausgetauscht.
- **Rückkopplungsschleifen - Erfolgswertungen.**
Die Bewertung von Erfolg und Misserfolg setzt ein Verstehen der unternehmerischen Selbstorganisationsprozesse voraus (Schlaue Sprüche 7). Dieses Wissen muss kollektiv mit den Mitarbeitern erarbeitet werden. Bewertungen werden nicht wie früher an Stabstellen delegiert. Vielmehr sind die Mitarbeiter zugleich Gestalter und Gestaltete, reflektierende Akteure. Hierarchie und "Anweisungen per Order" werden aufgegeben zugunsten stabiler Vertrauensnetzwerke. Man spricht hier von "Heterarchie" statt von "Hierarchie".
- **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:

