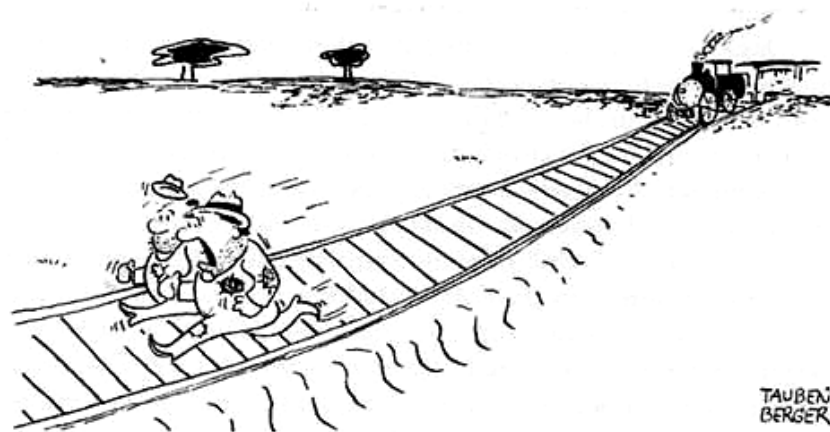


Komplexitätsmanagement Umgang mit komplexen Systemen

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

Vorstellungen von der Welt ...

complexity-research.com



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

Inhalte

1	Grundlagen vernetzten Denkens.....	3
1.1	Was ist Komplexität	3
1.2	Was ist ein System?	3
1.3	Praxis zu ... Grundlagen vernetzten Denkens	8
1.4	Praxisbeispiel.....	10
1.5	Papiercomputer nach F.Vester	12
1.6	Ausführliche Anleitung zum Papiercomputer	14
1.7	Interpretationshilfen und Beschreibung der vier Schlüsselemente.....	16
1.8	Besondere Konstellationen	17
2	Hintergründe der traditionellen Sichtweise: Klassische Mechanik.....	21
2.1	Der Mensch eine Maschine?	21
2.2	Taylorismus & Fordismus	23
3	Feedbacksysteme – Nichtlinearität.....	25
3.1	Positives Feedback.....	25
3.2	Negatives Feedback.....	30
3.3	Oszillation	34
3.4	Verzögerungen	37
3.5	Grenz- und Schwellenwerte.....	39
4	Analyse komplexer Systeme – Archetypen vereinfachen Systeme.....	40
4.1	Archetypus 1: Fehlerkorrekturen.....	40
4.2	Archetypus 2: Grenzen des Wachstums.....	44
4.3	Archetypus 3: Problemverschiebung	46
4.4	Archetypus 4: „Eskalation“ oder „Widersacher wider Willen“	50
4.5	Archetypus 5: Erodierende Ziele.....	52
4.6	Archetypus 6: Erfolg den Erfolgreichen	53
4.7	Archetypus 7: Tragödie der Gemeingüter	55
5	Deterministisches Chaos	57
6	Umgang mit komplexen Systemen.....	62
6.1	Szenariotechniken	66
6.2	Folien zum Szenariodenken	68

1 Grundlagen vernetzten Denkens

1.1 Was ist Komplexität

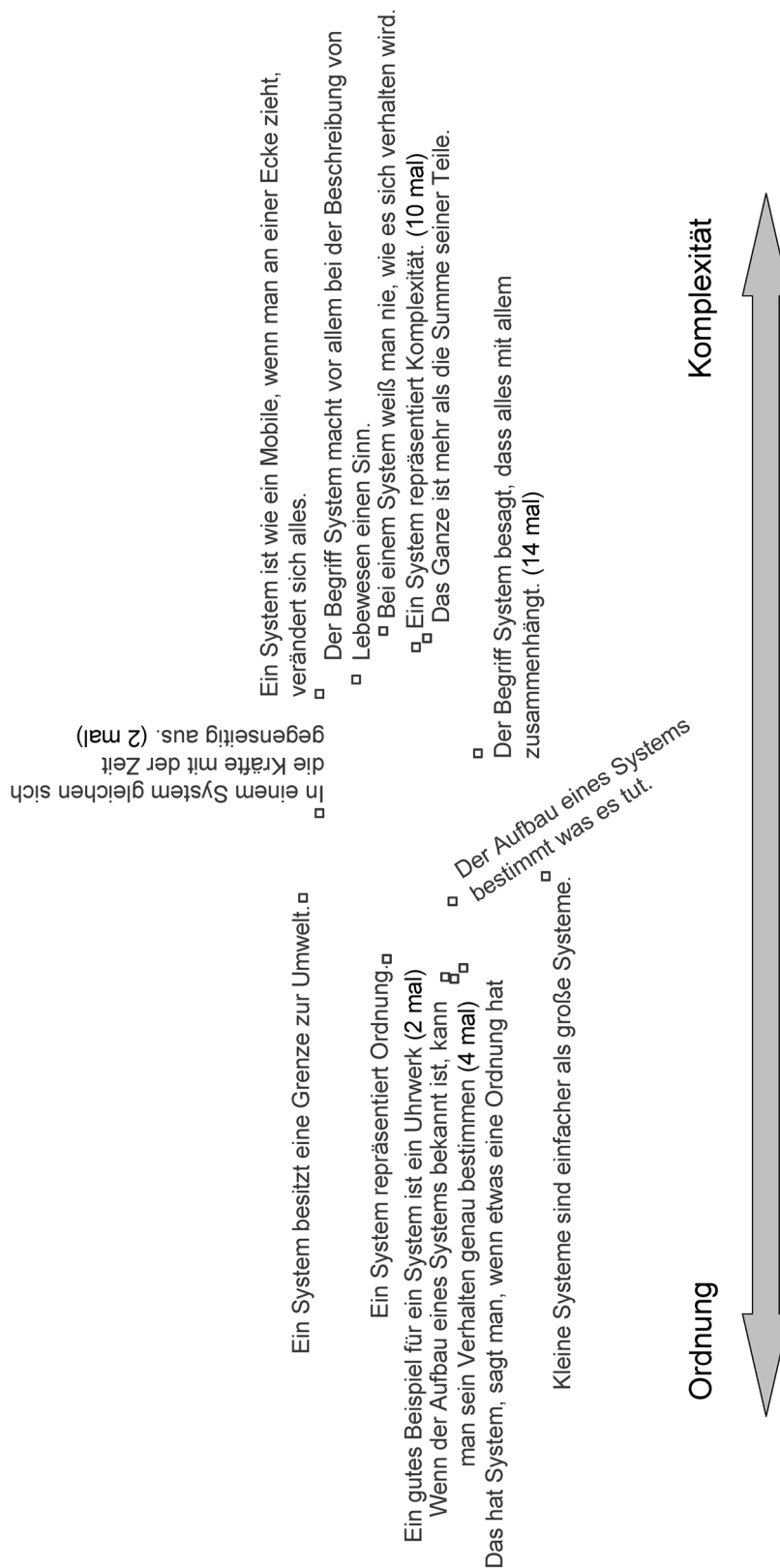
Was ist Komplexität?

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.

1.2 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.



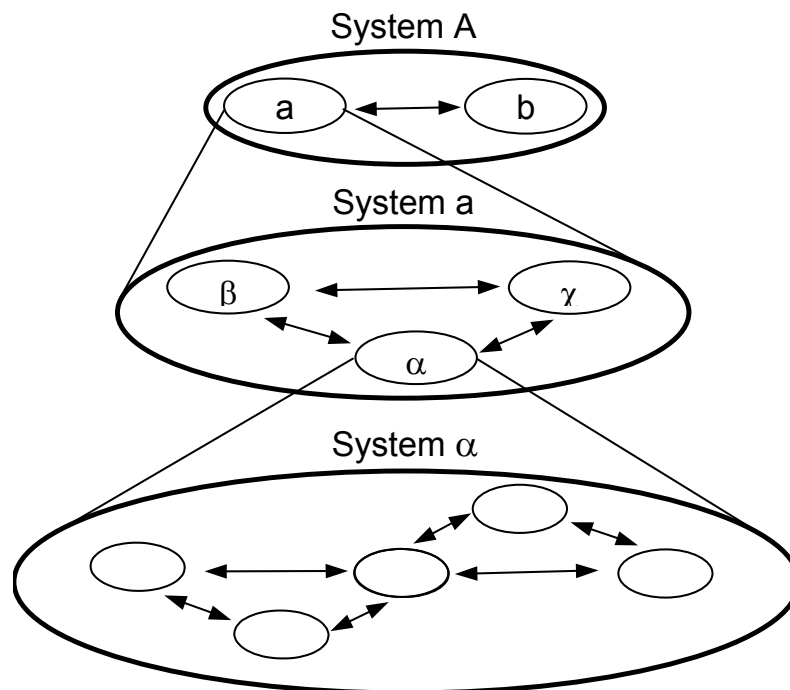
Systeme sind geordnete Strukturen, die trotz ihrer Ordnung überraschend komplexes Verhalten hervorbringen können.

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:

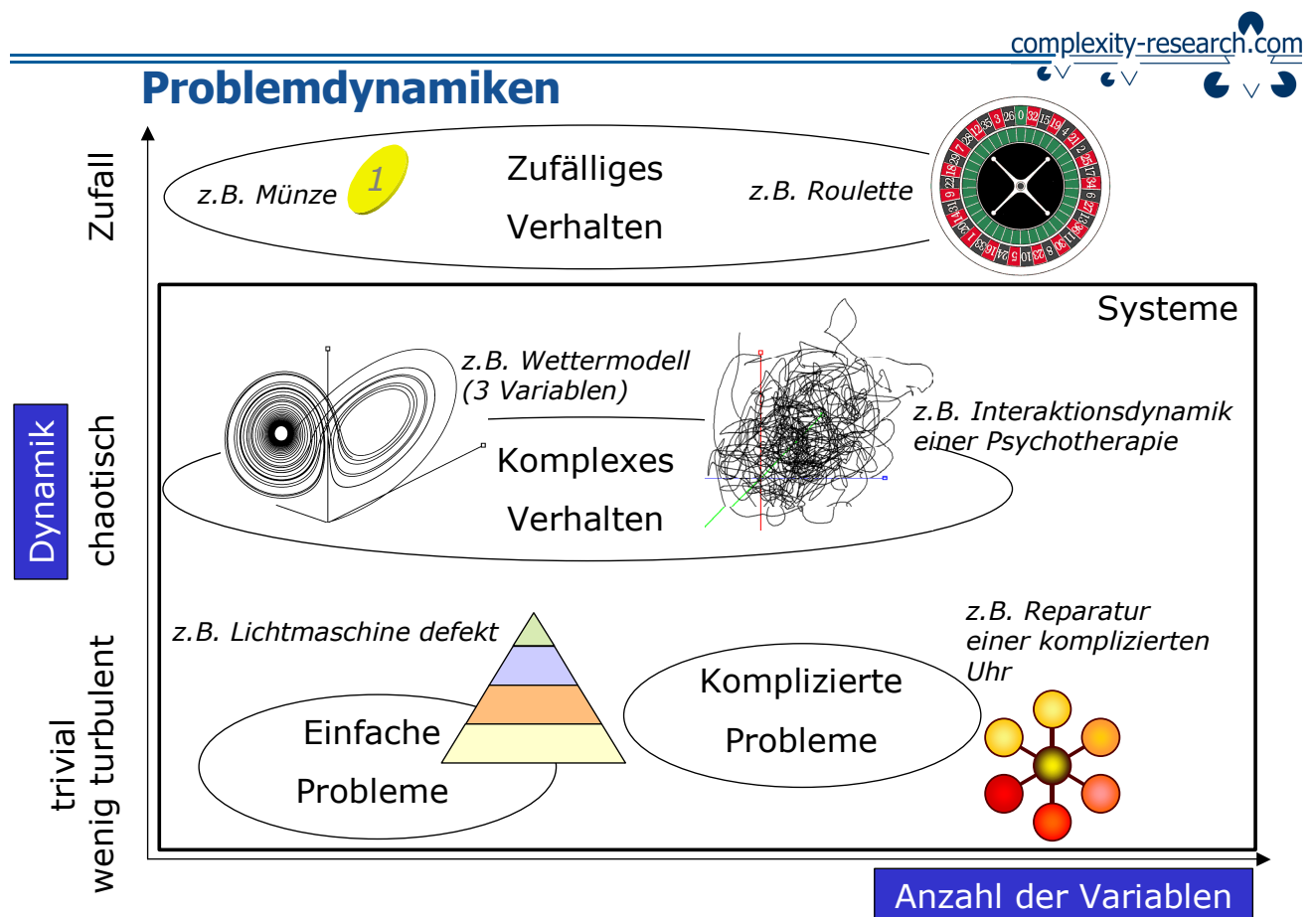
- Was genau ist ein Element?
- Was genau sind die Beziehungen zwischen den Elementen?
- Wie sieht der typische Aufbau aus, was ist die typische Systemstruktur?

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



Wie Komplexität entsteht?

Klassische Mechanik	Chaos-Theorie
<p>Die Natur erfreut sich der Einfachheit. (Isaac Newton, 1687)</p>	<p>Die Natur bevorzugt Komplexität. (Henri Poincaré, 1904)</p>
<p>Analyse von Ursache-Wirkungsketten, bei denen isoliert nur zwei Variablen betrachtet werden.</p>	<p>Analyse des „Gesamtsystems“, weil sich das Gesamtsystem anders verhält als die Summe der Einzelbeziehungen.</p>

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 beim Bau einer Stromtrasse
 - die Versorgungssicherheit,
 - der Landschaftsschutz,
 - die (irrationale) Angst der Anrainer,
 - die Kosten,
 - die Politik,
 - die Energiewende etc. im Vordergrund stehen.

1. Schritt: Identifizieren der Elemente



- 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 „Angst der Anrainer vor einer Stromtrasse“

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 „Angst der Anrainer vor einer Stromtrasse“
 - Variable 1: Sichtbarkeit der Trasse.
 - Variable 2: Erleben der Trasse als „Verschandelung der Landschaft“

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«

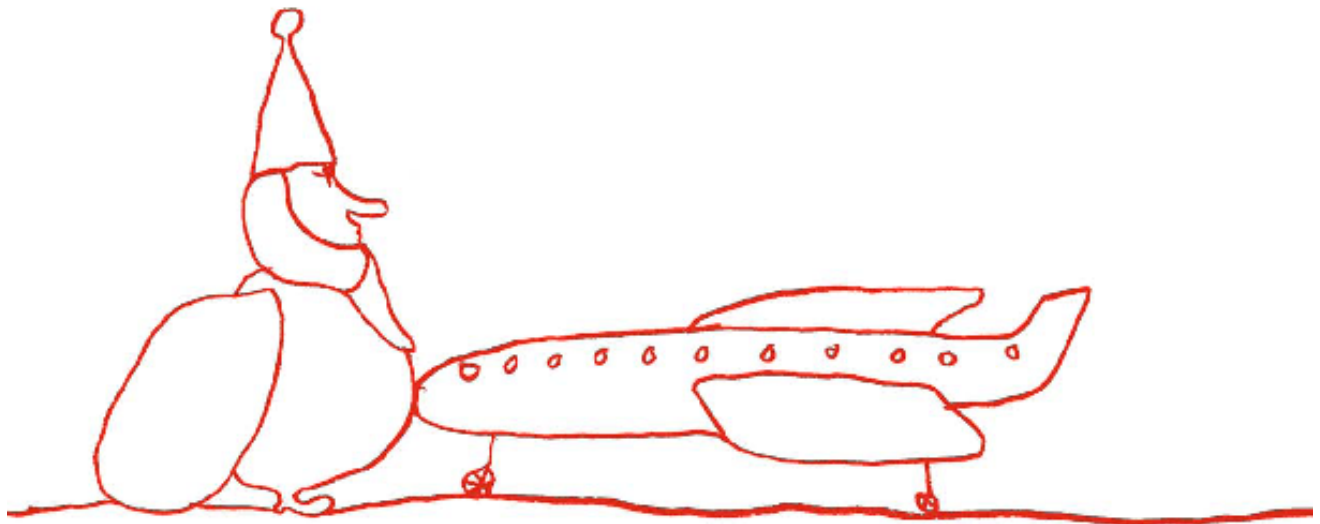


Illustration
FENGEL

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

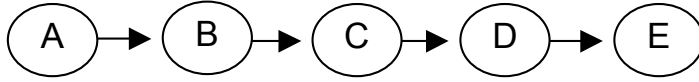
vorrätig haben, so große Tanks besitzt der Flughafen nicht. Die Enteisungsflüssigkeit wird also mit Lastwagen herbeigeschafft. Wenn es aber kalt wird und schneit, sagte der Manager in dem Interview, bleiben die Lastwagen auf der Autobahn liegen. Die Flüssigkeit kommt nicht am Flughafen an, mit anderen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

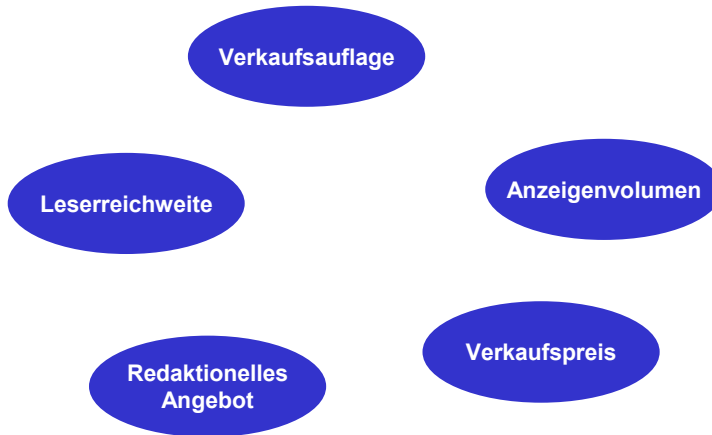
- Einschätzung mit Hilfe einer Matrix ist empfehlenswert.
 - Welches Element beeinflusst welches andere wie stark?
- Vorsicht! Serialität ist häufig nicht zutreffend.



Enteisungsflüssigkeit


1.5 Papiercomputer nach F.Vester

Papiercomputer: Verlag




Einflussfaktoren im Verlag

	A.	B.	C.	D.	E.	AS	Q
A. Verkaufsauflage							
B. Leserreichweite							
C. Anzeigenvolumen							
D. Redaktionelles Angebot							
E. Verkaufspreis							
PS (Passivsummen)							
P = AS-PS							

auf 

A.	B.	C.	D.	E.
----	----	----	----	----

AS	Q
AS:PS	

Wirkung von 

A. Verkaufsauflage		3	3	1	2	9	1,28
B. Leserreichweite	0		3	2	0	5	0,56 PE
C. Anzeigenvolumen	1	1		2	2	6	0,75
D. Redaktionelles Angebot	3	3	1		2	9	1,50 AE
E. Verkaufspreis	3	2	1	1		7	1,16
PS (Passivsummen)	7	9	8	6	6		
P = AS·PS	63 KE	45	48	54	42 TE		

Größen	Charakterisierung	Ermittlung	Interpretation
Aktives Element	Beeinflussen die anderen Größen stark werden selbst aber wenig beeinflusst	Höchst Q	Ideal für Lenkungs-eingriffe
Passives Element	Beeinflussen andere Größen wenig, werden selbst aber stark beeinflusst	Tiefster Q	Wenig geeignet für Lenkungs-eingriffe
Kritisches Element	Beeinflussen andere Größen stark und werden selber stark beeinflusst	Höchst P	Geeignet für Lenkungs-eingriffe. Aber Achtung: Kettenreaktionen
Träges Element (ruhend)	Beeinflussen andere Größen wenig und/oder werden selber wenig beeinflusst	Tiefstes P	Nicht geeignet für Lenkungs-eingriffe

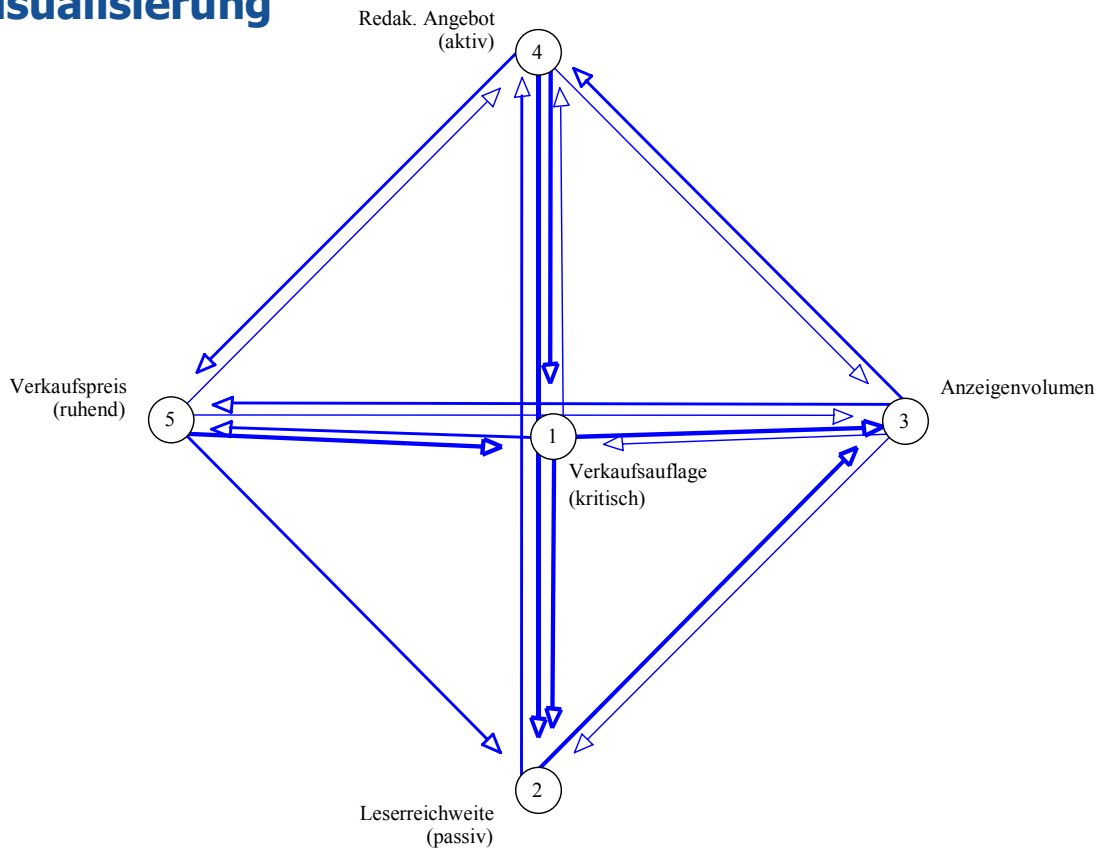
- **Redaktionelles Angebot** = ist aktives Element (höchste Q-Zahl), starker Einfluss auf andere, von anderen wenig beeinflusst

- **Leserreichweite** = passives Element (niedrigste Q-Zahl), Beeinflusst andere Größen wenig, von anderen stark beeinflusst

- **Verkaufsauflage** = kritisches Element (höchste P-Zahl) Starker Einfluss auf andere, von anderen stark beeinflusst

- **Verkaufspreis** = träges / ruhendes Element (niedrigste P-Zahl), wenig Einfluss auf andere und/oder Beeinflussung durch andere

Visualisierung



1.6 Ausführliche Anleitung zum Papiercomputer

Der Papiercomputer wurde von F. Vester vorgeschlagen (z.B. Vester 1991/1976), um erste Eindrücke über komplexe Systeme zusammenzufassen und zu systematisieren. Identifiziert werden im Papiercomputer vier Schlüsselemente des Systems. Für den Papiercomputer gilt:

- Elemente.** Die Elemente des Systems können auf Variablen („Peters Angst“, an Stelle von „Peter“) eingeschränkt werden, um inhaltlich klar zu machen worum es geht. Es ist aber auch möglich – und manchmal durchaus hilfreich – z.B. Beeinflussungsstrukturen zwischen Mitgliedern einer Gruppe abzubilden und als Elemente ganz einfach die Namen der Teammitglieder zu verwenden. In diesem Fall kann dann nur die Struktur nicht aber die Dynamik interpretiert werden.
- Beziehungen zwischen den Elementen.** Grundsätzlich steht beim Papiercomputer die Stärke einer Beeinflussung im Vordergrund. Hier werden in der Regel Ratings genutzt (0-kein Einfluss bis 3-starker Einfluss). Es sind aber auch empirische Erhebungen (z.B. Auszählen von Interaktionssequenzen) als Grundlage für eine Auswertung denkbar. Die Beeinflussungsrichtung (gleichsinnige oder gegensinnige) spielt im Papiercomputer keine Rolle und wird auch nicht berücksichtigt. Wenn als Elemente durchgängig variable Größen gewählt wurden, kann die Einschätzung der Beeinflussungsrichtung jedoch zusätzliche Informationen bieten.

Vorgehen:

1. Auswahl der Systemelemente. Zwischen fünf und zehn sind ideal. Mehr sind etwas unhandlich und weniger sind unspannend. Mit etwas Übung gelingt es bereits bei der Variablenauswahl Fallstricke zu umgehen, die sich z.B. ergeben, wenn Variablen aufgenommen werden, die per Definition nicht beeinflusst werden können (z.B. das Wetter).
2. Übertragen der Elemente in den Papiercomputer.
3. Rating. Zeilenweise Vorgehen. Wie beeinflusst die Variable, die die Zeile bezeichnet, die einzelnen in den Spalten angeführten Variablen? Dabei gilt, dass sich Variablen auch selbst beeinflussen können (Autokatalyse), die Diagonale also ebenfalls eingeschätzt werden sollte (Vester klammert die Diagonale im Gegensatz dazu explizit aus). Auch gilt zu beachten, dass der Einfluss von A auf B nicht auch umgekehrt (B auf A) in identischer Weise vorliegen muss.
4. Die Zeilensummen heißen Aktivitätssumme (AS) und die Spaltensummen heißen Passivitätssummen (PS). Das Produkt (Pro) aus der AS und der PS eines Elements zeigt die Einbindung des Elementes im System an. Der Quotient ($Quo = AS / PS$) zeigt die Nettoaktivität an. Zur Berechnung wird ein Taschenrechner benötigt. Eine Matrize kann aber auch schnell im Excel erstellt werden.
5. Neben den Berechnungen lassen sich aus den ausgefüllten Matrizen leicht graphische Systemmodelle zeichnerisch erstellen. Gruppiert man die Elemente um das kritische Element, kommt es beim Pfeile-Zeichnen nicht so schnell zu Überschneidungen. Zur Erhöhung der Übersichtlichkeit können Pfeile mit einem geringen Rating auch aus der Abbildung herausgelassen werden.

Mit Hilfe dieses recht einfachen Verfahrens können vier Typen von Schlüsselementen des komplexen Systems identifiziert werden:

1. **Aktives Element** (höchste Quo.-Zahl): Dies Element beeinflusst alle anderen am stärksten, wird aber von ihnen am schwächsten beeinflusst.
2. **Passives Element** (niedrigste Quo.-Zahl): Dies Element beeinflusst die anderen Variablen am schwächsten, wird aber selbst am stärksten beeinflusst.
3. **Kritisches Element** (höchste Pro.-Zahl): Dieses Element beeinflusst die übrigen Elemente am stärksten und wird gleichzeitig auch von ihnen am stärksten beeinflusst.
4. **Ruhendes oder pufferndes Element** (niedrigste Pro-Zahl): Dieses Element beeinflusst die übrigen am schwächsten und wird von ihnen am schwächsten beeinflusst (vgl. Vester 1991/1976).

Weitere Interpretationshilfen und Anregungen finden sich im Folgenden. Eine leere Beispielmatrix findet sich auf der nächsten Seite.

Der Papiercomputer nach F. Vester

Wirkung von ↓ auf →	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	AS	Quo.
1	■																
2		■															
3			■														
4				■													
5					■												
6						■											
7							■										
8								■									
9									■								
10										■							
11											■						
12												■					
13													■				
14														■			
15															■		
PS																	
Pro.																	

0	keine	Einwirkung	AS	Aktivitätssumme
1	schwache	Einwirkung	Quo.	Quotient: AS/PS
2	mittlere	Einwirkung	PS	Passivitätssumme
3	starke	Einwirkung	Pro.	Produkt AS x PS

1. **Aktives Element** (höchste Quo.-Zahl): Dies Element beeinflusst alle anderen am stärksten.
2. **Passives Element** (niedrigste Quo.-Zahl): Dies Element beeinflusst die anderen Variablen am schwächsten.
3. **Kritisches Element** (höchste Pro.-Zahl): Dieses Element beeinflusst die übrigen Elemente am stärksten und wird gleichzeitig auch von ihnen am stärksten beeinflusst.
4. **Träges oder ruhendes Element** (niedrigste Pro.-Zahl): Dieses Element beeinflusst die übrigen am schwächsten und wird von ihnen am schwächsten beeinflusst.

1.7 Interpretationshilfen und Beschreibung der vier Schlüsselemente

Das **aktive Element** des Systems beeinflusst alle anderen Elemente am stärksten, im Vergleich dazu, als es selber kaum von den anderen beeinflusst wird. Dieses Element zieht einsam die Fäden im System. Es ist das machtvollste Element. Es ist das Element, dass die meiste Verantwortung trägt. Es entzieht sich weitestgehend der Beeinflussung durch andere Elemente. Das heißt nicht, dass es absolut am mächtigsten sein muss. Nur im Vergleich dazu,

wie wenig andere auf dieses Element Einfluss haben, erscheint es als besonders machtvoll. Es kann an der formalen Struktur des Systems liegen, dass ein Element viel Macht bekommt, aber nicht beeinflusst werden kann. Es kann aber auch die Intention des Elementes sein, sich von Beeinflussungen frei zu halten, aber selber kräftig mitzumischen.

Das **passive Element** wird von allen anderen Elementen am stärksten beeinflusst, im Vergleich zu seiner eigenen geringen Einflussnahme im System. Dieses Element ist weitgehend fremdbestimmt. Es ist das Element, das am wenigsten Verantwortung trägt, von allen anderen aber am meisten beeinflusst wird. Das heißt nicht, dass das Element absolut die meiste Beeinflussung von außen erfährt. Nur im Vergleich zu seiner geringen eigenen Einflussnahme im System erscheint es als passiver Zielpunkt, auf den viele Beeinflussungen abzielen. Auch hier kann es an der formalen Struktur eines Systems liegen, dass ein Element Zielscheibe vieler Anforderungen wird, aber selbst ohne Einflussmöglichkeit bleibt. Es kann aber auch in der Intention des Elementes liegen auf Macht und Verantwortung zu verzichten und sich statt dessen von außen vorgeben zu lassen was zu tun ist.

Das **kritische Element** beeinflusst stark und wird auch stark beeinflusst. Es steht mitten im Geschehen. Es ist die Schalt- und Umschaltzentrale des Systems. Es steht damit in dem Dilemma, zwar viel Einfluss zu haben, aber selbst ein Spielball der anderen zu sein. Seine Einflussnahme ist damit nicht so autonom und machtvoll wie bei dem *aktiven Element*. Auch kann es sich nicht passiv zurückziehen und die anderen machen lassen. Es ist Spielball und Spielmacher in einem. Damit ist es vielen Anforderungen verpflichtet, den Anforderungen der anderen, die es beeinflussen wollen und derer, auf die es Einfluss hat. Natürlich muss man auch hier unterscheiden ob die formale Struktur des Systems ein Element in die Rolle eines kritischen Elementes zwingt, oder ob es aus eigenem Antrieb eine Rolle wählt, die mitten im Geschehen steht.

Das **ruhende oder puffernde Element** steht am Rande des Systems. Im Vergleich zu den anderen Elementen wird es wenig beeinflusst und beeinflusst selber wenig. Es ist weder aktiv beteiligt noch passiv eingebunden. Es scheint im System fast keine Rolle zu spielen. Es fällt wenig auf. Es ruht förmlich in sich selbst. Seine Aktivitäten haben im System kaum Einfluss. Dafür wird es vom System selber auch in Ruhe gelassen. Es kann an der formalen Struktur des Systems liegen, dass ein Element außen vor bleibt, beinahe vergessen wird. Es kann aber auch in der Absicht des Elementes liegen in Vergessenheit zu geraten und sich absolut still zu verhalten. Im Gegensatz zum passiven Element wird es jedoch auch nicht beeinflusst. Es verhält sich still und wird in Ruhe gelassen.

1.8 Besondere Konstellationen

Wenn eine Matrix ausgefüllt wurde und wenn nicht alle Beeinflussungsratings gleich eingeschätzt wurden, muss es automatisch zur Identifikation der vier

Schlüsselemente kommen. Unter besonderen Umständen kann ein Element jedoch gleichzeitig zwei Schlüsselpositionen einnehmen. Bestimmte Kombinationen sind dabei möglich, andere unmöglich. *Aktive und Passive Elemente schließen sich gegenseitig aus*, d.h., dass nur zwei verschiedene Elemente diese Positionen einnehmen können. *Ebenso schließen sich das Kritische und das Ruhende Element gegenseitig aus*. Es bleiben jedoch noch vier Kombinationen, die gleichzeitig auftreten können. Man sollte bei der Interpretation dieser Elemente bedenken, dass sich die Schlüsselemente jeweils im Vergleich zu den anderen Elementen ergeben. Ist ein Element zugleich *kritisch* und *aktiv*, so bedeutet das, dass alle anderen Elemente im Vergleich weniger *kritisch* und weniger *aktiv* sind. Die Kombination von zwei Schlüsselementen zu einem bedeutet immer eine ganz besondere Konstellation im System.

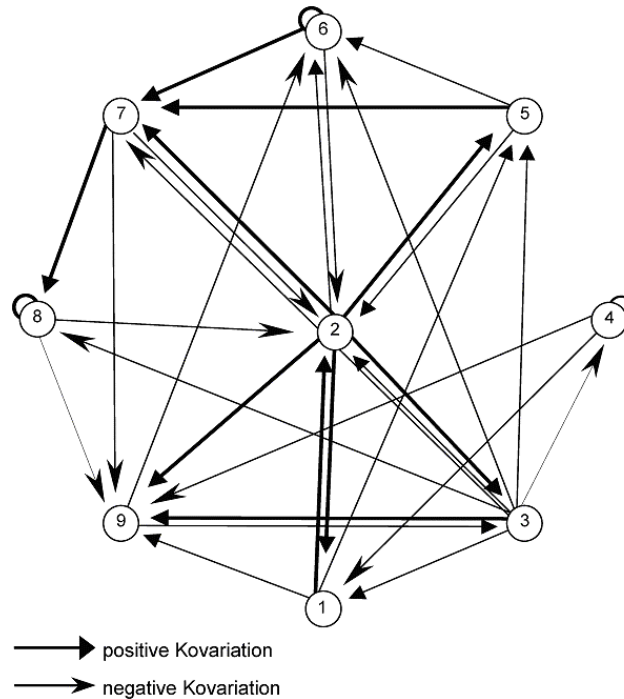
Das aktive Element ist gleichzeitig das ruhende. Es kann passieren, dass ein Element zwar eine hohe Aktivität im Vergleich zu seiner Beeinflussbarkeit zeigt und damit zum *aktiven Element* wird. Alle anderen Elemente zeigen keine so gute Bilanz, wenn man ihren Einfluss mit ihrer Beeinflussbarkeit vergleicht. Dennoch können alle anderen Elemente weit stärker in das Geschehen eingebunden sein. So wird das *aktive Element* zudem auch zum *ruhenden Element*. In einem Beispielfall nahm z.B. ein Schulpsychologe diese Doppelrolle ein (vgl. Strunk, 1996). Er erschien den Beurteilern als autonom und ungebunden. Er hatte auf viele Elemente der Schule großen Einfluss, ohne selbst viel beeinflusst zu werden. Damit wurde er zum *aktiven Element*. Aber letztlich war er nur wenig in das System eingebunden. Er hatte nur an einem Tag in der Woche Dienst in der Schule. Im Vergleich mit der Eingebundenheit der anderen Beteiligten in das System der Schule hatte er nur geringen Einfluss. Da er zudem noch geringer beeinflussbar erschien, stand er als *ruhendes Element* außerhalb des eigentlichen Geschehens.

Das aktive Element ist gleichzeitig das kritische. Das *kritische Element* ist insgesamt am stärksten in das System eingebunden. Viele Aktivitäten gehen von ihm aus, viele richten sich auf dieses Element. Wenn aber zudem der Vergleich zwischen Beeinflussung und Beeinflussbarkeit zeigt, dass das Element mehr beeinflusst als selber Beeinflussungen ausgesetzt ist, dann kann es zugleich auch zum *aktiven Element* werden. Ein solches Element wird stark von außen beeinflusst und beeinflusst selber sehr stark, wie es für *kritische Elemente* üblich ist. Zudem ist seine Macht jedoch so groß, dass es über so viel Beeinflussungsmöglichkeiten verfügt, um auch als *aktives Element* zu erscheinen.

Das passive Element ist gleichzeitig das ruhende. Im Vergleich zwischen Beeinflussung durch dieses Element und seiner Beeinflussbarkeit durch andere, erscheint es als *passives Element*. Dennoch kann es zudem auch so weit am Rande des Systems stehen, dass es zugleich als *ruhendes Element* erscheint.

Das passive Element ist gleichzeitig das kritische. Im Vergleich zwischen Beeinflussung durch dieses Element und seiner Beeinflussbarkeit durch andere

re, erscheint es als *passives Element*. Dennoch kann es zudem auch so stark in das System eingebunden sein, dass es auch als *kritisches Element* erscheint. Es ist damit ein kritisches Element mit eher passiven Anteilen. Es steht zwar mitten im Geschehen und wird stark beeinflusst und hat selber viel Macht. Dennoch ist es im Vergleich von „Macht“ und „Ohnmacht“ weit „ohnmächtiger“ als „mächtig“.



Die Abbildung zeigt die graphische Aufbereitung der Daten aus einem Papiercomputer, in dem auch positive und negative Beeinflussungen verzeichnet wurden. Das Element 2 ist das kritische Element. Das Element 4 das ruhende. Das passive Element ist Element 9 und das aktive ist das Element 3.

Der Papiercomputer nach F. Vester

Wirkung von ↓ auf →	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	AS	Quo.
1	■																
2		■															
3			■														
4				■													
5					■												
6						■											
7							■										
8								■									
9									■								
10										■							
11											■						
12												■					
13													■				
14														■			
15															■		
PS																	
Pro.																	

- 0 keine Einwirkung AS Aktivitätssumme
- 1 schwache Einwirkung Quo. Quotient: AS/PS
- 2 mittlere Einwirkung PS Passivitätssumme
- 3 starke Einwirkung Pro. Produkt AS x PS

1. **Aktives Element** (höchste Quo.-Zahl): Dies Element beeinflusst alle anderen am stärksten.
2. **Passives Element** (niedrigste Quo.-Zahl): Dies Element beeinflusst die anderen Variablen am schwächsten.
3. **Kritisches Element** (höchste Pro.-Zahl): Dieses Element beeinflusst die übrigen Elemente am stärksten und wird gleichzeitig auch von ihnen am stärksten beeinflusst.
4. **Träges oder ruhendes Element** (niedrigste Pro.-Zahl): Dieses Element beeinflusst die übrigen am schwächsten und wird von ihnen am schwächsten beeinflusst.

2 Hintergründe der traditionellen Sichtweise: Klassische Mechanik

2.1 Der Mensch eine Maschine?

Um die Mitte des 16. Jahrhunderts kamen Vorstellungen auf, die Lebensvorgänge in Tieren und Menschen und auch die Bewegungen des Universums im Sinne einer Newtonschen Mechanik erklärten...

Gottfried Wilhelm Leibniz

- deutscher Philosoph, Politiker, Forscher auf nahezu allen Wissensgebieten; 1646 – 1716.
- Wollte eine logische Maschine schaffen, die in der Lage wäre, aus dem Universum ein vollständiges mathematisches System abzuleiten. Mit Hilfe der geometrischen Methode wollte er dann den geeigneten Kandidaten für den polnischen Königsthron ermitteln.

Gomez Pereira

- spanischer Arzt; Mitte des 16. Jahrhunderts.
- Menschen im Gegensatz zu Tieren haben eine Seele. Tiere sind Automaten.

William Harvey

- englischer Arzt; 1628.
- Entdeckung des Blutkreislaufes; Herz als Pumpe und Zentralmotor eines peripheren Röhrensystems.

René Descartes

- französischer Mathematiker, Naturforscher und Philosoph; 1596 – 1650.
- Der Körper von Tieren ist eine komplexe Maschine; Menschen weisen zudem eine durch Gott gegebene Seele auf. Nerven sind hohle Röhren, die Ventile im Kopf betätigen zur Steuerung der Lebensgeister ("spiritus animales"), die vom Kopf zu den Muskeln "fließen". Nach einer Legende hätte Descartes selbst einen Androiden konstruiert, den der Kapitän eines Schiffes ins Wasser geworfen haben soll.

Thomas Hobbes

- englischer Philosoph; 1588 – 1679.
- "Die Natur (die Kunstfertigkeit, mit der Gott die Welt gemacht hat und lenkt) wird durch die Kunstfertigkeit der Menschen wie in vielen Dingen auch darin nachgeahmt, daß sie ein künstliches Tier herstellen kann. Denn da das Leben nur eine Bewegung der Glieder ist, die innerhalb eines besonders wichtigen Teils beginnt - warum sollten wir dann nicht sagen, alle Automaten (Maschinen, die sich selbst durch Federn und Räder bewegen, wie eine Uhr) hätten ein künstliches Leben...?"
- Benutzt Vergleiche wie: Herz - Uhrfeder; Nerven - Seilstränge; Gelenke - Räder.

Julien Offroy de la Mettrie

- 1709 – 1751.
- Er ließ die nirgends nachweisbare, die überflüssige, die wahrscheinlich aus bloßer Angst vor den Theologen hinzugefügte Seele aus Descartes' System fort: Das Tier ist eine Maschine und der menschliche Organismus die perfekte Form der Tiermaschine.

Schreiber

Der Androide „der Schreiber“, von Pierre Jaquet-Droz (Vater) konstruiert und gemeinsam mit Jean-Frédéric Leschot und einigen anderen Handwerkern um 1774 gebaut. Die Figur hat die Größe eines dreijährigen Kindes.



Die Automatenfigur ist ausgestellt im Musée d'Art et d'Histoire, Neuchâtel

2.2 Taylorismus & Fordismus

- Fragmentierung (Unterteilung in kleine Arbeitsschritte):
 - Spezialisierung (jeder Arbeiter arbeitet nur an seinem kleinen Arbeitsschritt).
 - Standardisierung (jeder Arbeitsschritt ist genau vorgegeben und darf nur so und nicht anders ausgeführt werden).
 - Trennung von Planen, Entscheiden, Kontrollieren einerseits (Management) und Ausführen andererseits (Arbeiter).
 - „Der geeignete Mann an den richtigen Platz“. Auswahl und Weiterbildung der geeigneten Arbeitskräfte für jeweils isolierte Arbeitsschritte.
-
- Die Organisation entspricht einer Maschine.
 - Der Manager greift wie ein Ingenieur oder Mechaniker von außen gestaltend ein.
 - Das Management übernimmt die Gesamtverantwortung.

Vorteile

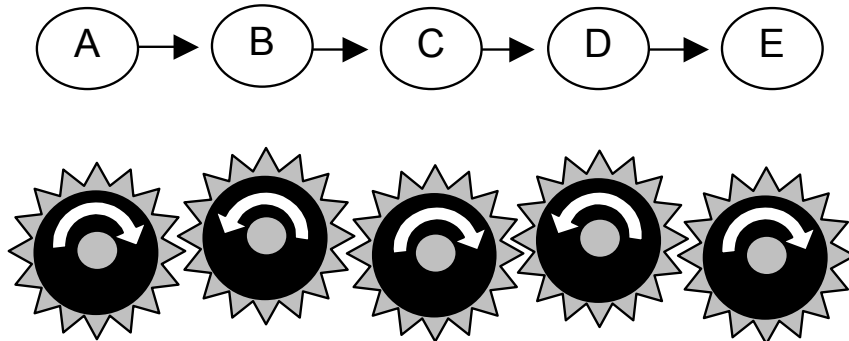
- In einer vorhersagbaren Umwelt, die sich wenig ändert, bewährt sich diese Strategie am besten.
- Spezialisierung und Experten-Know-how sind immer wichtige Erfolgsfaktoren.
- Klare und einfache Umsetzung von Planungsergebnissen.
- Steuerung mit den Kopf.

Nachteile

- In einer turbulenten, chaotischen, nicht vorhersehbaren Umwelt nicht flexibel und anpassungsfähig.
- Auch in bürokratisch geführten Organisationen gibt es informelle Kommunikationswege, die jedoch mangels theoretischer Konzepte ignoriert werden müssen oder bekämpft werden. Das Taylor-Modell ist daher nur ein Idealmodell, welches sich in der Realität nur annähernd verwirklichen lässt.
- Die Trennung von Entscheiden und Handeln führt zu Implementierungsballast. Entscheidungen des Managements wirken falsch, unverständlich, nicht nach-vollziehbar.
- Rückkopplungsprozesse werden langsam und unflexibel. Die Spezialisten brauchen Schnittstellen zu den Spezialisten anderer Abteilungen (Sitzungen ohne Ende). Sie kämpfen zunehmend gegen einen Ballast von Schnittstellen – sie sprechen verschiedene Sprachen und haben zu unterschiedliche Erfolgsvorstellungen.
- Wichtige Informationen breiten sich zu langsam aus. Oft bleiben sie auf den Weg nach oben oder unten stecken.
- Die Berührungsflächen zum Markt (zu den Kunden) sind gering. Oft trifft nur das Top-Management die Entscheidungen.
- Die Eigendynamik solcher Systeme ist groß. Sie sind häufig in Erlässen und Dienstanweisungen gefangen und beschäftigen sich mehr mit sich als mit den Kunden.
- In Problemsituationen kommt es häufig zu steigender Eigendynamik, bis hin zu Ausbruchversuchen in wilden Aktionismus. Die Folge ist eine Verschärfung der Problemlage.
- Die Bürokratie neigt dazu, gesetzgeberhaft Regeln für alles aufzustellen und lähmt sich damit selbst.
- Übertriebener Glaube an mathematische Optimierungsverfahren.
- Mangelnde Prognosesicherheit.
- Nicht adäquate Abbildung von Prozessen.
- Nichtausnutzung menschlicher Talente in automatisierten Abläufen.

3 Feedbacksysteme – Nichtlinearität

Mechanik



Lineales System

3.1 Positives Feedback



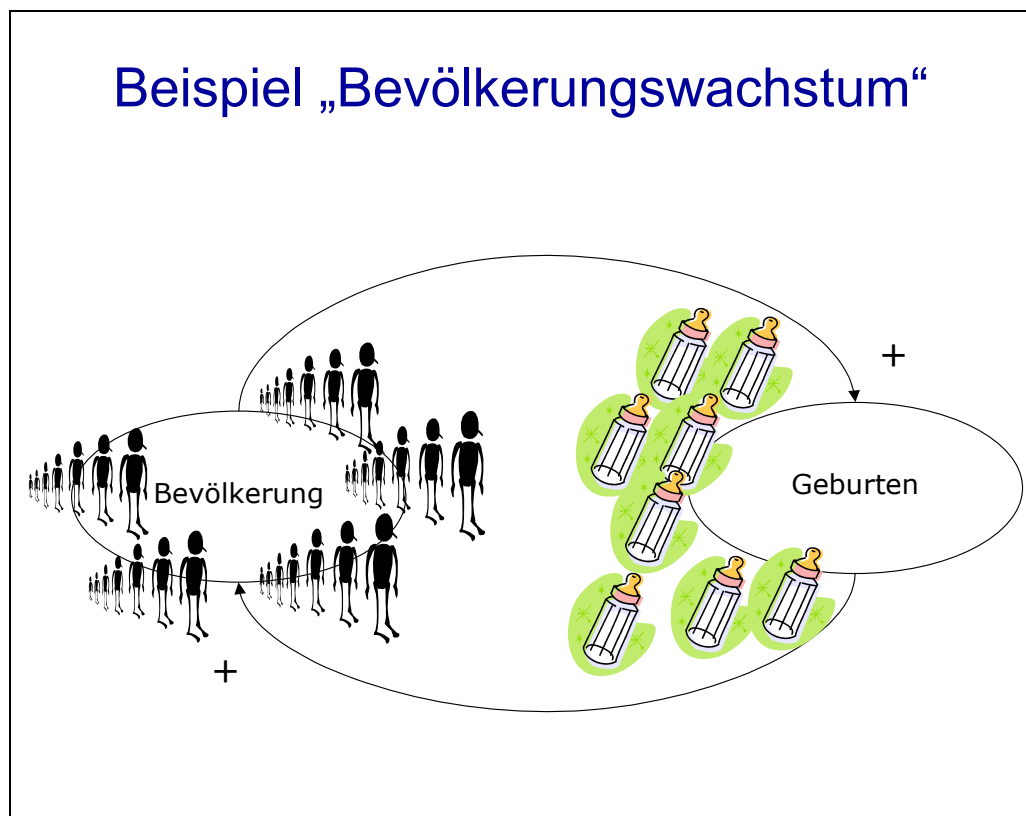
Verstärkungsschleifen



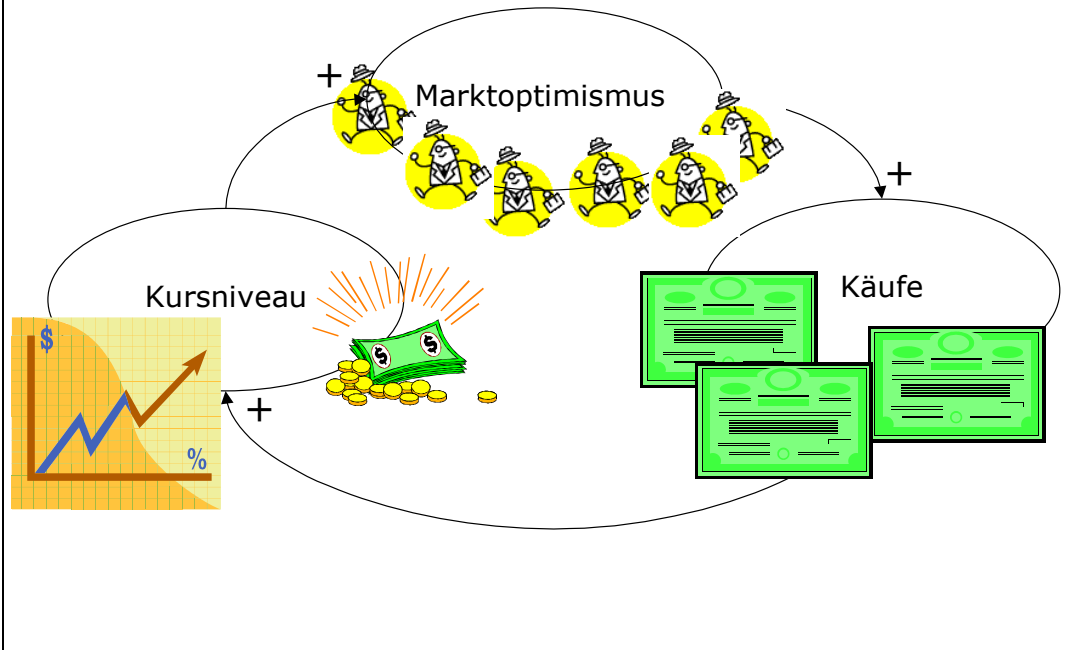
Bei Verstärkungsprozessen wird jede auftretende Bewegung verstärkt und erzeugt eine noch stärkere Bewegung in dieselbe Richtung.

Positive Rückkopplungsprozesse

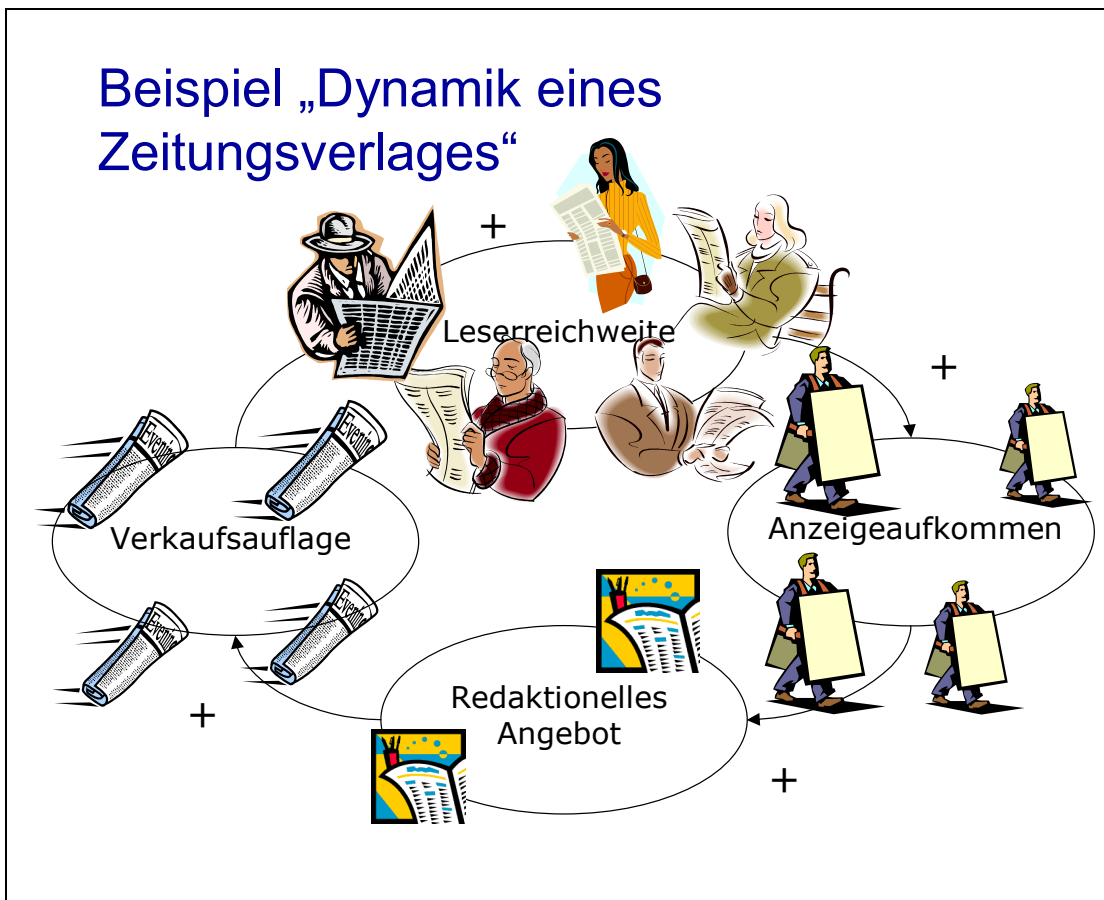
- Wirkung und Rückwirkung verstärken einander gegenseitig.
- Führen zu einer Explosion nach oben oder unten.
- Beispiele: Zinseszins und Schneeballeffekte, Lohn-Preis-Spirale, Bankkräche.



Beispiel „Börseboom“



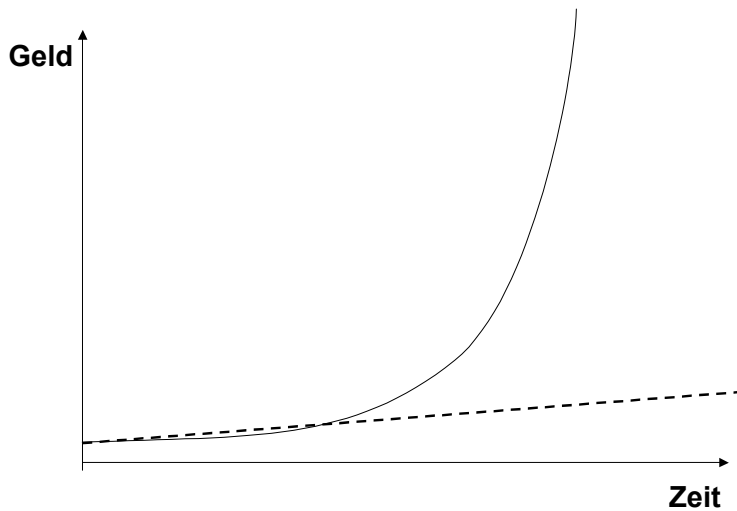
Beispiel „Dynamik eines Zeitungsverlages“



Josef-Pfennig – Josef-Cent

Wenn Josef zu Jesu Geburt **einen Cent** zu 5% Zinsen angelegt hätte, wie hätte sich dieser Geldbetrag bis zum Jahre 2007 entwickelt?

Zeitliche Entwicklung



Reiskorn

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

Teufelskreis / Engelskreis

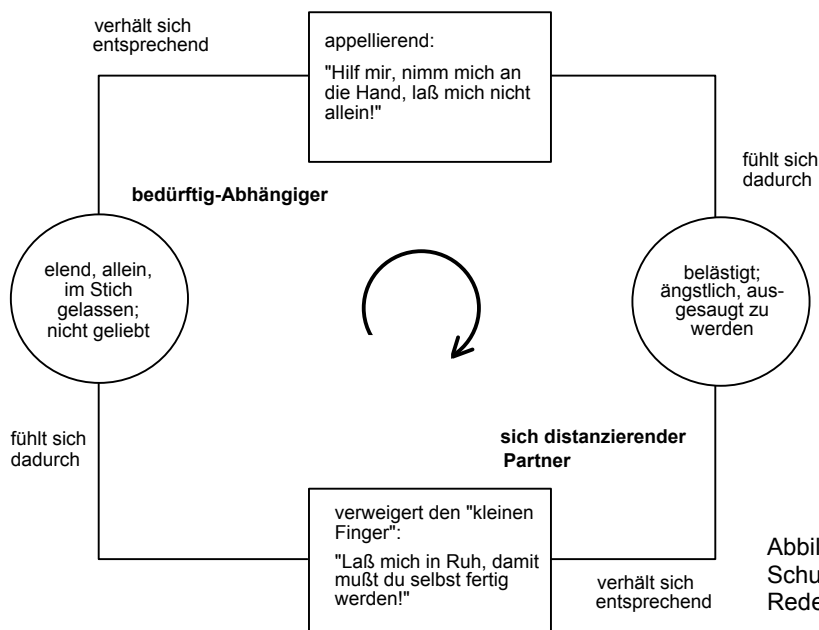


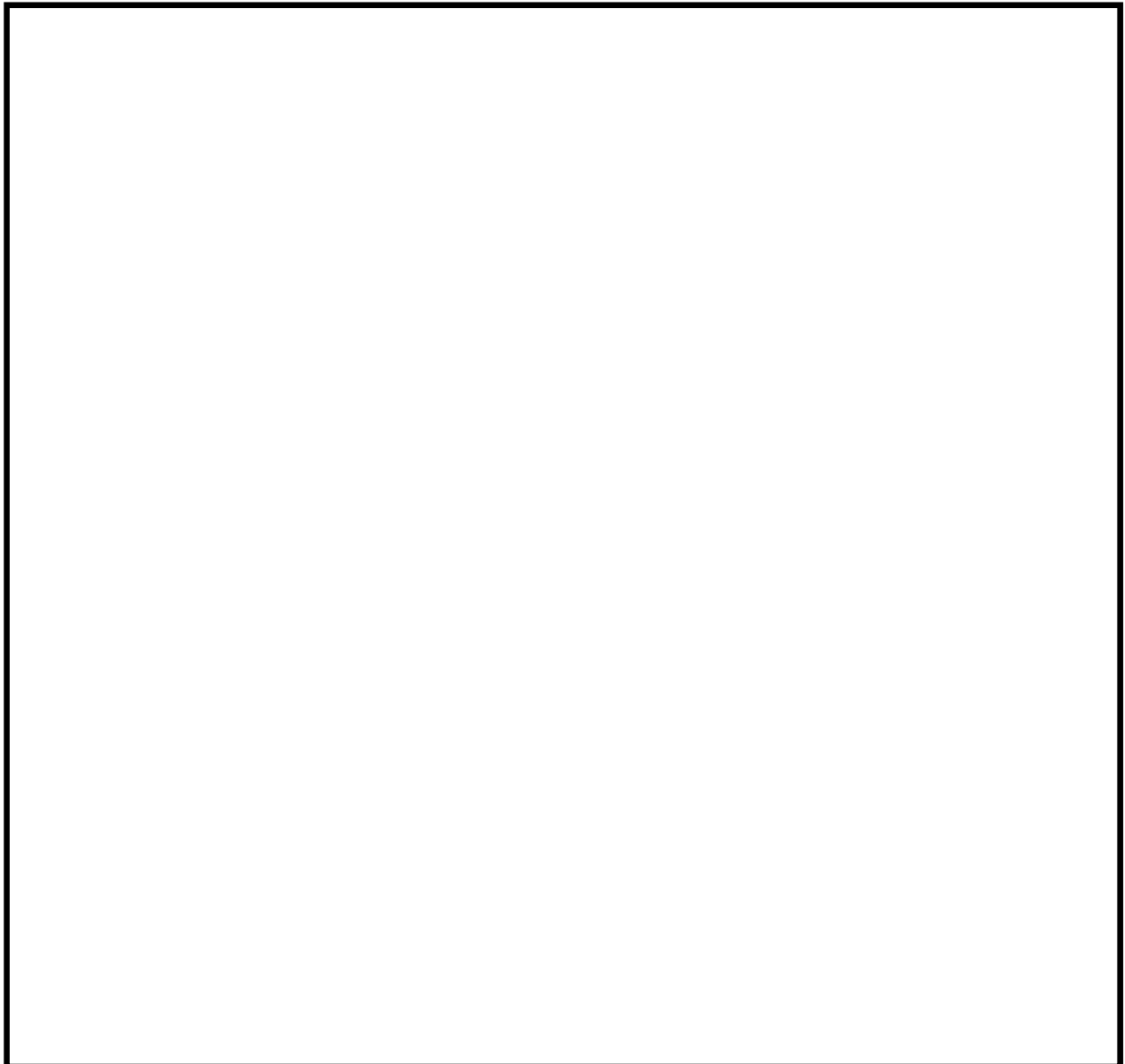
Abbildung aus:
Schulz von Thun (1989) Miteinander Reden 2. rororo. S. 69

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.

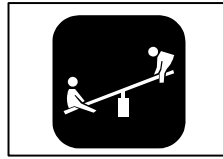
1. Wenn die Seerosen den ganzen Teich nach 50 Tagen bedecken, an welchem Tag ist dann der Teich halb überwuchert?
2. Die Frösche haben eine Methode, wie sie das Wachstum der Seerosen aufhalten können, aber es dauert zehn Tage, bis sie die Maßnahme umsetzen können. Wie viel der Wasseroberfläche ist an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

Wasseroberfläche



3.2 Negatives Feedback

Gleichgewichtsschleifen



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

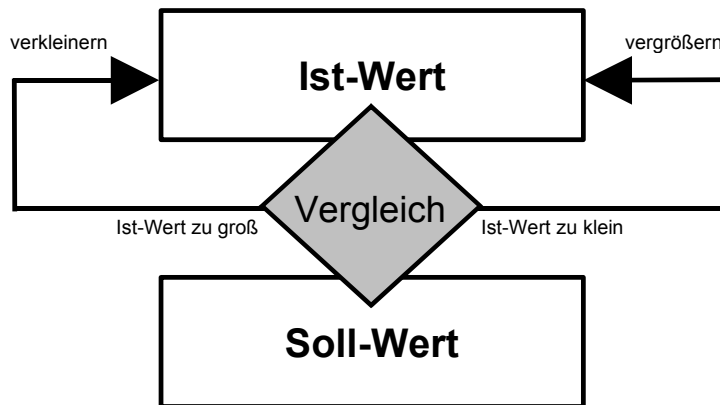
Fliehkraftregulierung



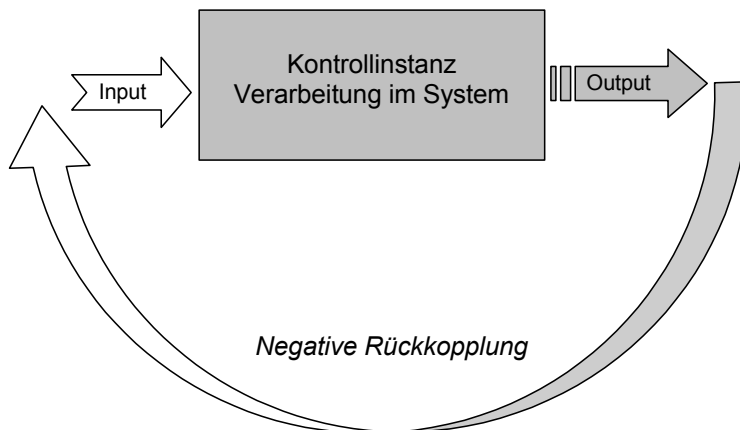
Die Wurzel aus a

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

Kybernetik



Regelkreis I



Ein Regelkreis ist ein nichtlineales System

Regelkreis - Potentiallandschaft

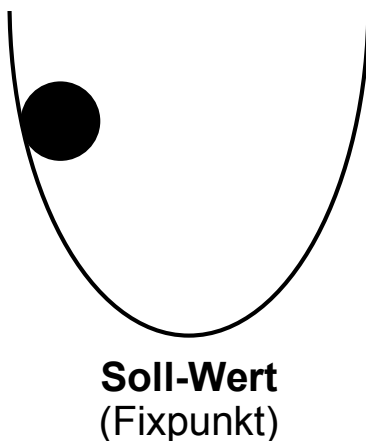


Abbildung aus:
Strunk & Schiepek (2006) Systemische
Psychologie. Spektrum Akademischer
Verlag

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.

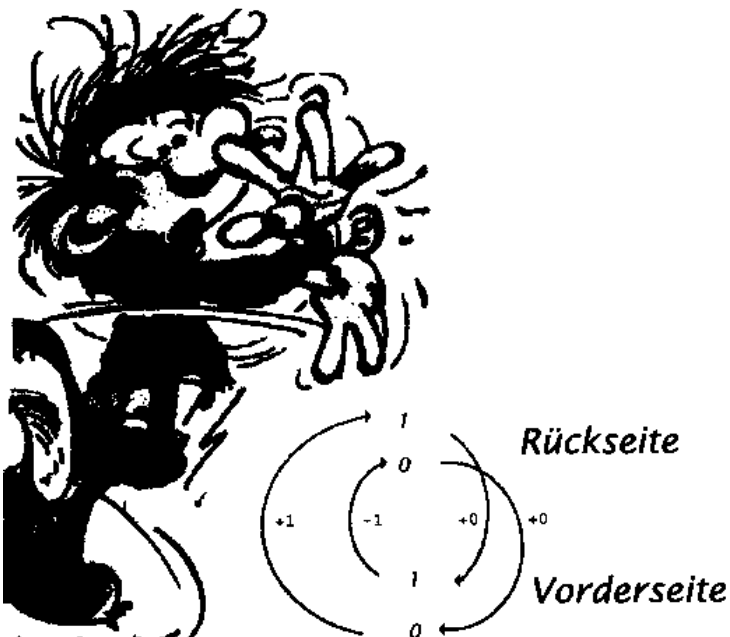
Nun habe ich auf der anderen Seite nicht selten auch Arbeiter und Arbeiterinnen gefunden, die, wie es dem Außenstehenden erscheinen musste, eigentlich wirklich interessante und abwechslungsreiche Arbeit hatten und die dennoch über die langweilige monotone Fabrikarbeit klagten.“
(Münsterberg 1912, S 116f.)

Literatur

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

3.3 Oszillation

Kartenbeispiel

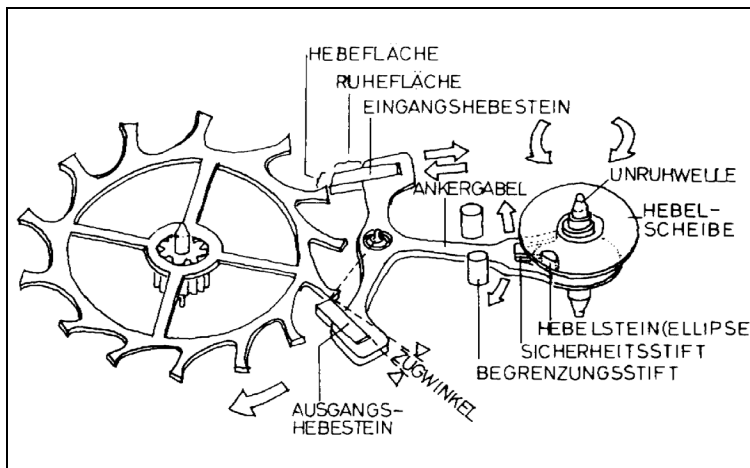


Kartenbeispiel 4

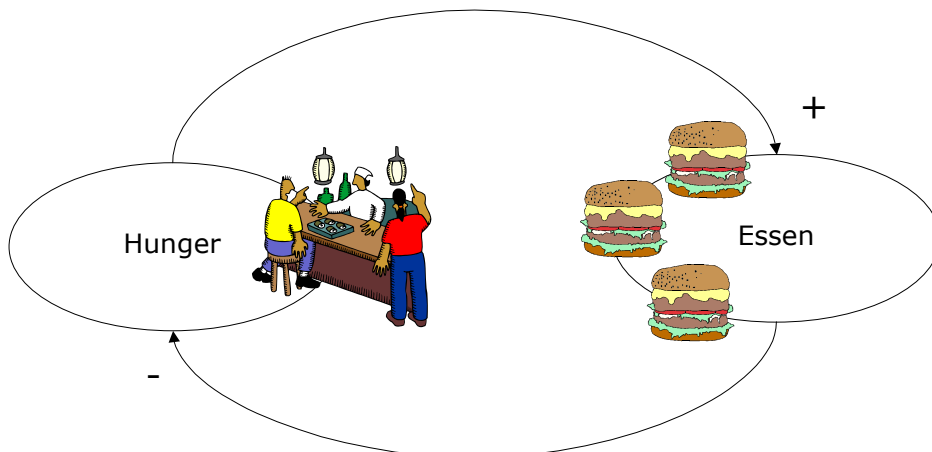


$$x_{n+1} = -x_n + 1$$

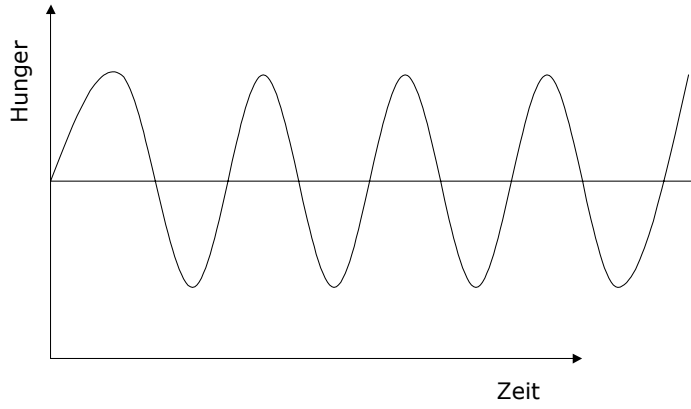
Schwingung – Unruh – Ankerhemmung



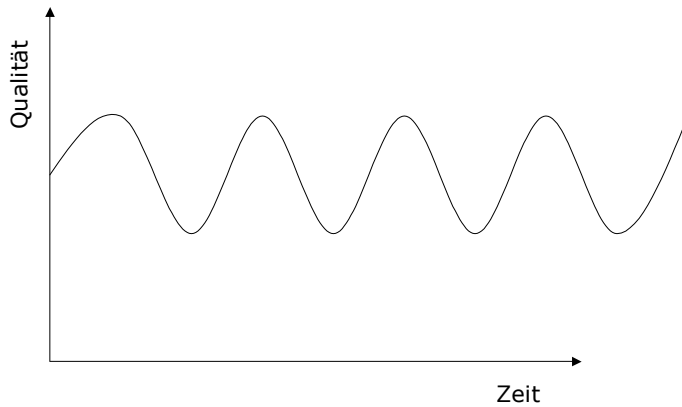
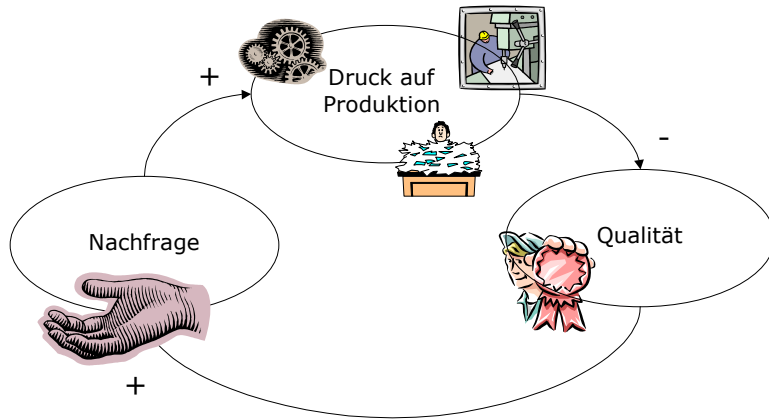
Beispiel „Essen-/Hungerzyklus“



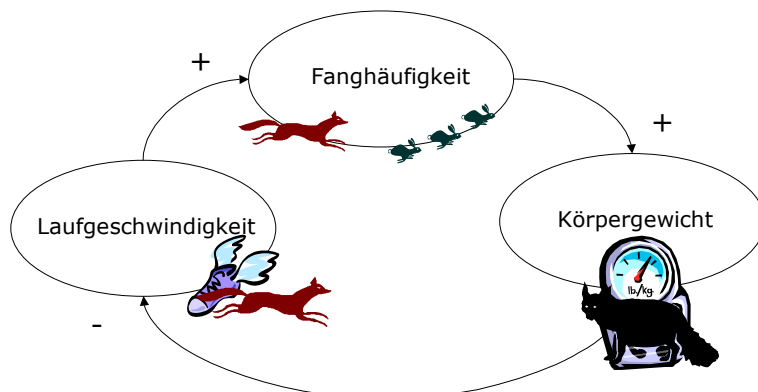
Beispiel „Essen-/Hungerzyklus“



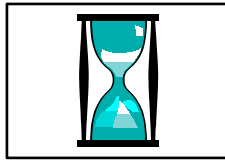
Beispiel „Nachfrage-/Qualitätszyklus“



Beispiel „Wenn die Füchse zu viel fressen“

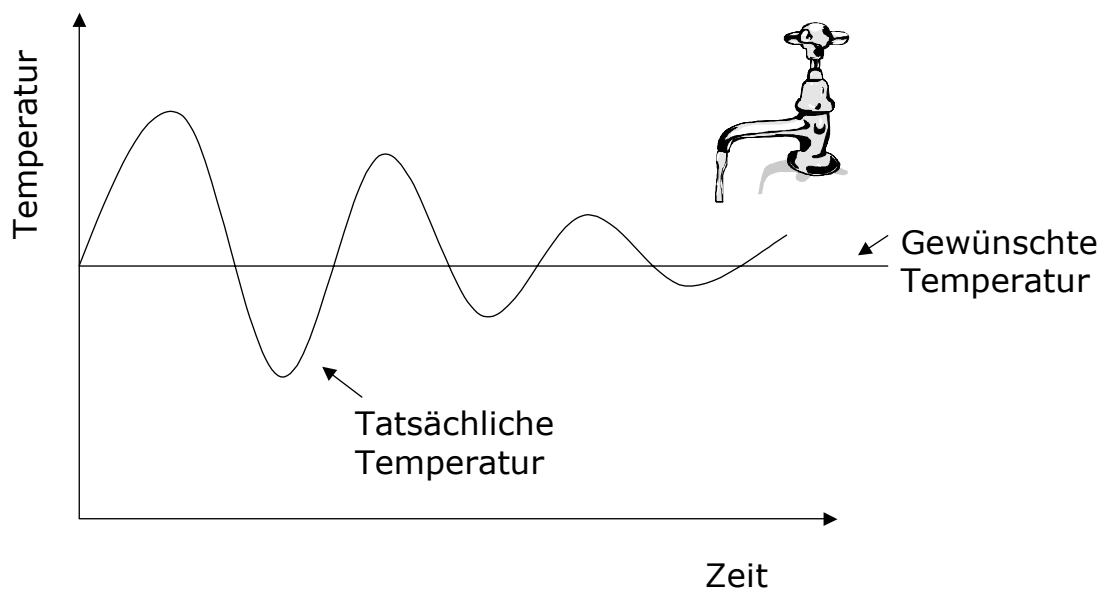


3.4 Verzögerungen

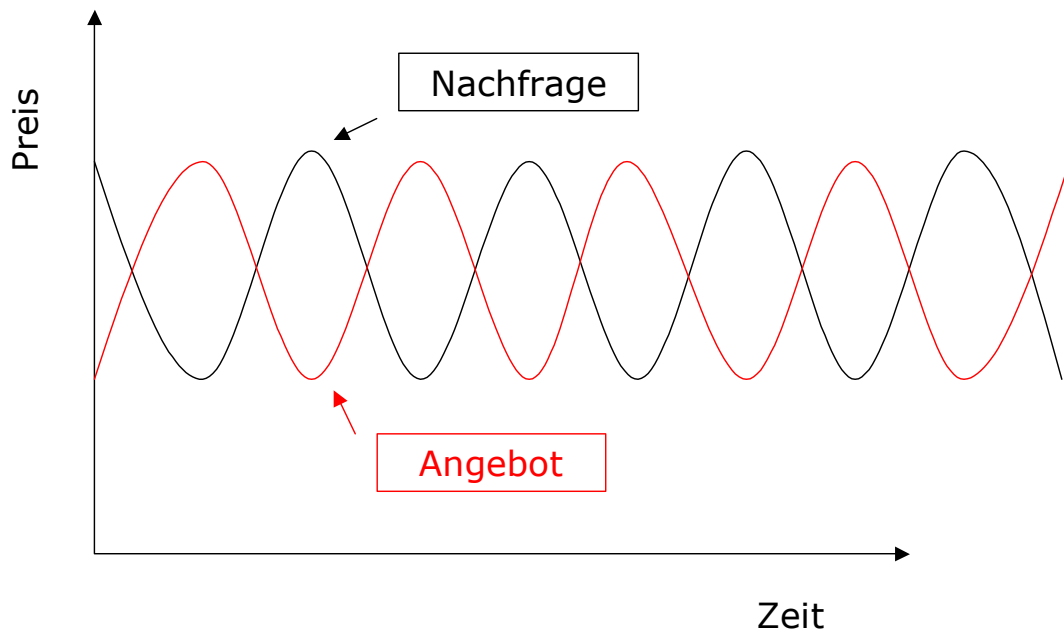
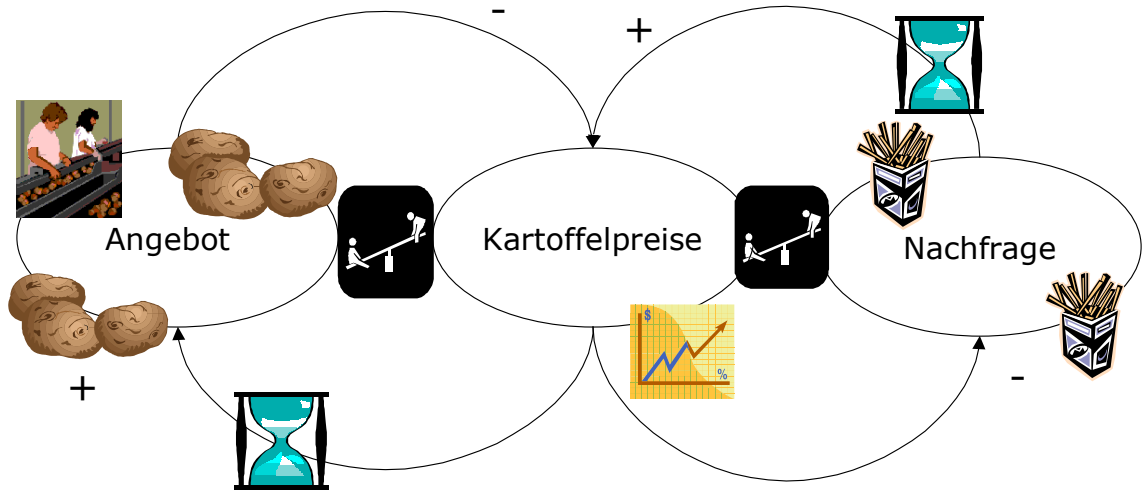


Sowohl bei verstärkenden als auch bei kompensatorischen Kreisläufen kommt es häufig zu Verzögerungen. Verzögerungen zwischen Handlungen und Konsequenzen verleiten dazu, über das Ziel hinauszuschießen, so dass man mehr tut, als nötig wäre.

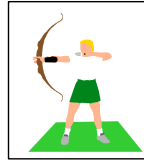
Beispiel „Wassertemperatur bei einem alten Wasserhahn“



Beispiel „Angebot-/Nachfragezyklen“

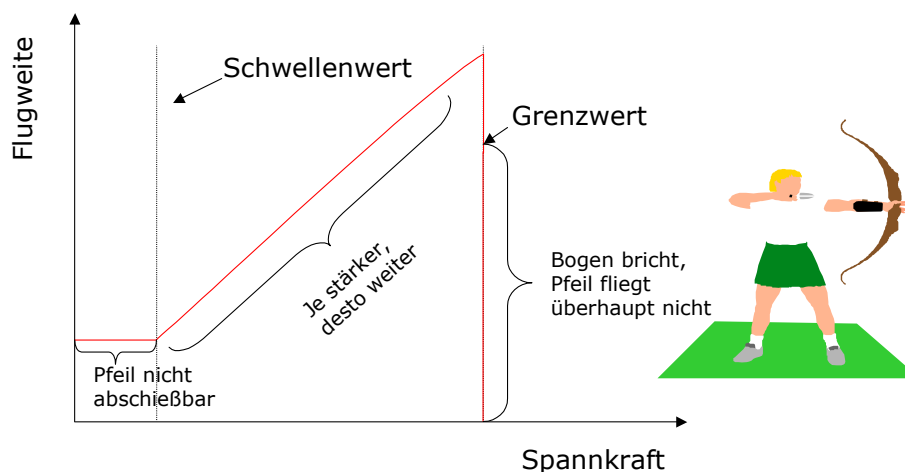


3.5 Grenz- und Schwellenwerte



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.

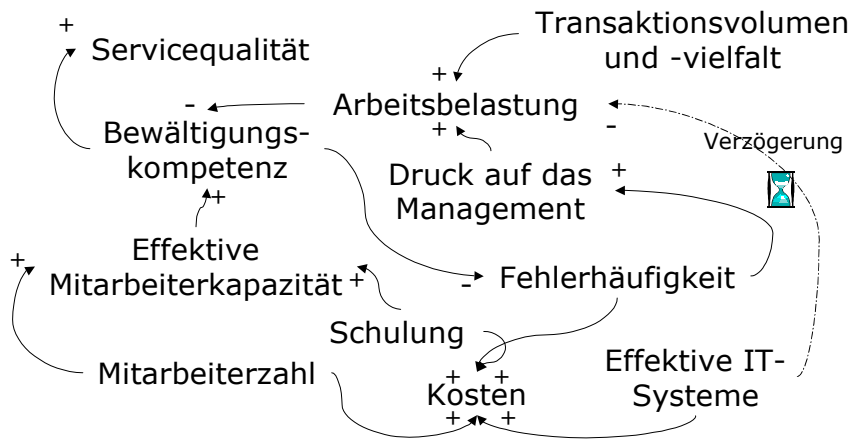
Dennoch...

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

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

4 Analyse komplexer Systeme – Archetypen vereinfachen Systeme

Dilemma im Wirkdiagramm



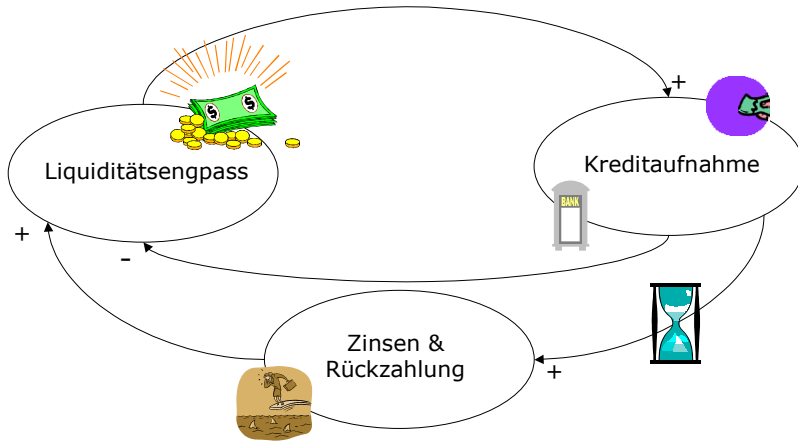
Archetypen

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

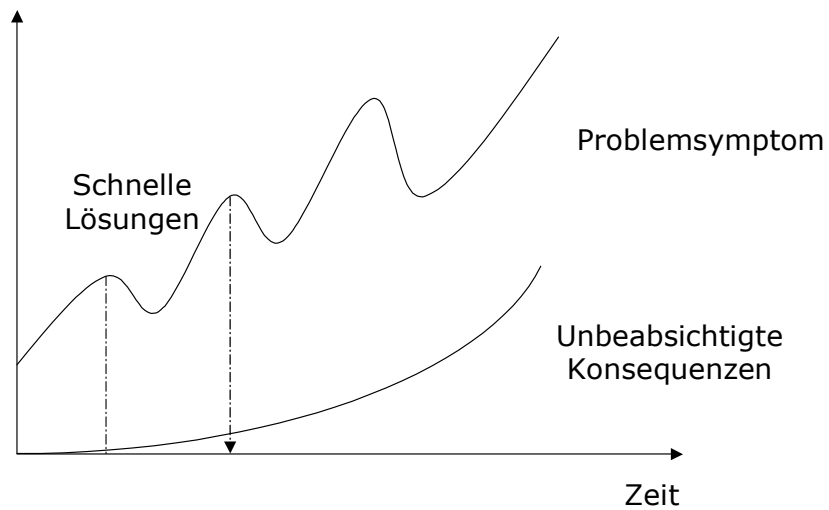
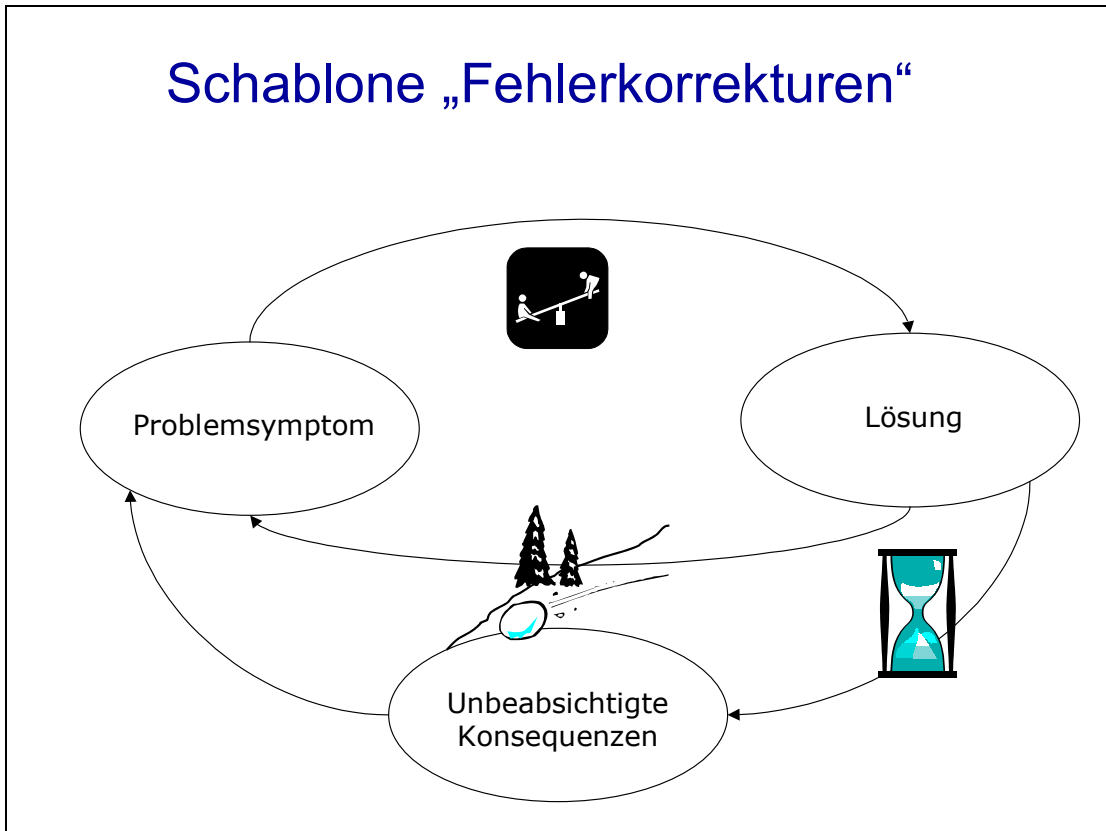
4.1 Archetypus 1: Fehlerkorrekturen

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 „Liquiditätsengpass“



Schablone „Fehlerkorrekturen“

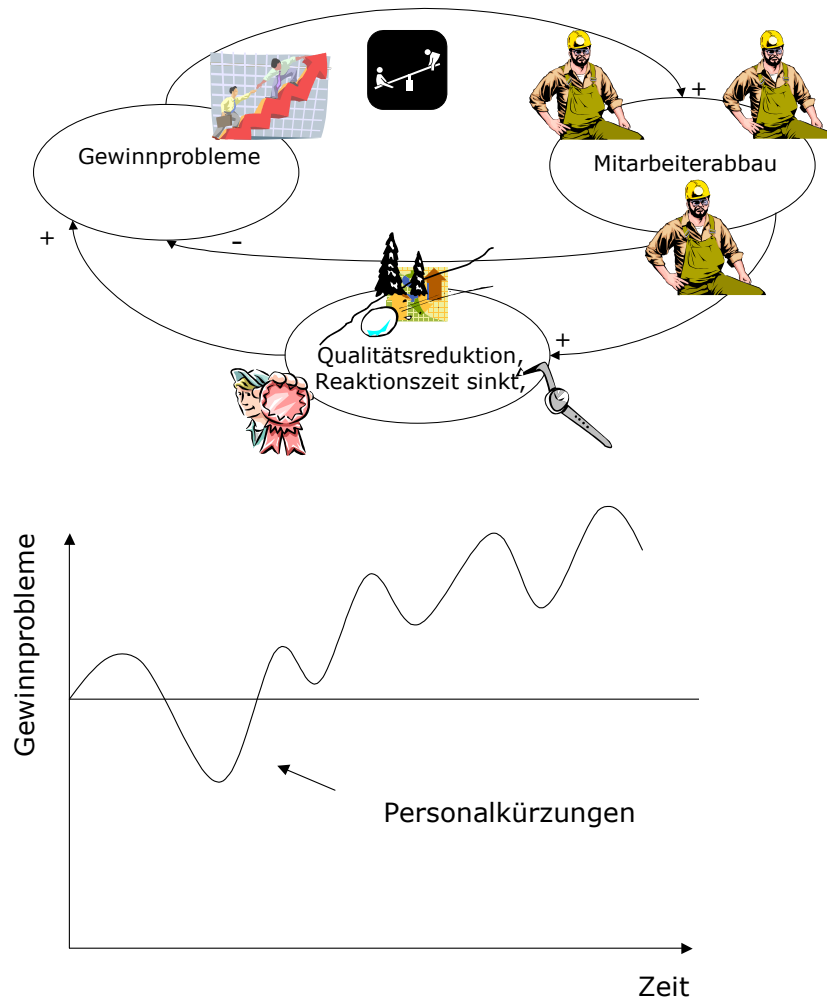


Beispiel: „Downsizing“

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?

4.2 Archetypus 2: Grenzen des Wachstums

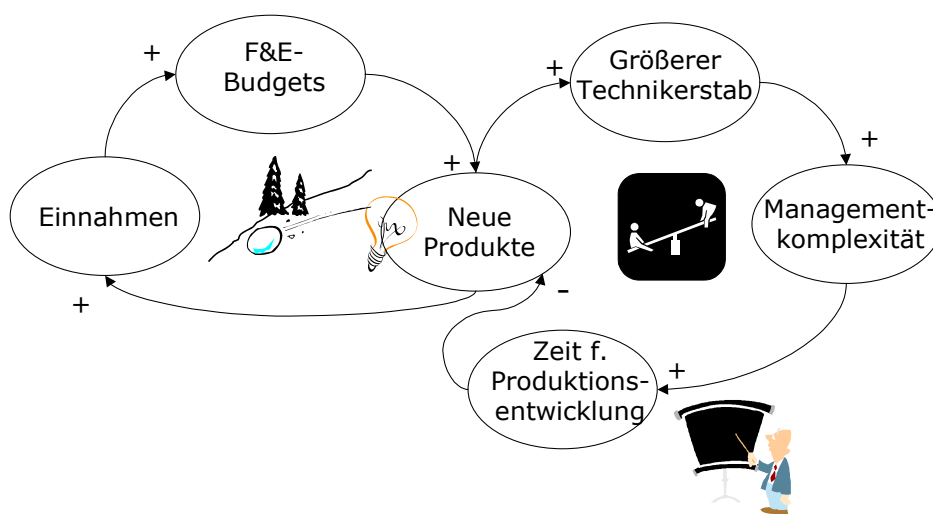
Ein Prozess verstärkt sich selbst und führt zu einer Phase der Wachstumsbeschleunigung.

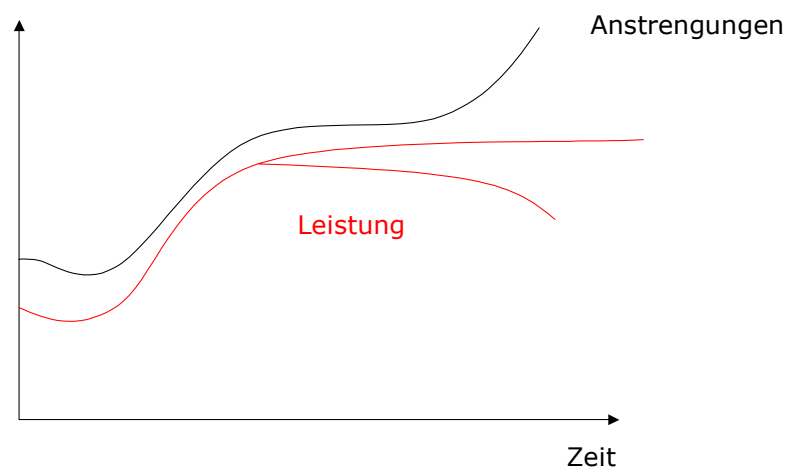
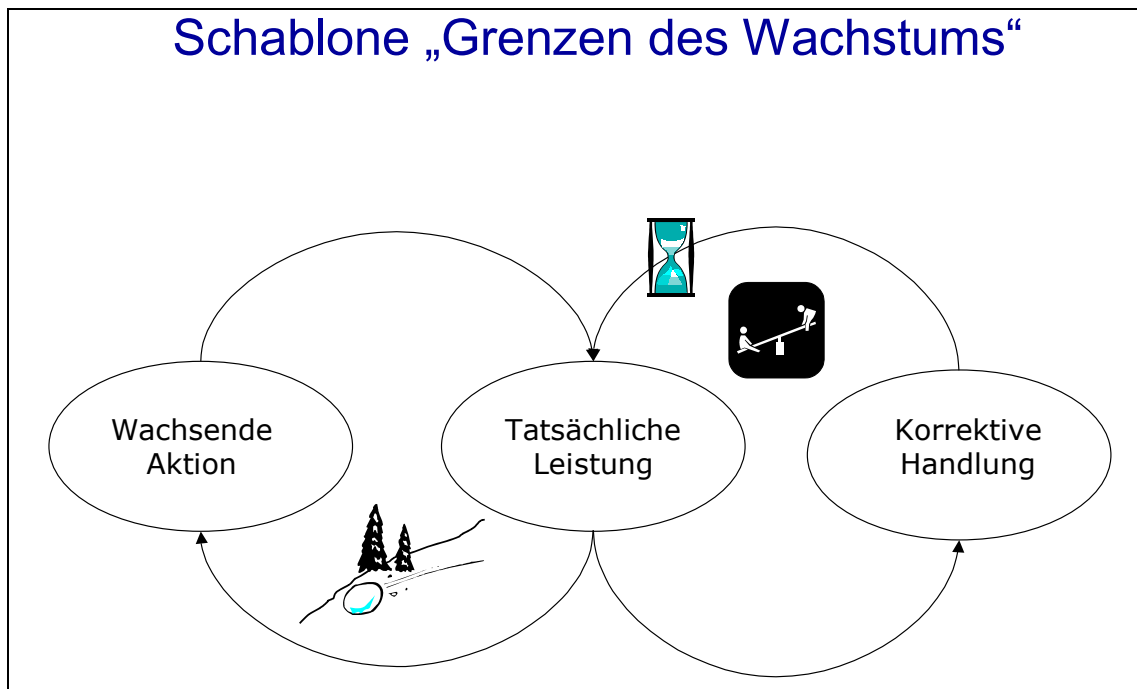
Dann verlangsamt sich das Wachstum, es kommt schließlich zu einem Stillstand bzw. einem Rückgang.

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.

Beispiel „Produktinnovation“





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

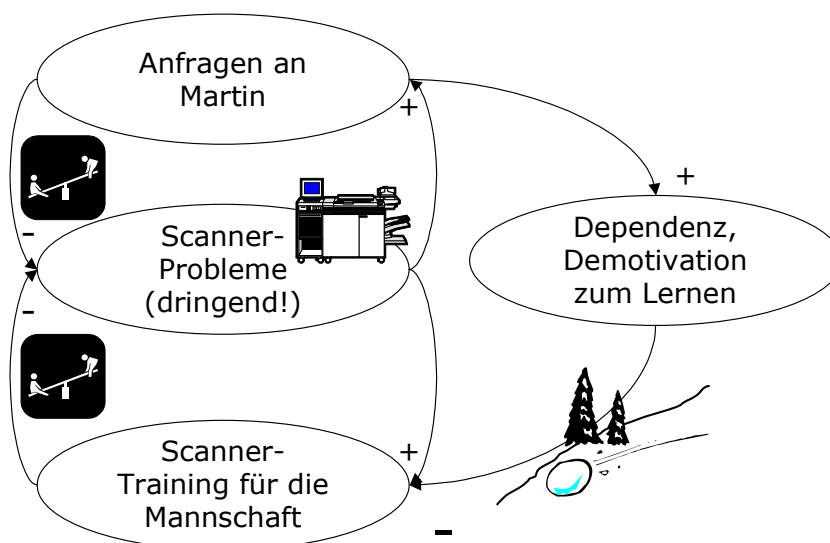
Man wendet eine kurzfristige symptomatische „Lösung“ an, um ein Problem zu korrigieren, was anscheinend eine sofortige Verbesserung bewirkt.

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

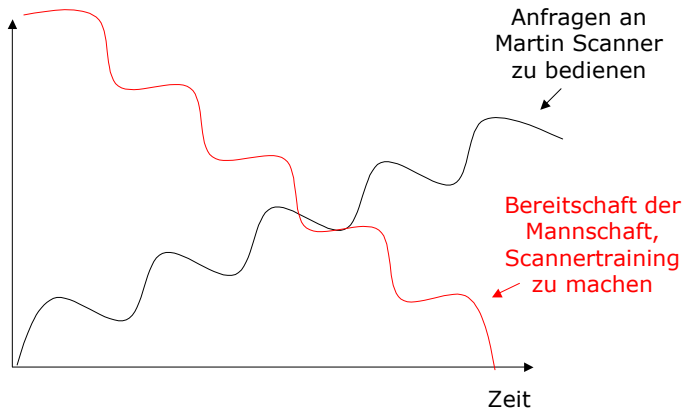
Beispiel: „Der neue Blueprint-Scanner“

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.

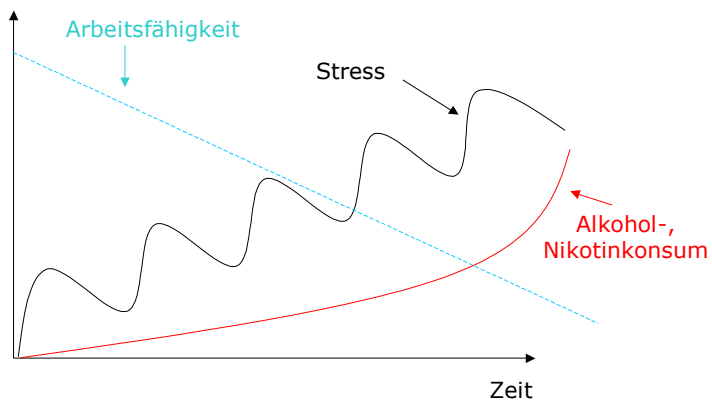
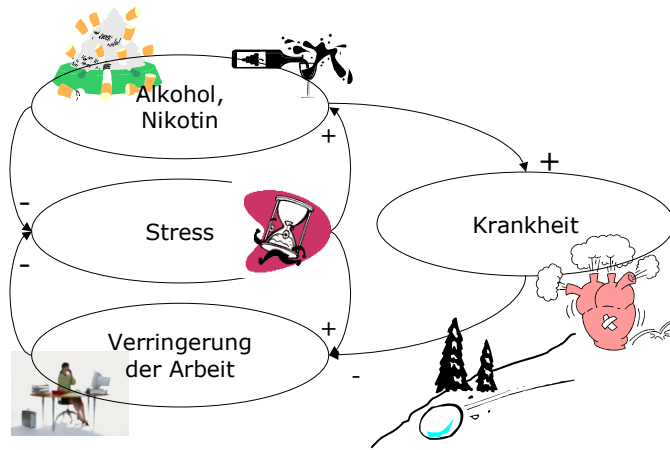
Beispiel „Der neue Blueprint-Scanner“

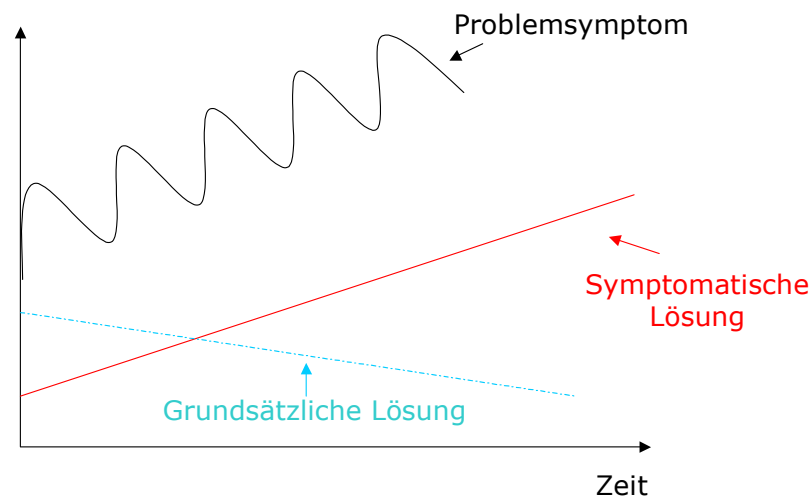
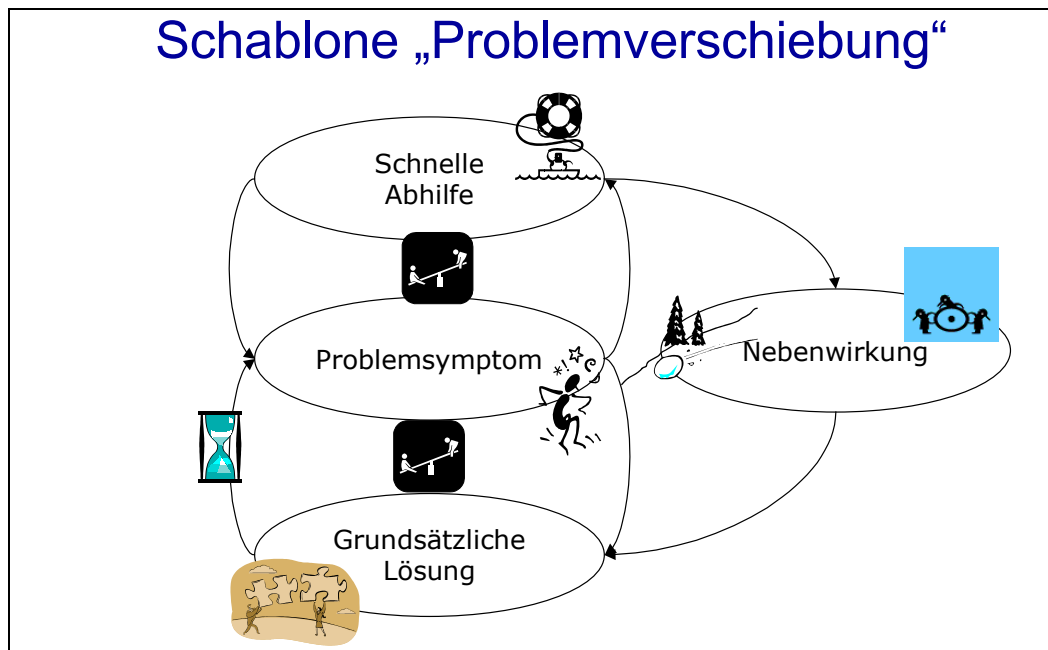


Beispiel „Der neue Blueprint-Scanner“



Beispiel „Stressprobleme“



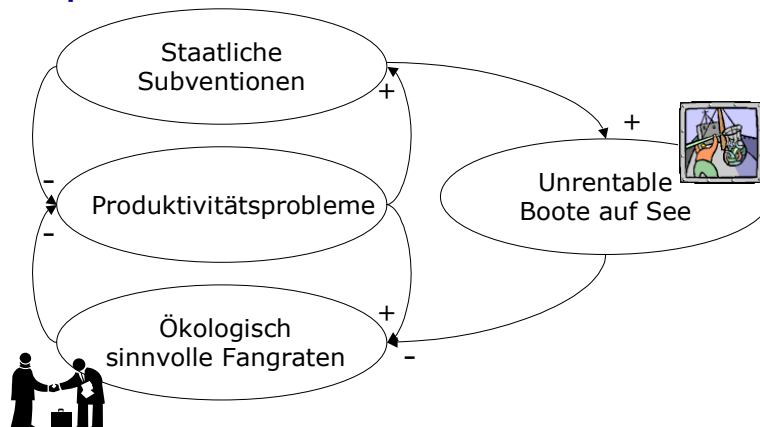


Beispiel: „Fischindustrie“

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 entlegene 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

Beispiel „Fischindustrie“

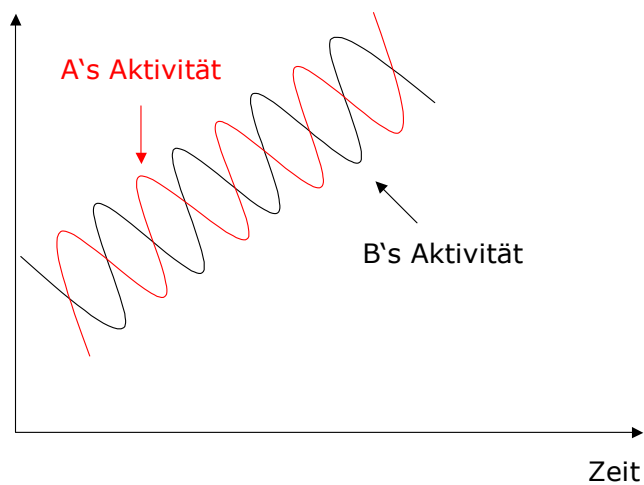
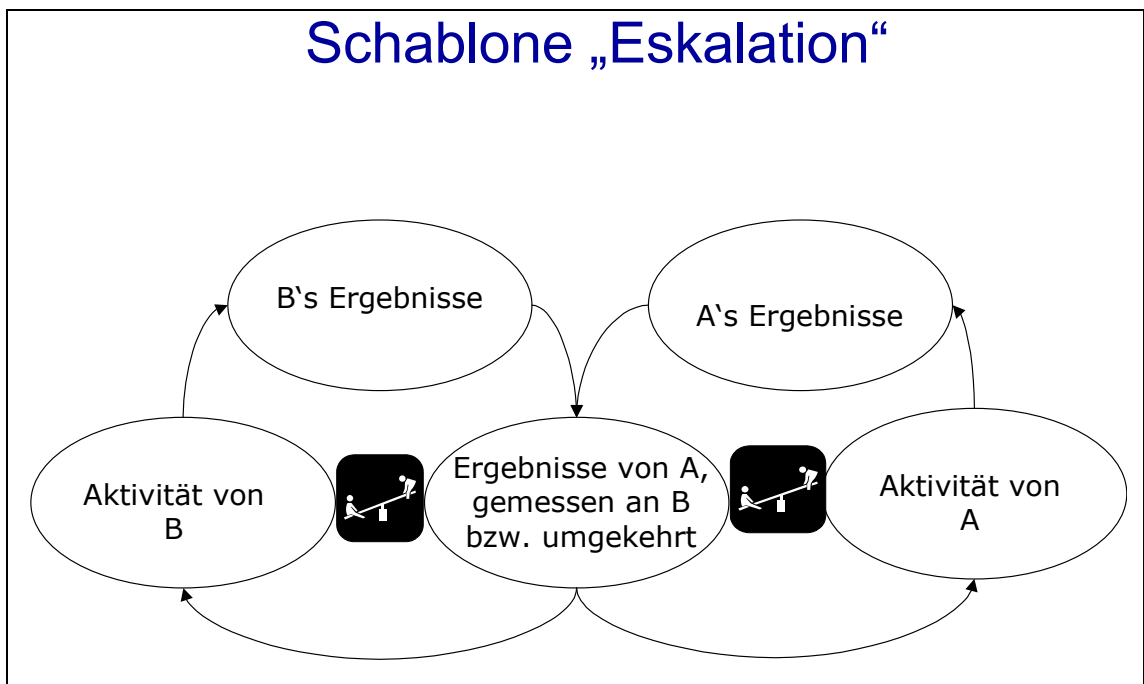


Strategien für eine Situation der Problemverschiebung

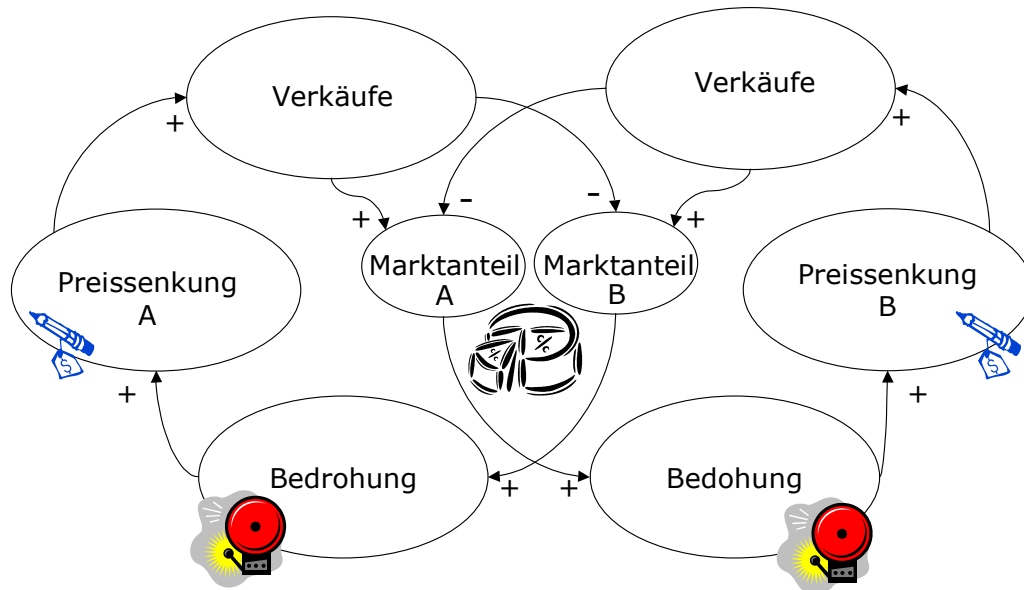
- Fragen Sie sich, was ist das eigentliche Problemsymptom, das sie bekämpfen wollen? Welche Lösungen habe ich ausprobiert? Was waren die unerwarteten Folgen?
- Welche alternativen Lösungen hätten Sie anwenden können? Hätte diese Lösung zu einer grundsätzlichen Lösung des Problems geführt?

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.



Beispiel „Preiskämpfe zwischen zwei Unternehmen“



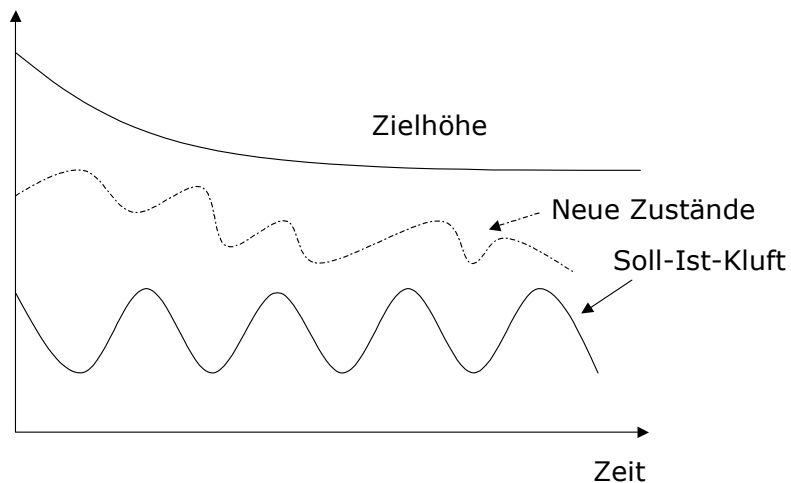
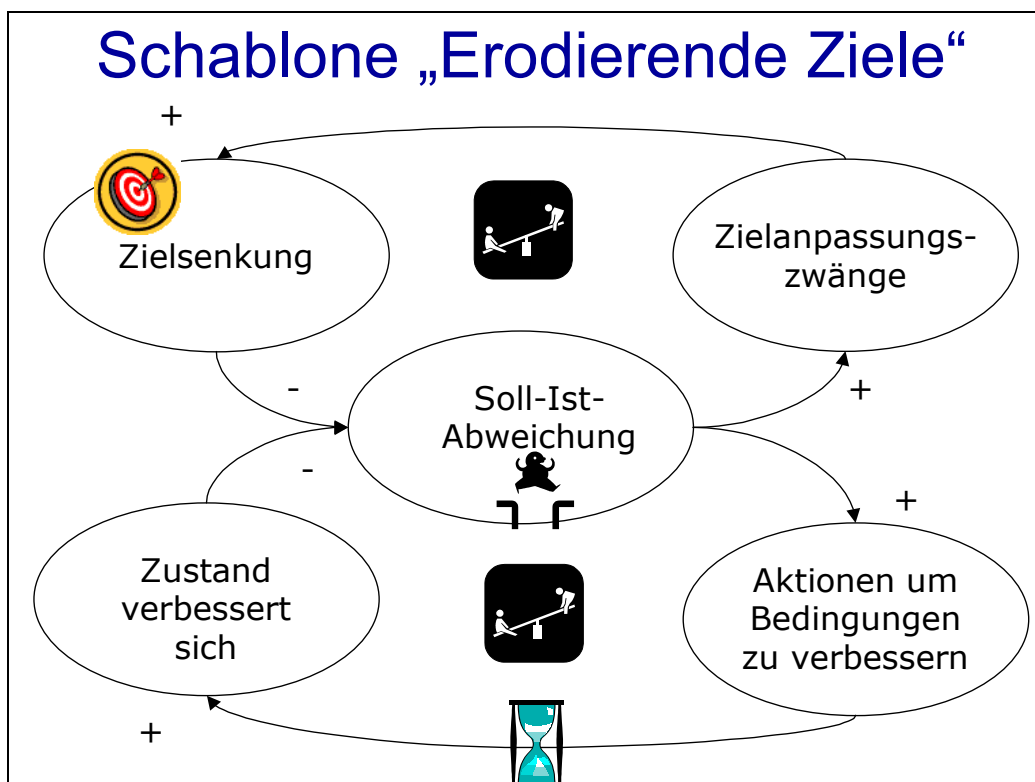
Strategien bei „Eskalation“

- 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.



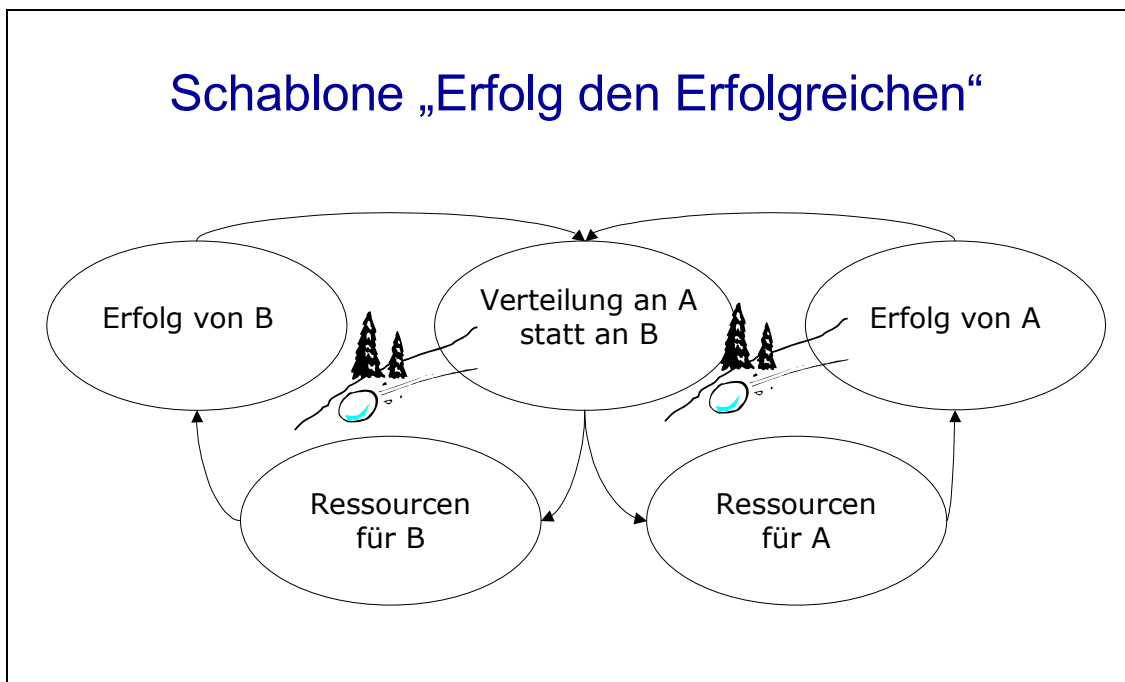
Strategien bei „Erodierenden Zielen“

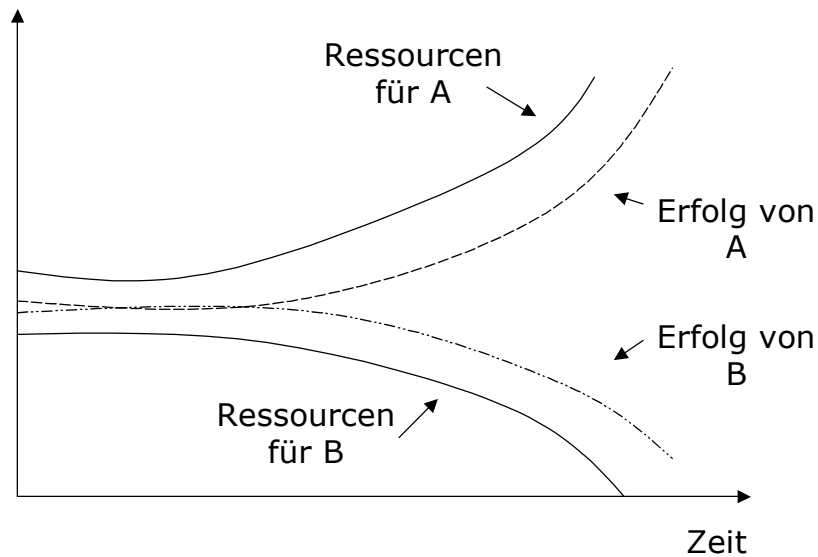
- Sinkende Qualität ist ein Zeichen, dass Prozesse erodierender Ziele am Werk sind. („Wir werden es schon überleben, wenn wir einmal nicht so genau hinschauen.“)
- Wehret den Anfängen: An Visionen, Zielen festhalten.
- Klären Sie die Frage, welche Determinanten bestimmen die Zielhöhe (von außen kommende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

4.6 Archetypus 6: Erfolg den Erfolgreichen

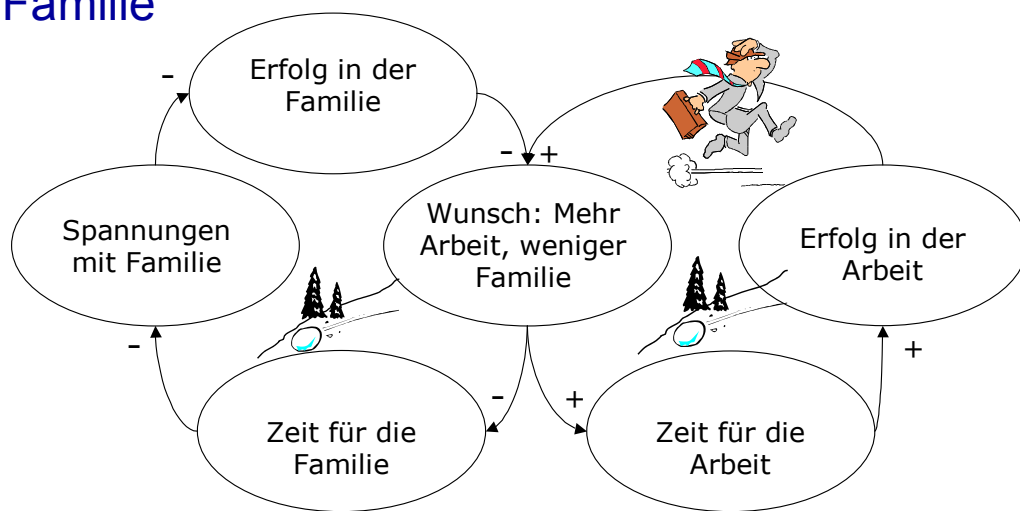
Zwei Aktivitäten konkurrieren um begrenzte Unterstützung oder Ressourcen. Je erfolgreicher eine wird, umso mehr erhält sie und um so mehr wird der anderen entzogen.

Schablone „Erfolg den Erfolgreichen“





Beispiel „Balance zwischen Beruf und Familie“



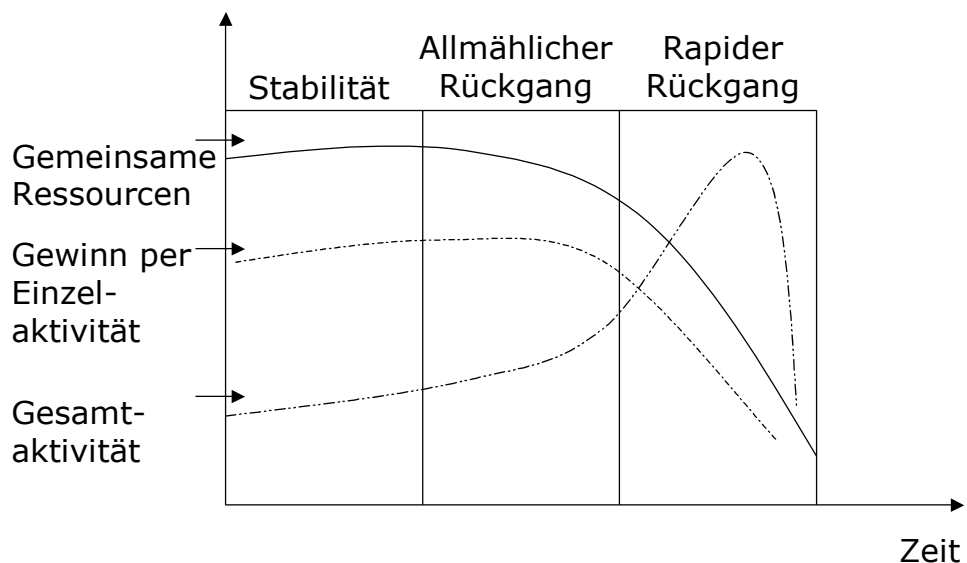
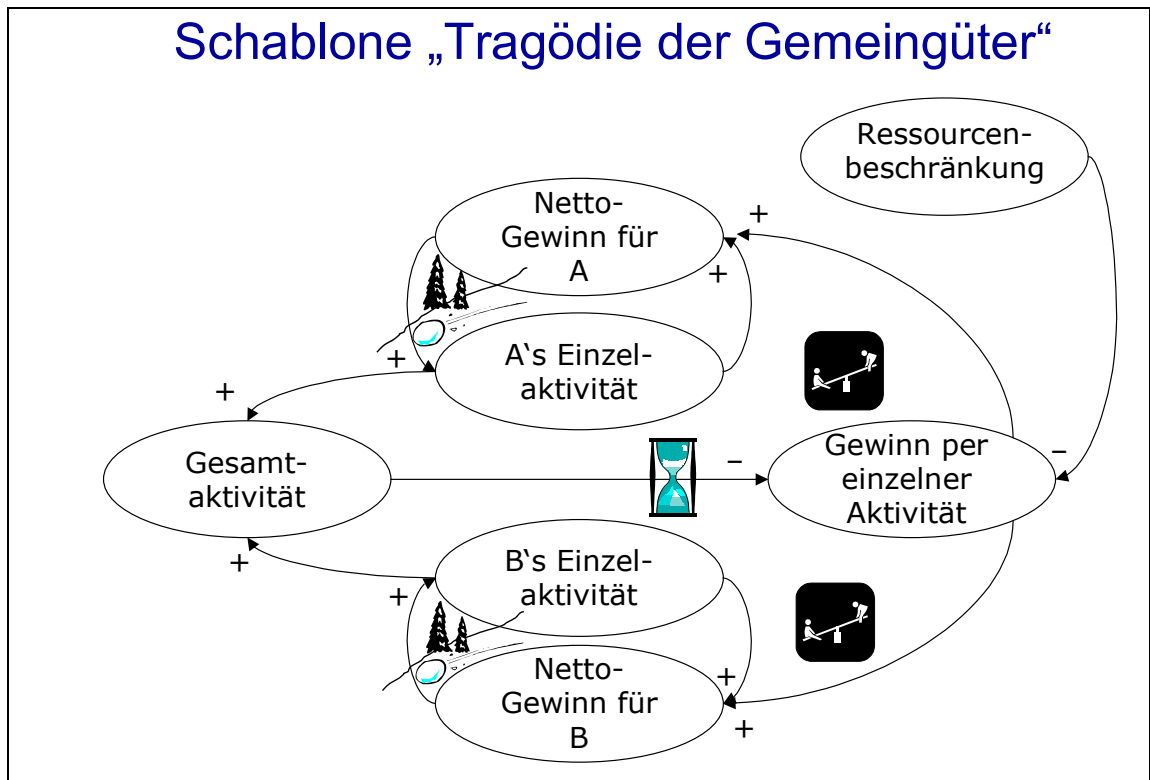
Strategien für „Erfolg den Erfolgreichen“

- 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.

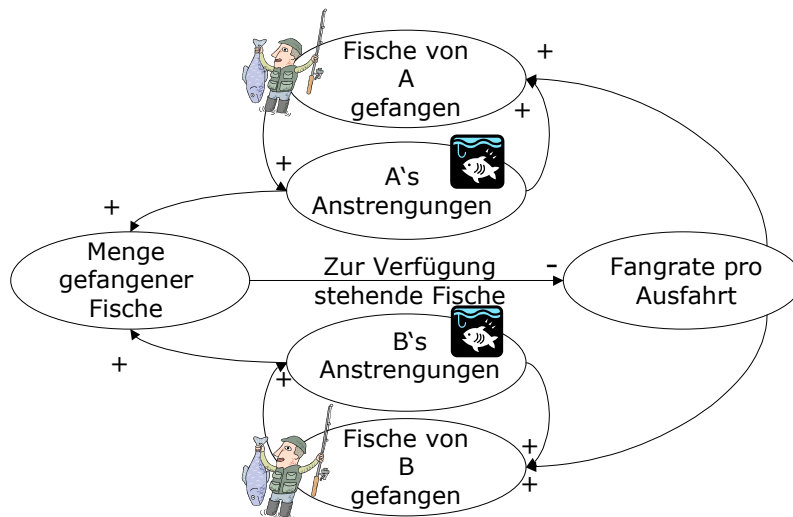
4.7 Archetypus 7: Tragödie der Gemeingüter

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“



Beispiel „Fischereiflotte“



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.

5 Deterministisches Chaos



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

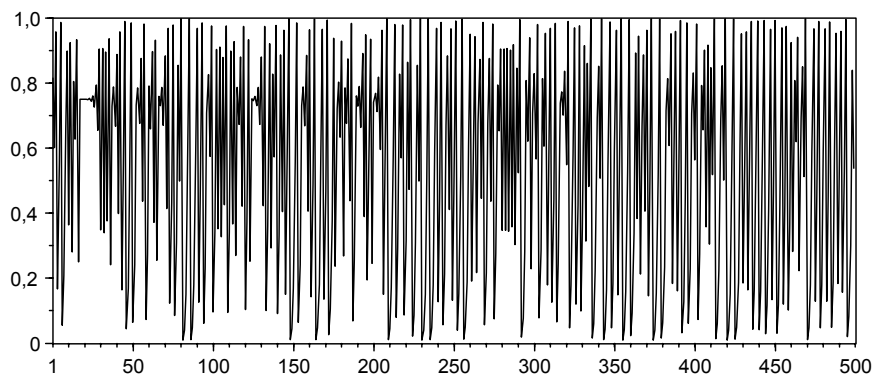
Verhulst-System

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

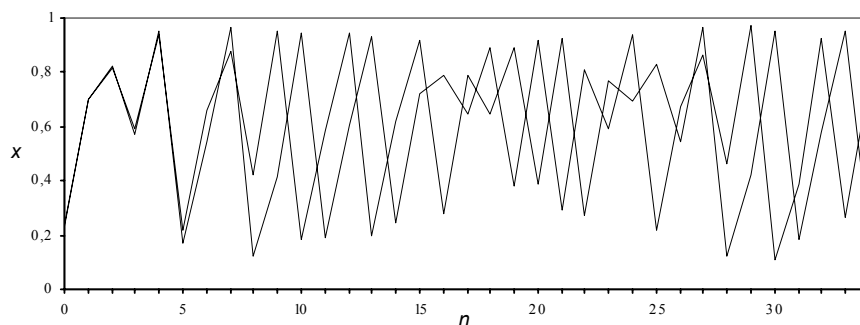
Verhulst-System

Sehr gute Lebensbedingungen

$$r = 3,9$$



Schmetterlingseffekt



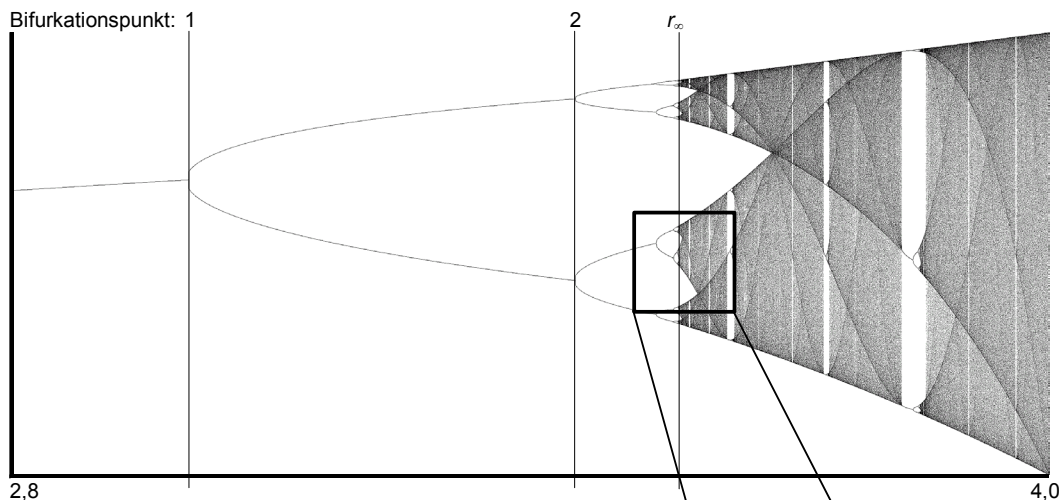
Exponentielles (lawinenartiges)
Fehlerwachstum

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

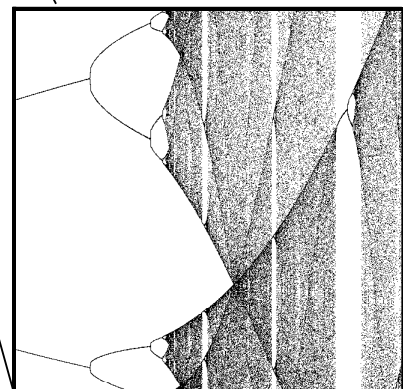
Verschiedene Entwicklungsszenarien für die Verhulst-Gleichung

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

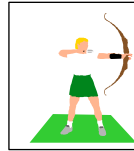
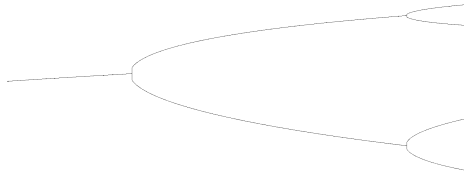
Feigenbaum-Szenario



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

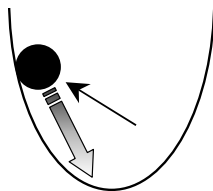


Bifurkation – Phasenübergang



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

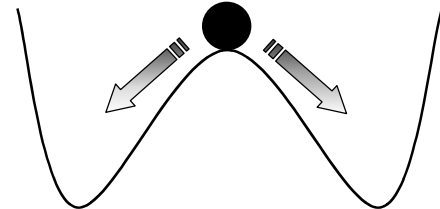
Phasen eines Phasenüberganges



(a) im Attraktor



(b) kritisches
Langsamerwerden

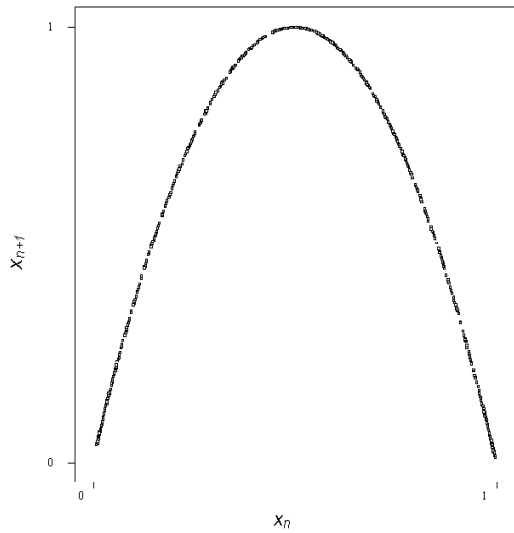


(c) Bifurkationspunkt

Veränderung der Potenziallandschaft bei einer Bifurkation

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

Attraktor des Verhulst-Systems



Edward Lorenz (1963) und das Wetter



Die Wettergleichungen:

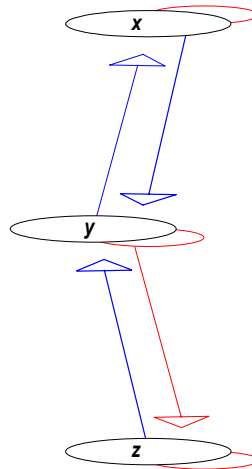
$$\dot{x} = -sx + sy$$

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

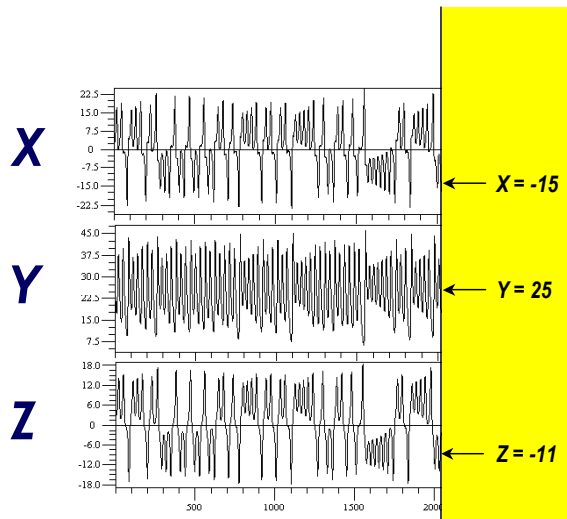
$$\dot{z} = xy - bz$$

Energie (Parameter):

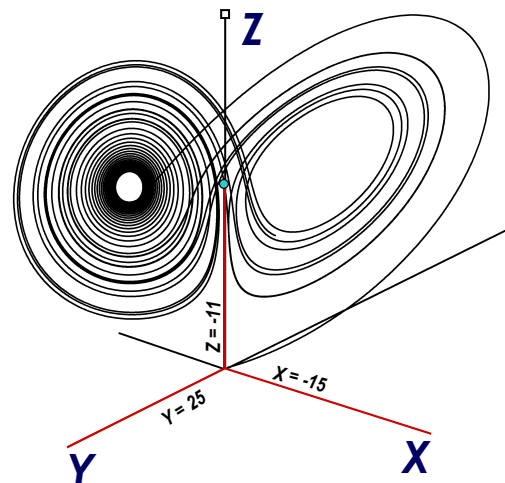
$$r=28, s=10, b=8/3$$



Zeitreihen



Phasenraumdarstellung



Voraussetzungen für Chaos

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

Bedeutung von Chaos

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

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.

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

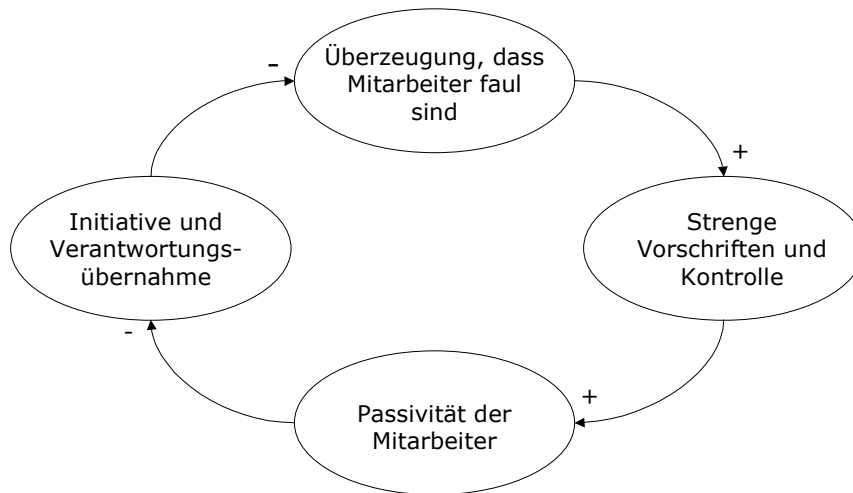


Abbildung nach Kasper & Mühlbacher 2002

Steuerung vs. Selbstorganisation

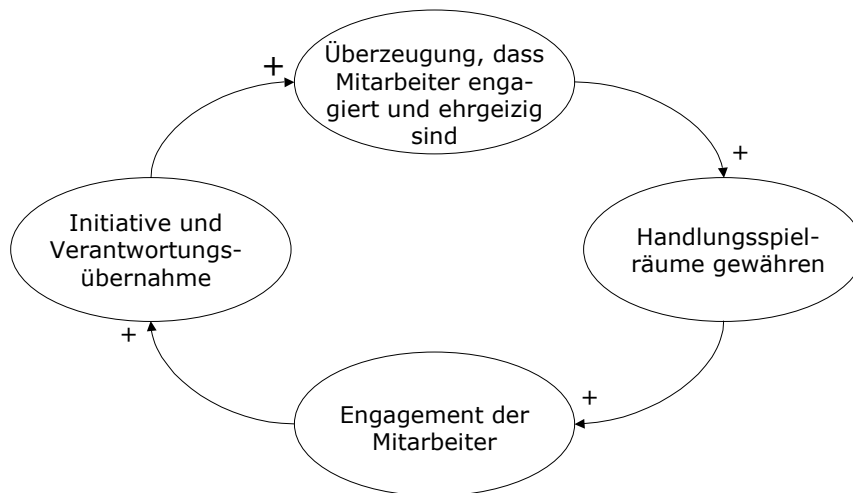


Abbildung nach Kasper & Mühlbacher 2002

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

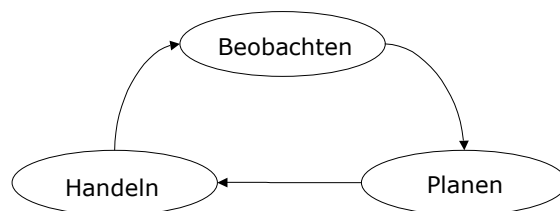
Die Tatsache, dass die Chaostheorie komplexe und anpassungsfähige Systeme in der Natur besser beschreibt als die traditionelle Naturwissenschaft, lässt interessante Impulse für die Steuerung von Unternehmen erwarten. Unternehmen ähneln solchen natürlichen Systemen. Sie sind angewiesen auf hohen Energieaustausch 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:



- **Leistungsanreize.**
Leistungsorientierter Lohn produziert meist nur lohnorientierte Leistungen.
Zu eng gefasste Anreizsysteme verlieren schnell ihren Wert. Gefragt ist eine offene Gestaltung von Anreizen, die der dynamischen Komplexität der Organisation und ihrer Umwelt entspricht.
(Teilautonome Arbeitsgruppen)
- **Dynamik.**
Ein wichtiger Leitsatz könnte lauten: "Es gibt nichts Beständigeres als den Wandel".

6.1 Szenariotechniken

Das größte Problem mathematisch formalisierter Simulationsmodelle ist ihre Anfälligkeit für GIGO-Phänomene (garbage in, garbage out). Dennoch zeigen einige Modelle, wie z.B. das *System Dynamics* Modell, dass zukünftige Entwicklungen zu überraschenden, eventuell sogar bedrohenden Ereignissen führen können. Auch wenn sich diese Vorhersagen nicht immer bestätigen lassen, stellen sie doch plausible und mögliche Entwicklungen dar, für die es sich lohnen könnte gewappnet zu sein. Phänomene des deterministischen Chaos, wie sie bereits aus einfachen nichtlinearen Simulationsmodellen folgen können (vgl. Strunk & Schiepek 2006, S. 94ff.) stellen die Verlässlichkeit langfristiger Prognosen generell in Frage. Damit sind aber alle methodischen Zugänge zur Vorhersage zukünftiger Problemfelder in ihrer prognostischen Validität stark eingeschränkt. Besonders deutlich wurde dies in den 1970er Jahren durch die dramatischen Folgen der Ölkrise. Kaum jemand war auf das Ereignis und seine Folgen vorbereitet. Auch noch so umfassende Delphi-Studien in Japan waren nicht in der Lage dieses Ereignis vorherzusehen (vgl. Eto 2003, S. 241). Nicht nur vielen Volkswirtschaften, sondern auch einzelne Unternehmen haben sich nur schwer von der ersten Ölkrise erholt (Wilson 2000, S. 23). In der Folge hat sich der Zugang zur Identifikation von zukünftigen Entwicklungen grundlegend gewandelt. Hatte man früher mit aufwändigen Methoden eine Zukunft vorhergesagt (*Forecasting*) verzichtet man heute – bei gleicher Fragestellung – auf eine konkrete Vorhersage. Vielmehr bieten neuere Methoden gleich mehrere mögliche Szenarien als Ergebnis an (Wilson 2000, S. 24f.). Zufällige Ereignisse und unterschiedliche Bewertungen der Ausgangssituation, des möglichen Verhaltens von Konkurrenten etc. werden nacheinander berücksichtigt und variiert. Es resultiert ein Möglichkeitsraum (*Prospective*) aus einem Bündel verschiedener Szenarien. Je nach methodischem Zugang sind durchaus Bewertungen für die Wahrscheinlichkeit eines Szenarios zulässig (Wilson 2000, S. 25). Führt dies aber dazu, dass nur das Wahrscheinlichste zur Grundlage strategischer Entscheidungen (ausführlicher zum Problem strategischer Planung auf Grundlage der Szenariotechnik Godet 2000) gewählt wird, so verliert die Szenariotechnik ihre Stärke und wird mit einer einfachen Vorhersage identisch (Wilson 2000, S. 25f.). Interessanter als das konkrete methodische Vorgehen ist der Paradigmenwechsel in der eingenommenen Perspektive, der mit dem Übergang vom *Forecasting* zur *Prospective* erreicht wird. De Jouvenel (2000, S. 42) fasst die Unterschiede zwischen den beiden Perspektiven tabellarisch zusammen (vgl. Tabelle 2).

Forecasting	Prospective
Sektoral bzw. thematisch stark begrenzter Zugang	Offener Zugang ohne spezifische Begrenzung
Quantifizierung dominiert	Kombination quantitativer und qualitativer In- und Outputs
Ein wichtiges Grundprinzip ist der kontinuierliche (stetige) Verlauf	Diskontinuierliche Sprünge und Zusammenbrüche, sowie Schwellenwertprobleme werden berücksichtigt
Probleme durch Gigo-Effekt	Probleme durch zu große Komplexität

Tabelle 1: Zwei unterschiedliche Zugänge zur Zukunft

De Jouvenel (2000, S. 42) fasst die Unterschiede zwischen den beiden Perspektiven (*Forecasting* und *Prospective*) tabellarisch zusammen. Die in der Tabelle angegebenen Unterschiede lehnen sich an diese an, sind aber nicht damit identisch.

Das methodische Vorgehen bei der Erstellung von Szenarien folgt im Wesentlichen den Grundregeln einer systemwissenschaftlichen Modellbildung (siehe hierzu die Darstellungen in Strunk & Schiepek 2006, S. 121ff. sowie in Vester 1991/1976, 1999), wie sie z.B. auch den im vorherigen Kapitel angesprochenen Simulationsmodellen zu Grunde liegen. Knappe Darstellungen spezifischer Problemfelder und möglicher Lösungsansätze finden sich z.B. bei De Jouvenel (2000), Wilson (2000) sowie Godet (2000).

Literatur

- De Jouvenel H. (2000) A Brief Methodological Guide to Scenario Building. *Technological Forecasting & Social Change*, 65, 37-48
- Eto H. (2003) The Suitability of Technological Forecasting/Foresight Methods for Decision Systems and Strategy. A Japanese View. *Technological Forecasting & Social Change*, 70, 231-249
- Godet M. (2000) The Art of Scenario and Strategic Planning: Tools and Pitfalls. *Technological Forecasting & Social Change*, 65, 3-22
- Strunk G. & Schiepek G. (2006) *Systemische Psychologie. Eine Einführung in die komplexen Grundlagen menschlichen Verhaltens*. Spektrum Akademischer Verlag, München
- Vester F. (1991/1976) *Ballungsgebiete in der Krise*. Deutscher Taschenbuch Verlag, München
- Vester F. (1999) *Die Kunst vernetzt zu denken: Ideen und Werkzeuge für einen neuen Umgang mit Komplexität*. Deutsche Verlags-Anstalt, Stuttgart
- Wilson I. (2000) From Scenario Thinking to Strategic Action. *Technological Forecasting & Social Change*, 65, 23-29

6.2 Folien zum Szenariodenken

Grundidee von Szenariotechniken

Hatte man früher mit aufwändigen Methoden eine Zukunft vorhergesagt (*Forecasting*) verzichtet man heute – bei gleicher Fragestellung – auf eine konkrete Vorhersage. Vielmehr bieten neuere Methoden gleich mehrere mögliche Szenarien als Ergebnis an.

Zufällige Ereignisse und unterschiedliche Bewertungen der Ausgangssituation, des möglichen Verhaltens von Konkurrenten etc. werden nacheinander berücksichtigt und variiert. Es resultiert ein Möglichkeitsraum (*Prospective*) aus einem Bündel verschiedener Szenarien.

Je nach methodischem Zugang sind durchaus Bewertungen für die Wahrscheinlichkeit eines Szenarios zulässig. Führt dies aber dazu, dass nur das Wahrscheinlichste zur Grundlage strategischer Entscheidungen gewählt wird, so verliert die Szenariotechnik ihre Stärke und wird mit einer einfachen Vorhersage identisch.

Forecasting kann der Komplexität nicht gerecht werden

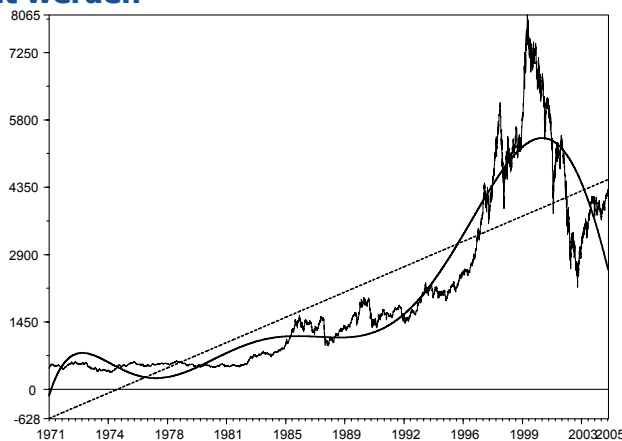


Abbildung 1: Entwicklung des DAX seit 1971

Die Abbildung zeigt eine globale lineare Anpassung und eine globale Polynom-Anpassung 8. Ordnung an den DAX. Die Varianzaufklärung beträgt ca. 64% (linear) bzw. 81% (eigene Berechnungen). Die weitere Entwicklung kann als Verlängerung der Anpassungen extrapoliert werden.

Forecasting vs. Prospective

Forecasting (Vorhersage)	Prospective (Voraussicht/Möglichkeit)
Sektoral bzw. thematisch stark begrenzter Zugang	Offener Zugang ohne spezifische Begrenzung
Quantifizierung dominiert	Kombination quantitativer und qualitativer In- und Outputs
Ein wichtiges Grundprinzip ist der kontinuierliche (stetige) Verlauf	Diskontinuierliche Sprünge und Zusammenbrüche, sowie Schwellenwertprobleme werden berücksichtigt
Probleme durch Gigo-Effekt	Probleme durch zu große Komplexität

Szenariotechniken sind Methoden um Prospectives (mögliche Entwicklungen) zu beschreiben.

Mögliches Vorgehen

1. Durchführen einer Systemanalyse (siehe oben, Praxis zu ... Grundlagen vernetzten Denkens).
Wie lautet das Thema, worum genau geht es.
Identifizieren relevanter Elemente.
2. Papiercomputer in regelmäßigen Abständen zum Monitoring der Entwicklung. Rangordnung der Elemente nach PS und QS beobachten.
3. Idealbild Papiercomputer. Entwurf einer möglichst „guten“ Systemstruktur. Oder bei gegebener Systemstruktur aus 2., wie sieht darauf aufbauend ein „gute“ Entwicklung aus.
4. Worst Case. Entwurf einer extrem „schlechten“ Systemstruktur. Oder bei gegebener Systemstruktur aus 2., wie sieht darauf aufbauend ein „schlechte“ Entwicklung aus.
5. Handlungsoptionen überlegen um 4. Zu vermeiden und 3. zu erreichen. 2. dient zum Monitoring.