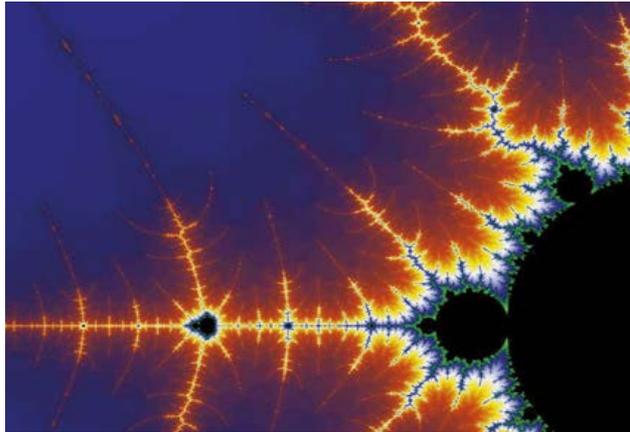


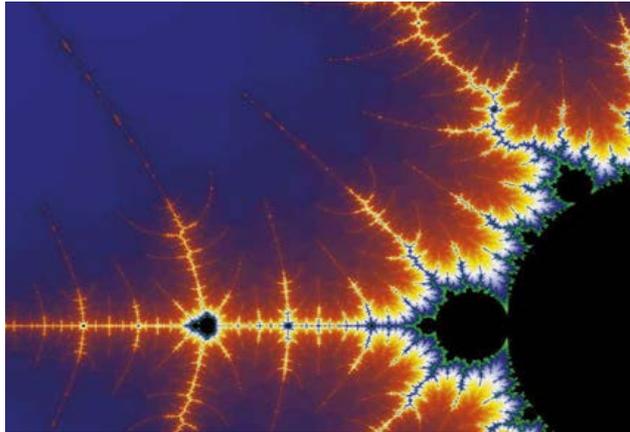
Systemdynamik und Komplexitäts- management

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



Grundlagen Systemischen Denkens

Was ist ein System? Wie verhalten sich Systeme?



Was ist ein System?

Online-Fragebogen: Was ist ein System?

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.

Online-Fragebogen

11. In Systemen haben kleine Ursachen große Wirkungen.
12. Systeme sind aufgrund 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.

Online-Fragebogen

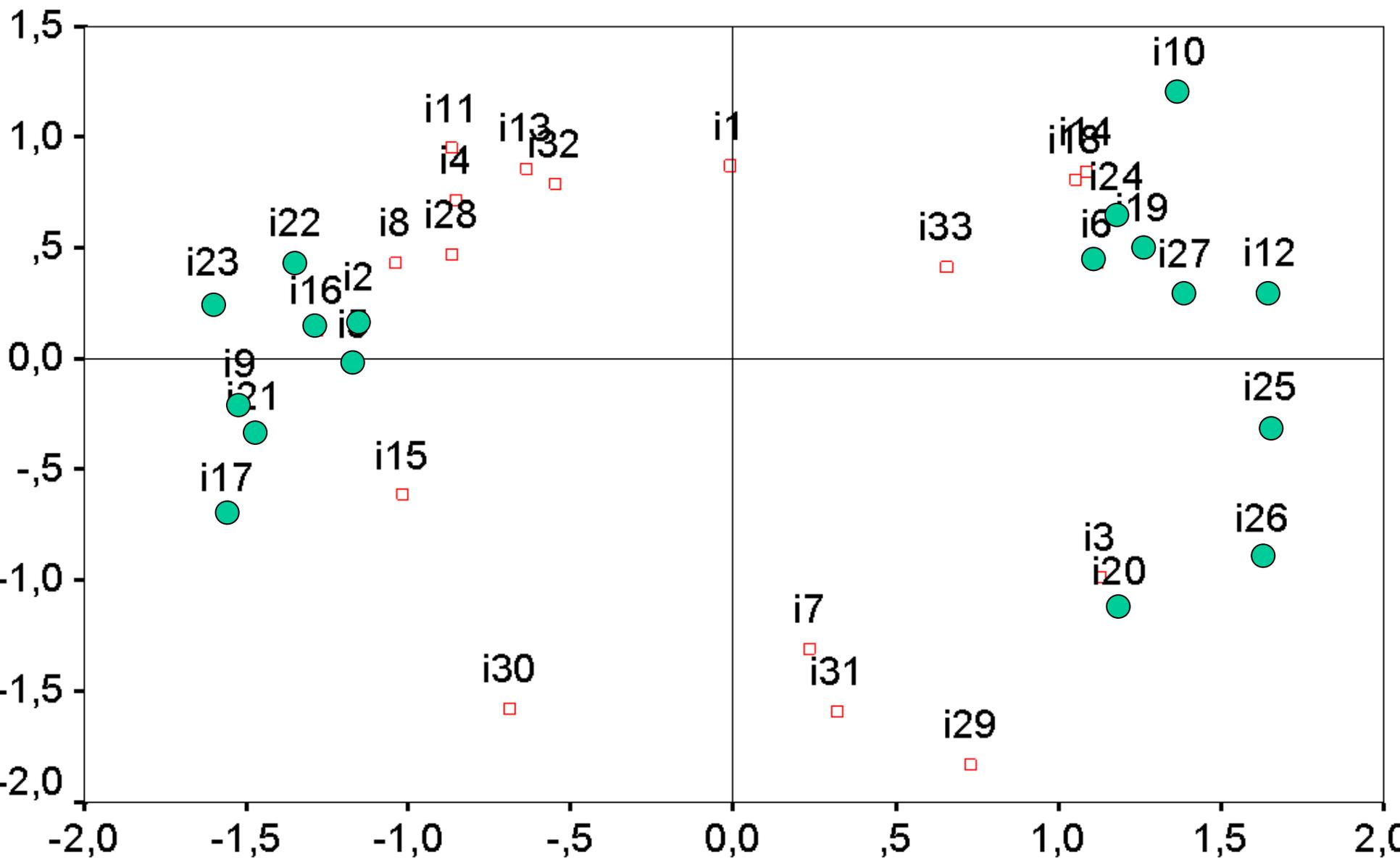
20. Ein System wehrt sich gegen äußere Einflüsse.
21. Bei einem System weiß man nie, wie es sich verhalten wird.
22. Das Internet ist ein gutes Beispiel für ein System.
23. Systeme sind offen für Energie.
24. Wenn man in der Wissenschaft von Systemen spricht, meint man damit Regelkreissysteme.
25. Systeme 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.

Online-Fragebogen

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.

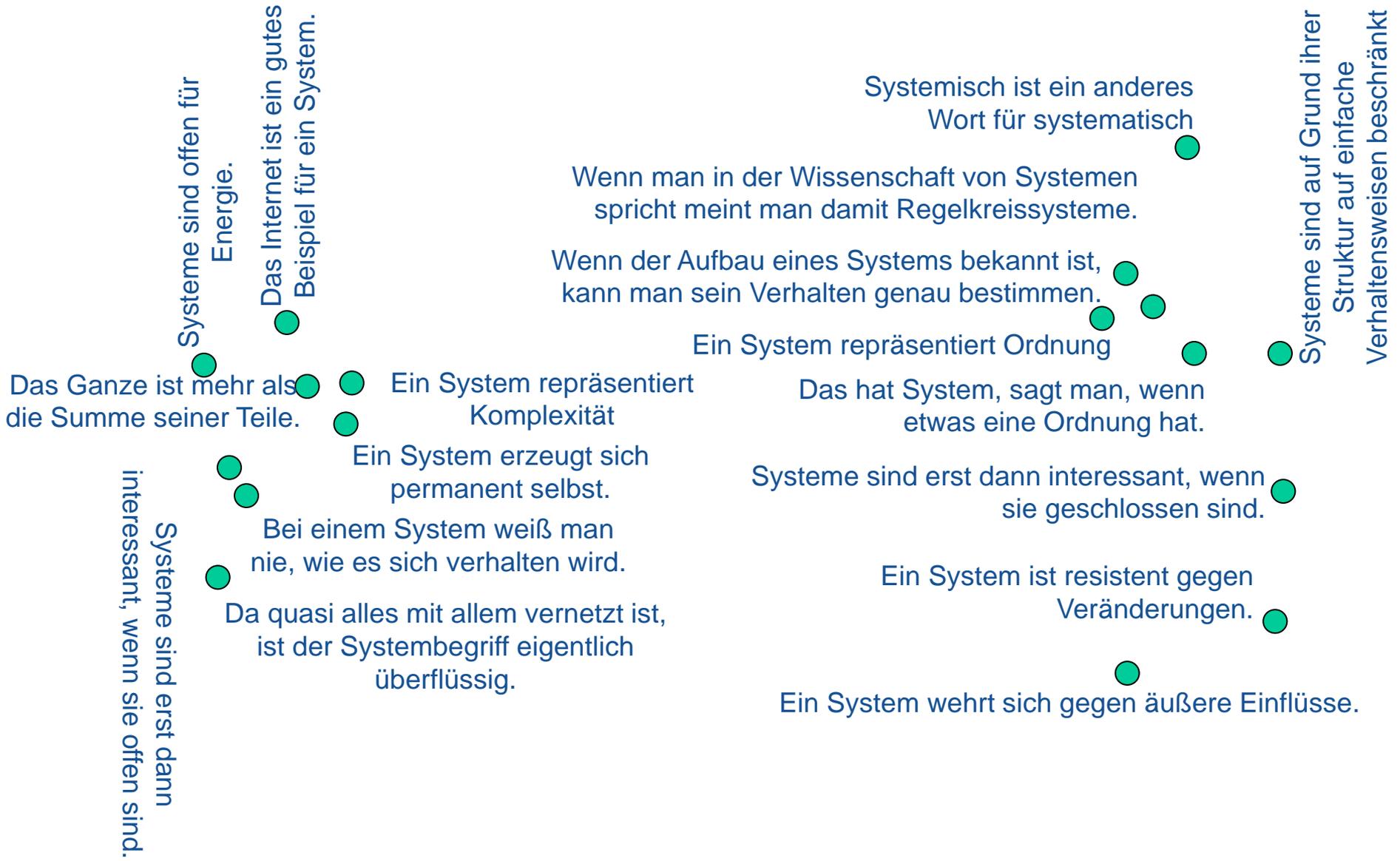
Online-Fragebogen

- [www.complexity-research.com\WasistEinSystem\](http://www.complexity-research.com/WasistEinSystem/) (Offline)
- [Daten](#) (Teil 2)
- [SPSS](#)





Systeme sind erst dann
interessant, wenn sie offen sind.

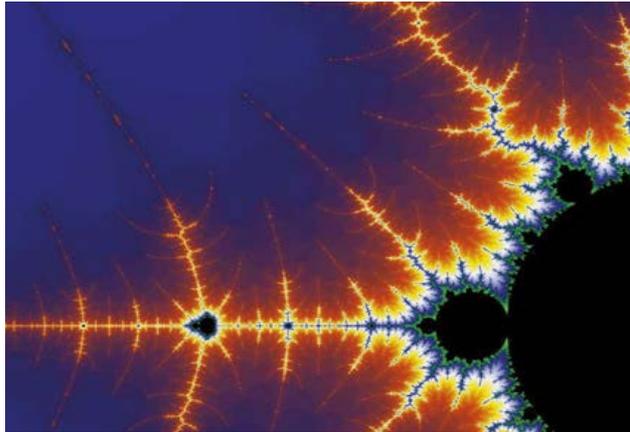


Was ist ein System?

- **Ein System besteht aus Elementen und Beziehungen zwischen den Elementen.**
- Die Abgrenzung eines Systems von seiner Umwelt ist nicht frei von Subjektivität: Sie ist der Versuch Ordnung in die Unordnung zu bringen. Bestimmte Dinge werden ausgeblendet um zu vereinfachen. Aber es sollten keine Variablen herauslassen werden, die das Verhalten des Systems mitbestimmen.
 - Die Stärke der Beziehungen der Elemente innerhalb des Systems ist viel größer als die Stärke der Beziehungen zu Elementen in der Umwelt. (**Quantitativ** intensivere Beziehungen innerhalb des Systems)
 - Innerhalb des Systems passiert etwas anderes als außerhalb des Systems. (Die Beziehungen innerhalb des Systems sind **qualitativ** produktiver als außerhalb)
 - Systeme sind daher als von der Umwelt **abgegrenzte** (bzw. sich abgrenzende) Einheiten anzusehen.
- Energie: Systeme müssen zu ihrer Aufrechterhaltung mit Energie versorgt werden. Die Energie hat einen großen aber nur unspezifischen Einfluss. Die Energie wird auch als **Kontrollparameter** bezeichnet.

Offenheit der Definition

- Verschiedene Systemtheorien füllen die Definition des Systembegriffs auf unterschiedliche Weise:
 - Was genau ist ein Element?
 - Was genau sind die Beziehungen zwischen den Elementen?
 - Wie sieht der typische Aufbau aus, was ist die typische Systemstruktur?
- Je nachdem, wie die Definition konkretisiert wird, folgen typische, mögliche Verhaltensweisen der Systeme.
 - Kein Feedback: Der Mensch eine Maschine
 - Positives Feedback: Teufelskreis / Engelskreis
 - Negatives Feedback: Regelkreise oder Zyklen
 - Gemischtes Feedback: Chaos ist möglich

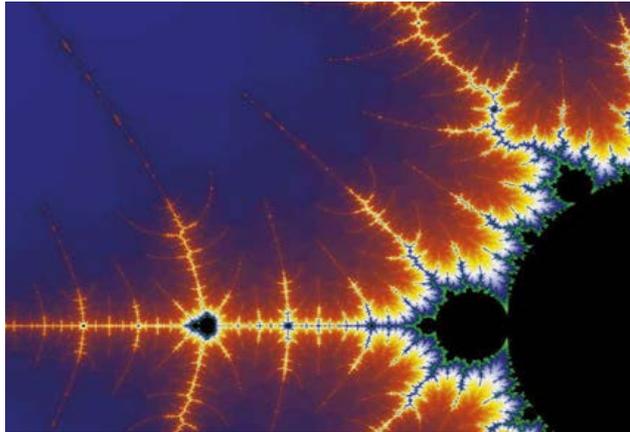


Wie verhalten sich Systeme?

Wie passt das zusammen?

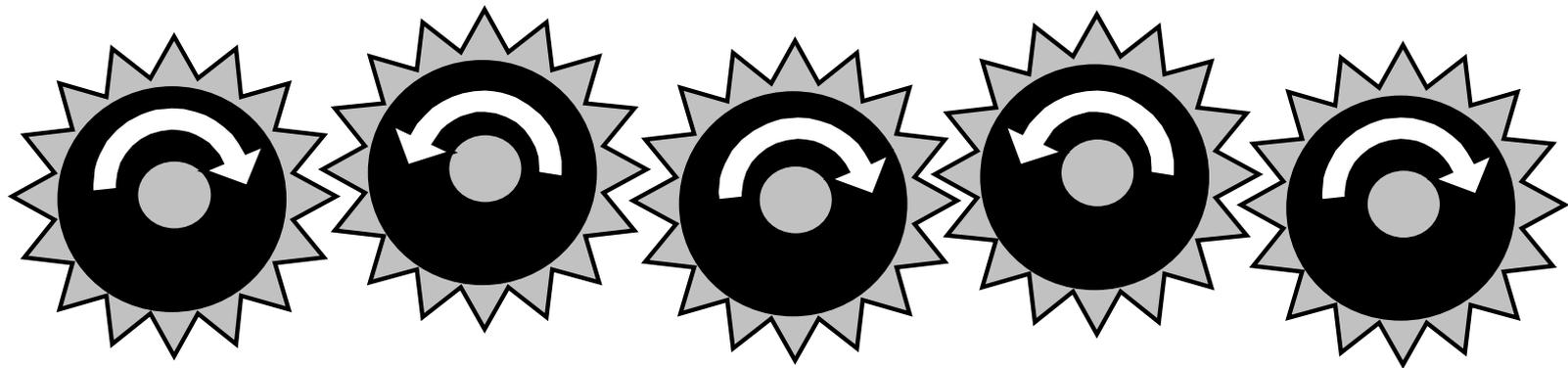
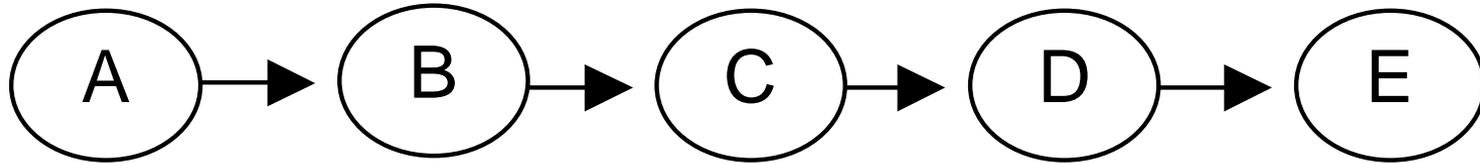
Das Verhalten von Systemen ...

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

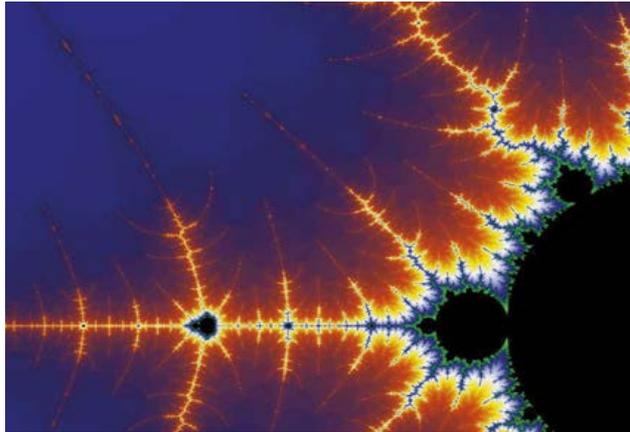


Von der Kybernetik bis ... Chaos

Mechanik

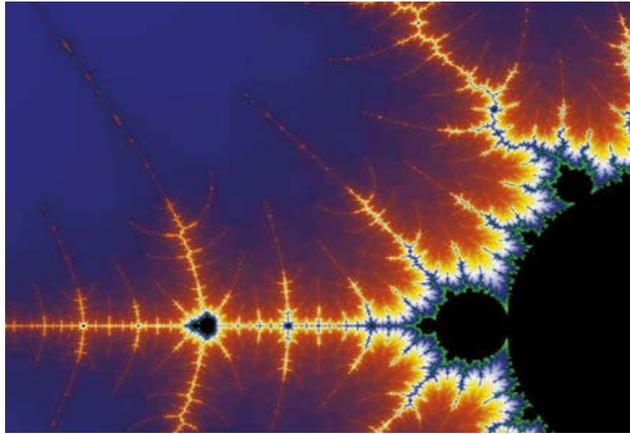


Lineales System



Beziehungen zwischen Variablen

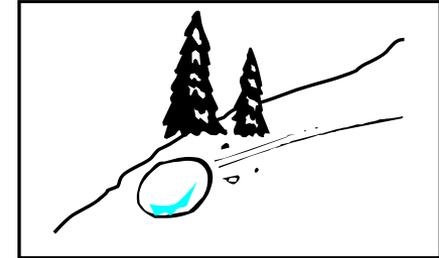
Feedbacksysteme



Positives Feedback

Feedbacksysteme

Positive Rückkopplungsprozesse

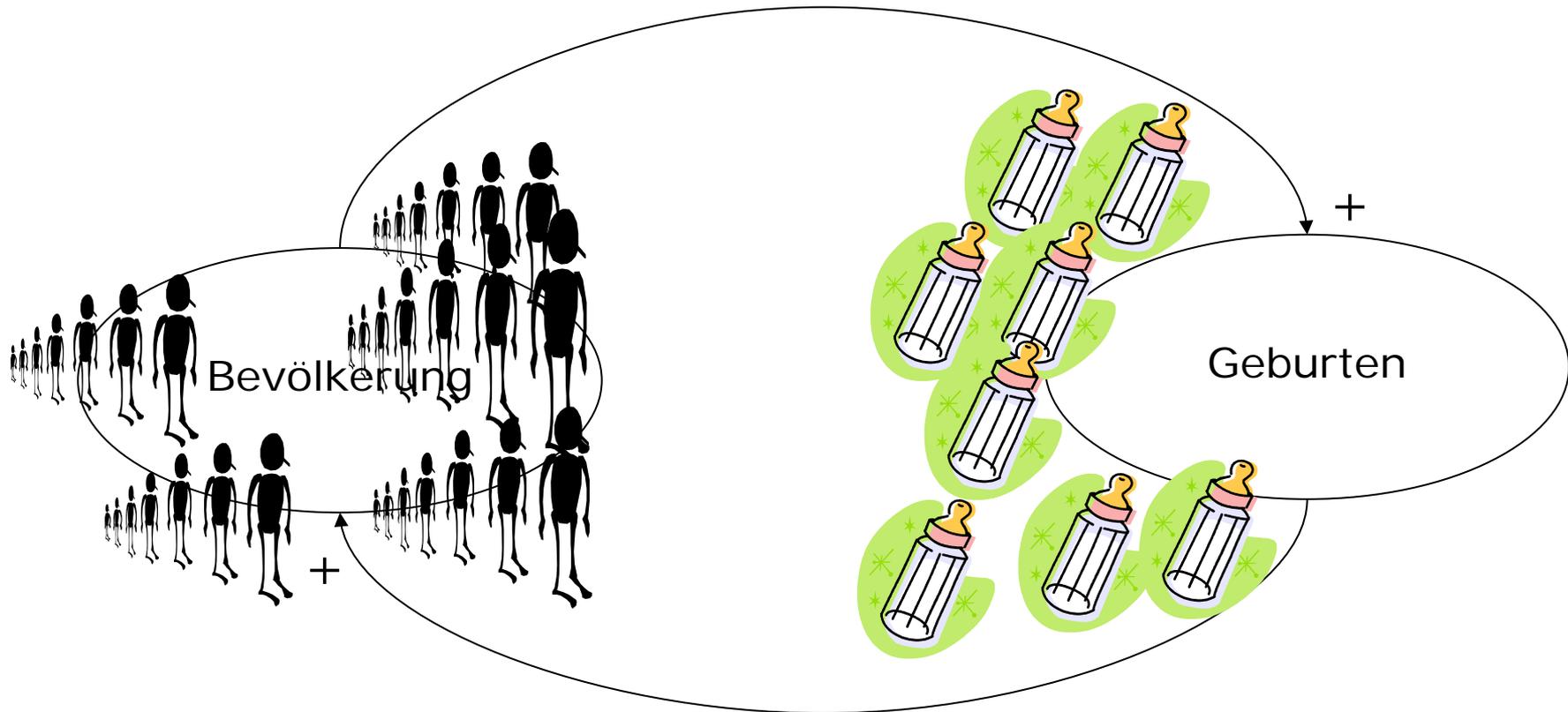


Bei Verstärkungsprozessen wird jede auftretende Bewegung verstärkt und erzeugt eine noch stärkere Bewegung in dieselbe Richtung.

Positive Rückkopplungsprozesse

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

Beispiel „Bevölkerungswachstum“



Wachstum? Positives Feedback?

ZEIT ONLINE | WISSEN

DEMOGRAFIE

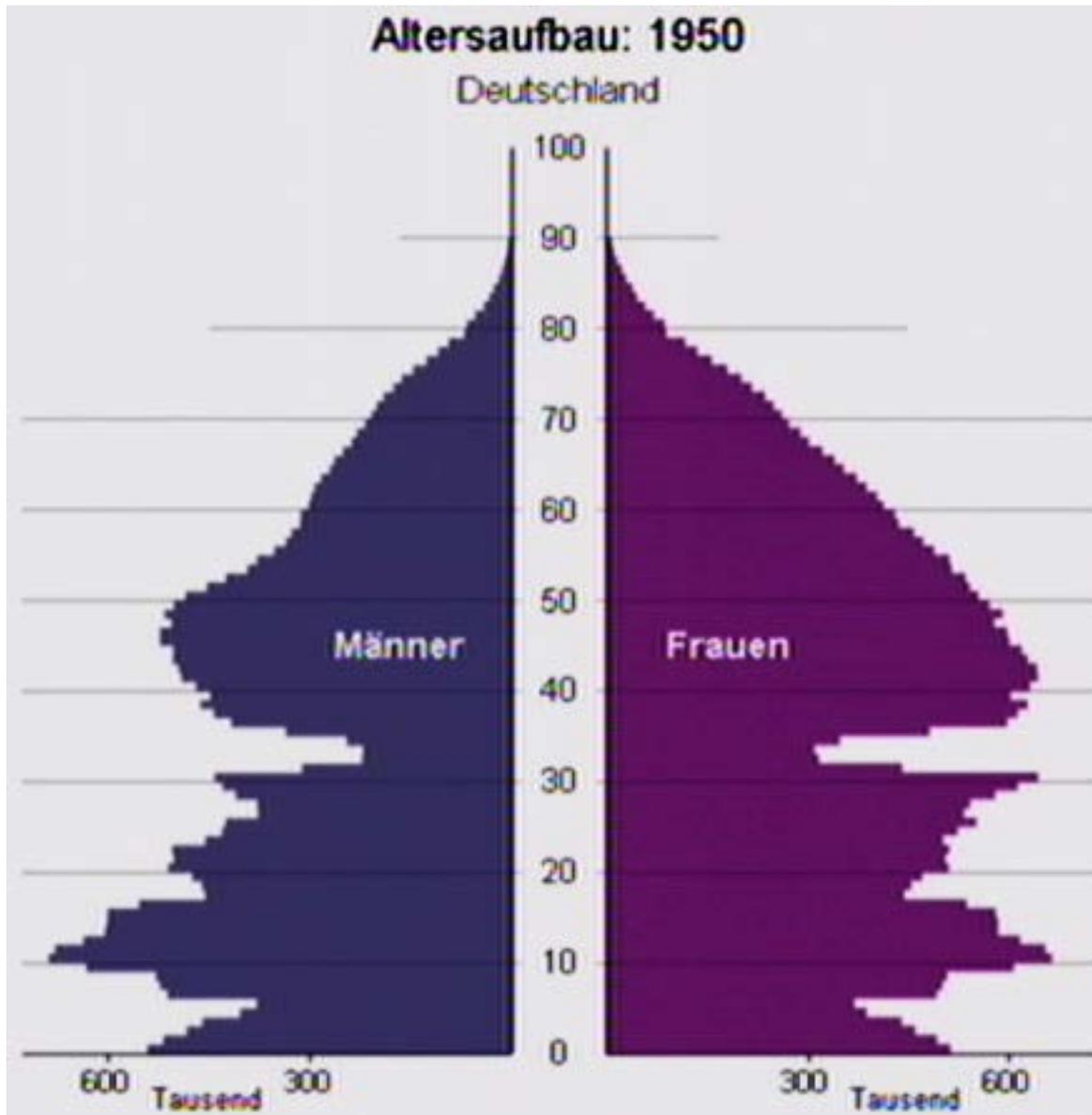
In Deutschland werden so wenig Babys geboren wie nie

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

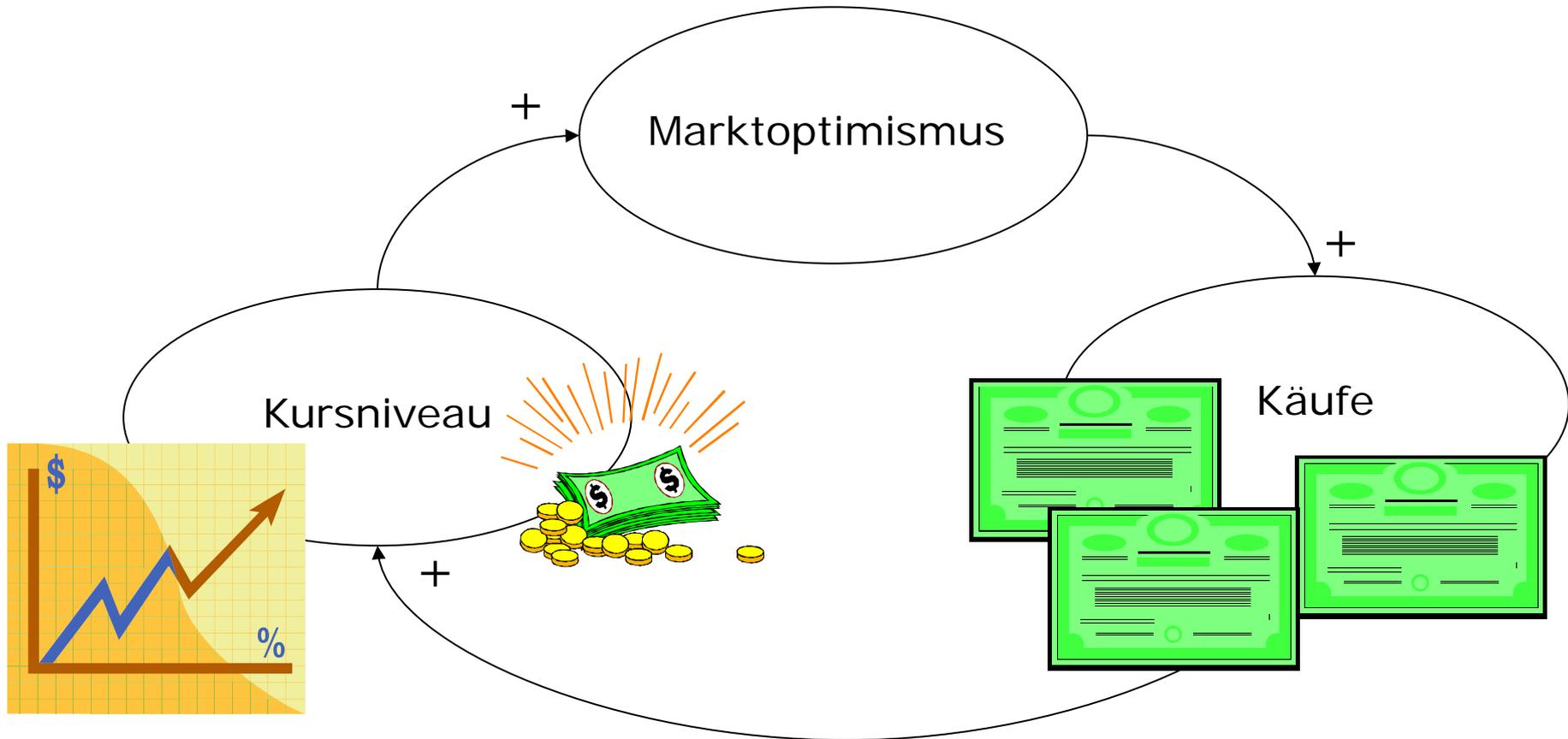
12. November 2010 - 11:58 Uhr



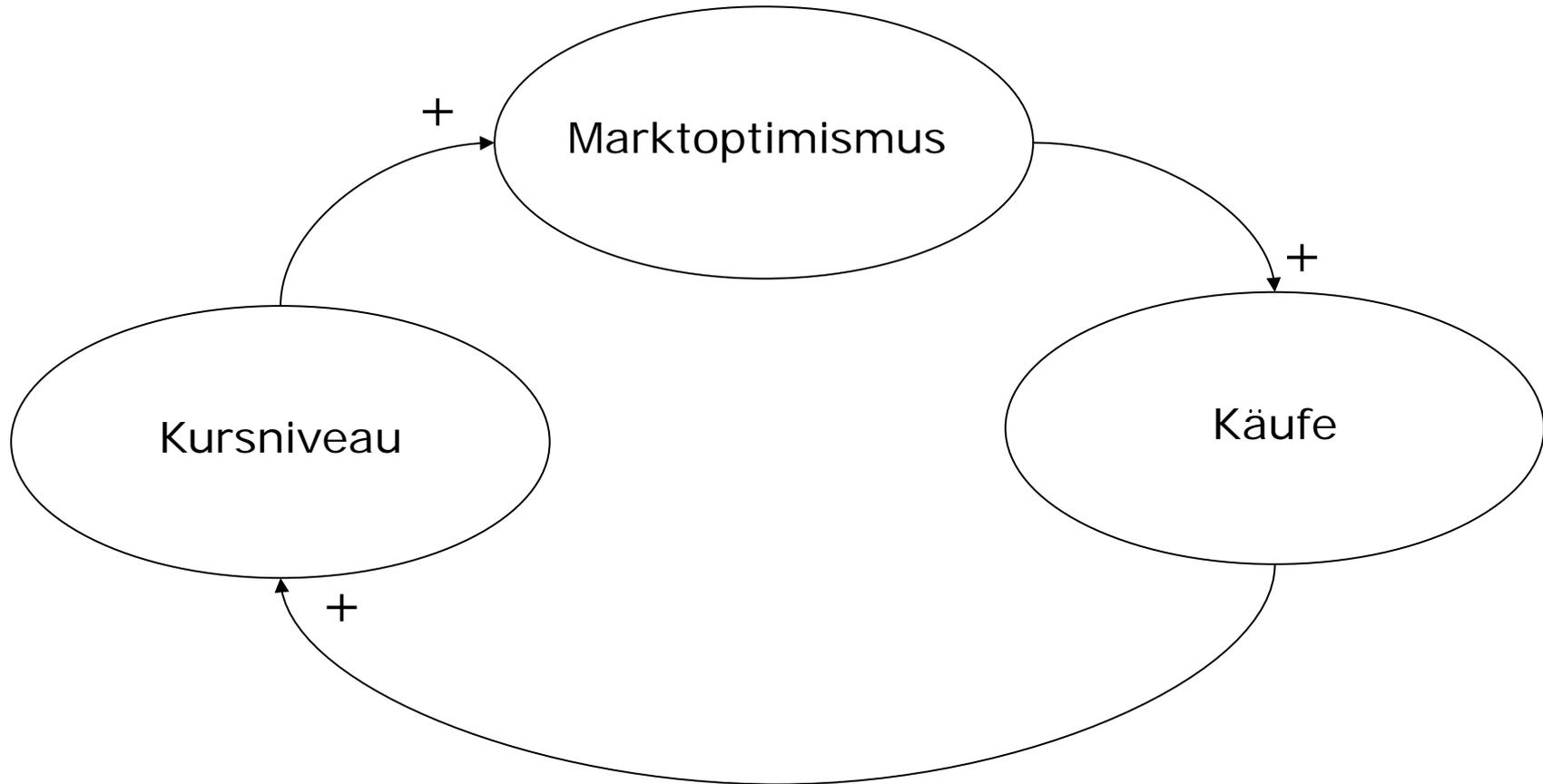
Wachstum? Positives Feedback?



Beispiel „Börseboom“



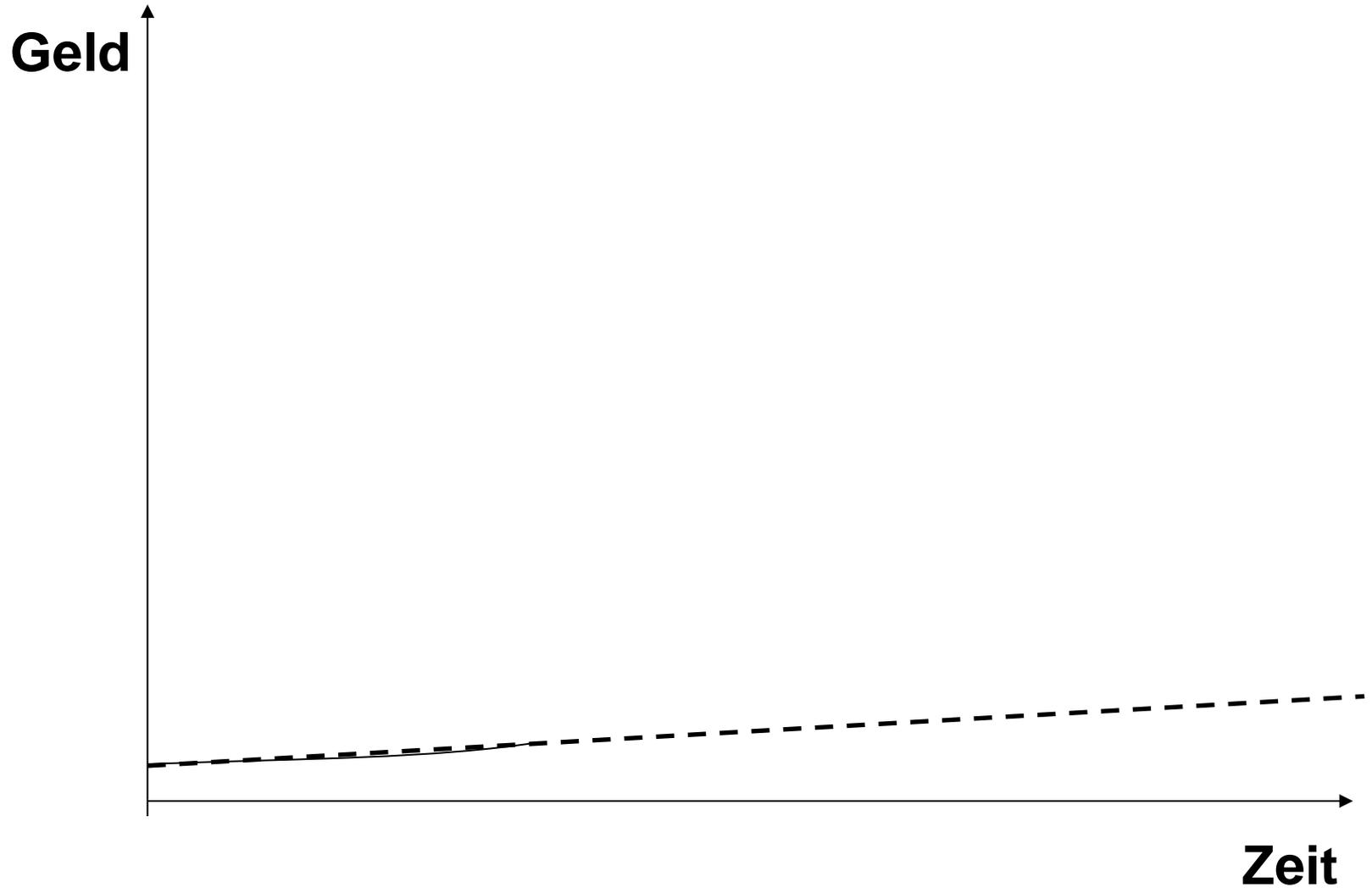
Beispiel „Crash“



Josef-Pfennig – Josef-Cent

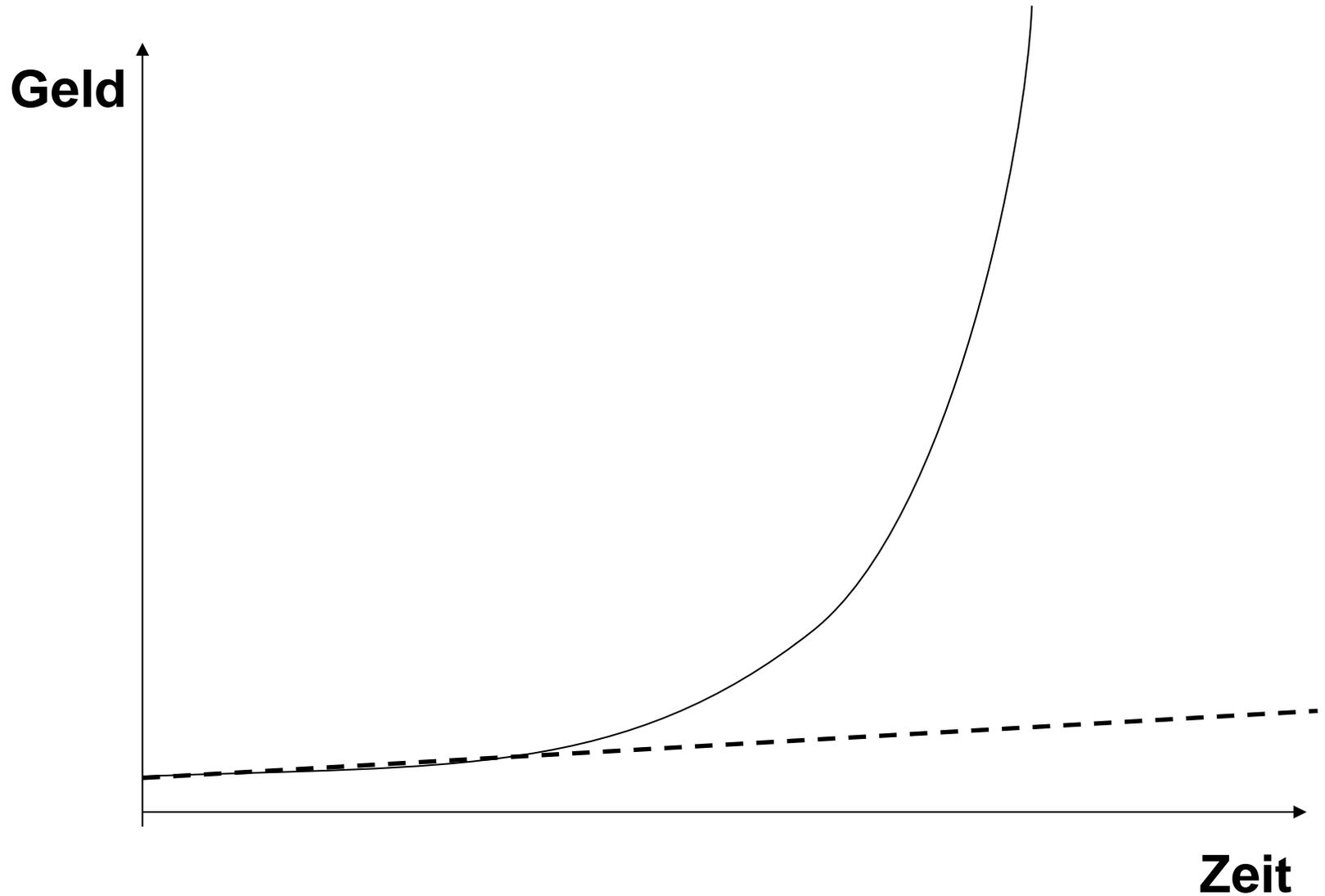
Wenn Josef zu Jesu Geburt *einen Cent* zu 5% Zinsen angelegt hätte, wie hätte sich dieser Geldbetrag bis zum Jahr 2019 entwickelt?

Zeitliche Entwicklung



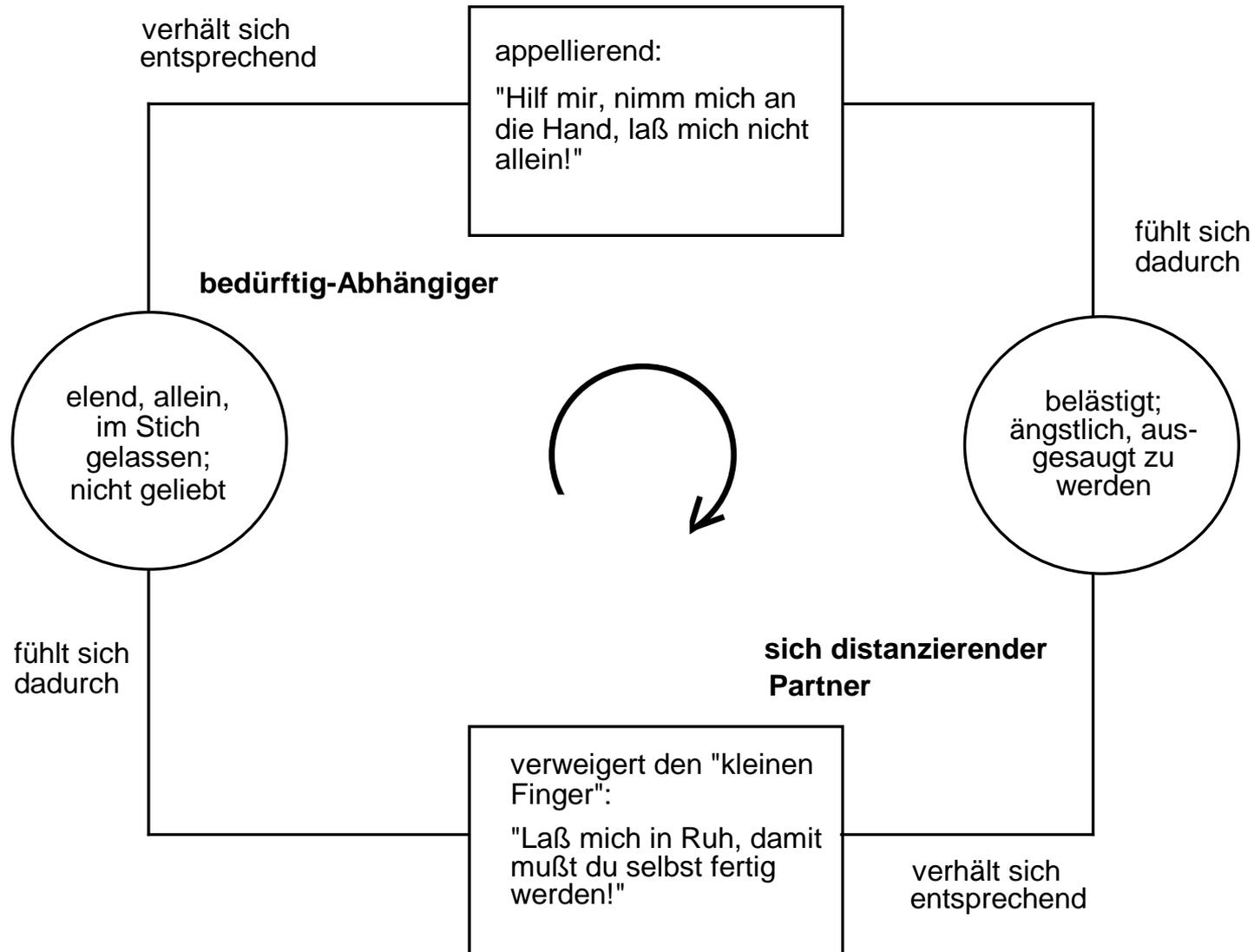
Systemdenken

Zeitliche Entwicklung



Systemdenken

Teufelskreis / Engelskreis



Teufelskreis oder Engelskreis?

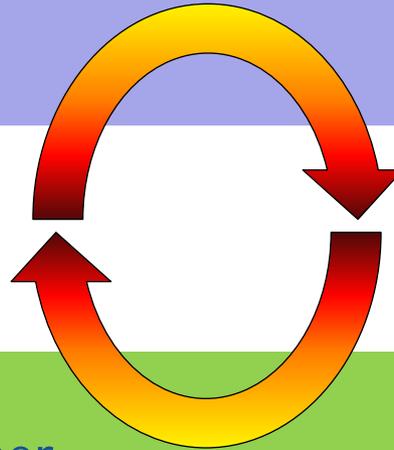
Abhängiger Partner

Fühlt sich

Elend, allein im
Stich gelassen

Verhält sich daher ...

Appellierend:
Hilf mir, nimm mich an die
Hand, lass mich nicht allein ...



Verhält sich daher ...

Verweigert den kleinen Finger:
Lass mich in Ruhe, damit
musst Du alleine fertig werden

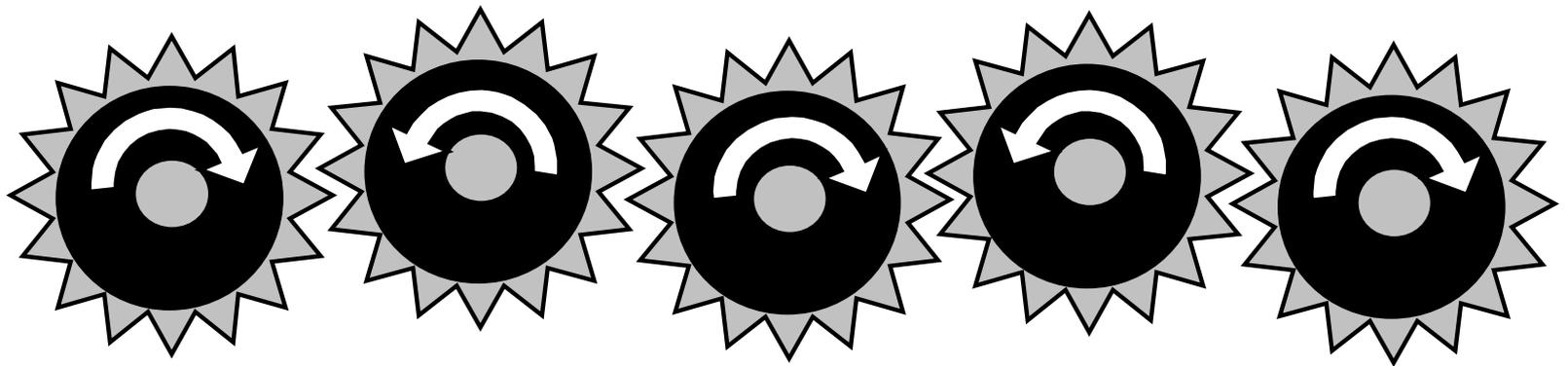
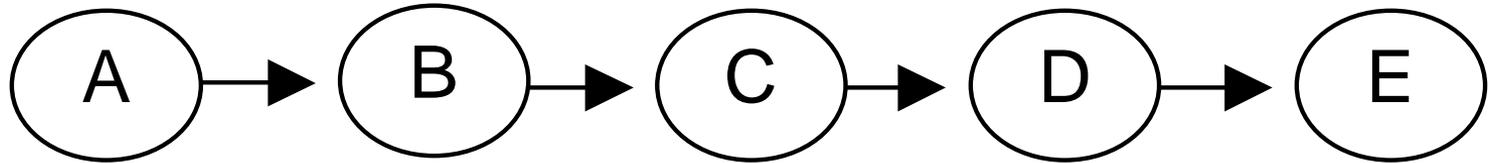
Fühlt sich

Belästigt,
ängstlich,
ausgesaugt zu
werden

Sich distanzierender
Partner

...

Mechanik



Lineales System

Teufelskreis oder Engelskreis?

Abhängiger Partner

Fühlt sich

Elend, allein im
Stich gelassen

Verhält sich daher ...

Appellierend:
Hilf mir, nimm mich an die
Hand, lass mich nicht allein ...

Schuld?

Sich distanzierender
Partner

Verhält sich daher ...

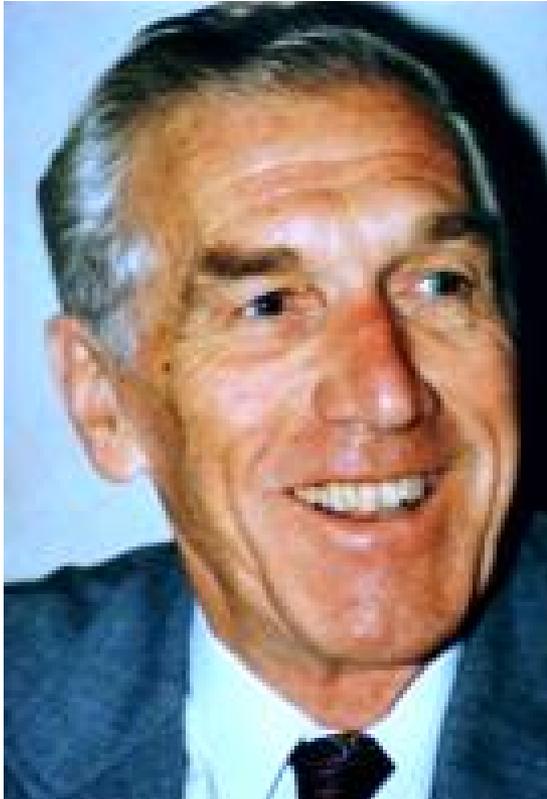
Verweigert den kleinen Finger:
Lass mich in Ruhe, damit
musst Du alleine fertig werden

Fühlt sich

Belästigt,
ängstlich,
ausgesaugt zu
werden

...

Paul Watzlawick (1921 – 2007)



Interpunktion

Abhängiger Partner

Fühlt sich

Elend, allein im
Stich gelassen

Verhält sich daher ...

Appellierend:
Hilf mir, nimm mich an die
Hand, lass mich nicht allein ...

Sich distanzierender
Partner

Verhält sich daher ...

Verweigert den kleinen Finger:
Lass mich in Ruhe, damit
musst Du alleine fertig werden

...

Interpunktion

Abhängiger Partner

Verhält sich daher ...

Appellierend:
Hilf mir, nimm mich an die Hand, lass mich nicht allein ...

Sich distanzierender Partner

Verhält sich daher ...

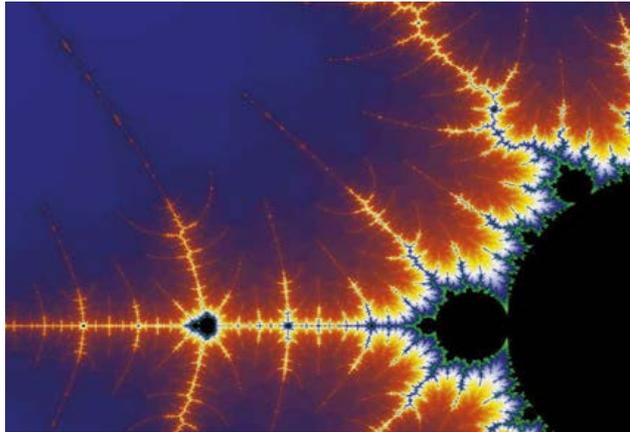
Verweigert den kleinen Finger:
Lass mich in Ruhe, damit
musst Du alleine fertig werden

...

Fühlt sich
Belästigt,
ängstlich,
ausgesaugt zu
werden

Wichtige Folgerungen und Themen

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



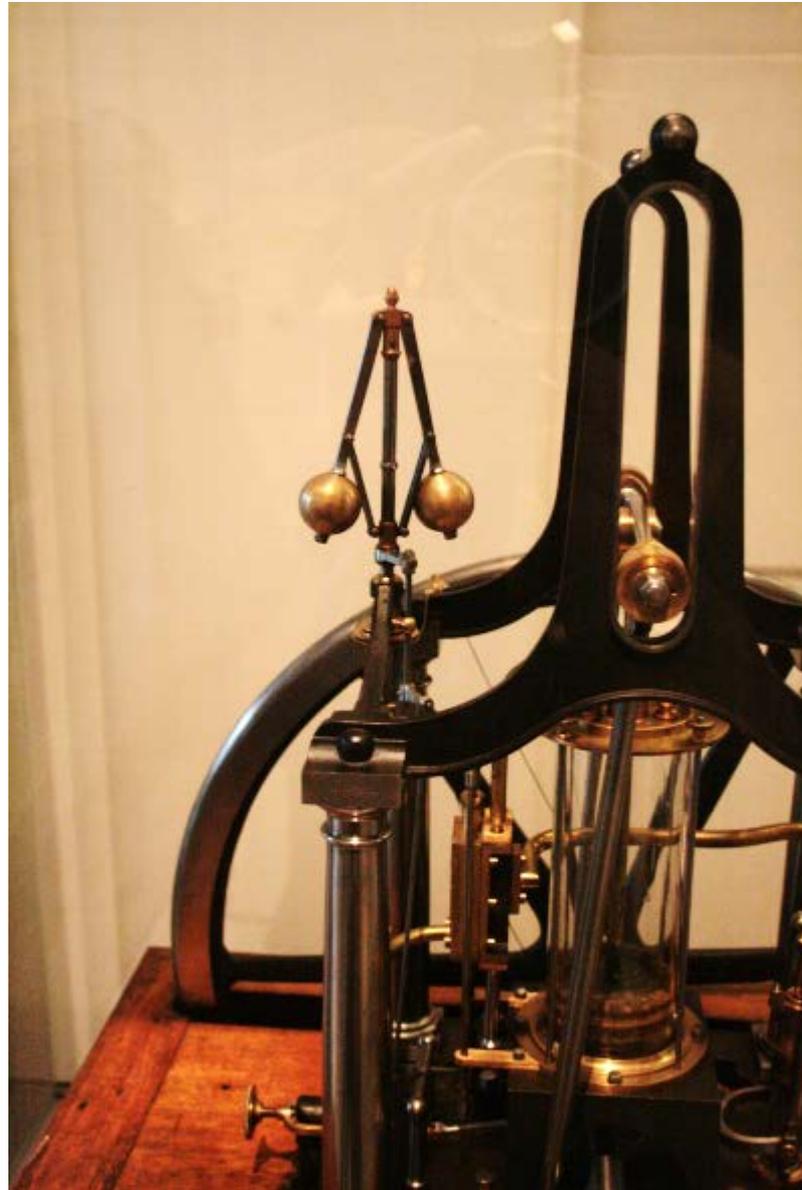
Negatives Feedback

Feedbacksysteme

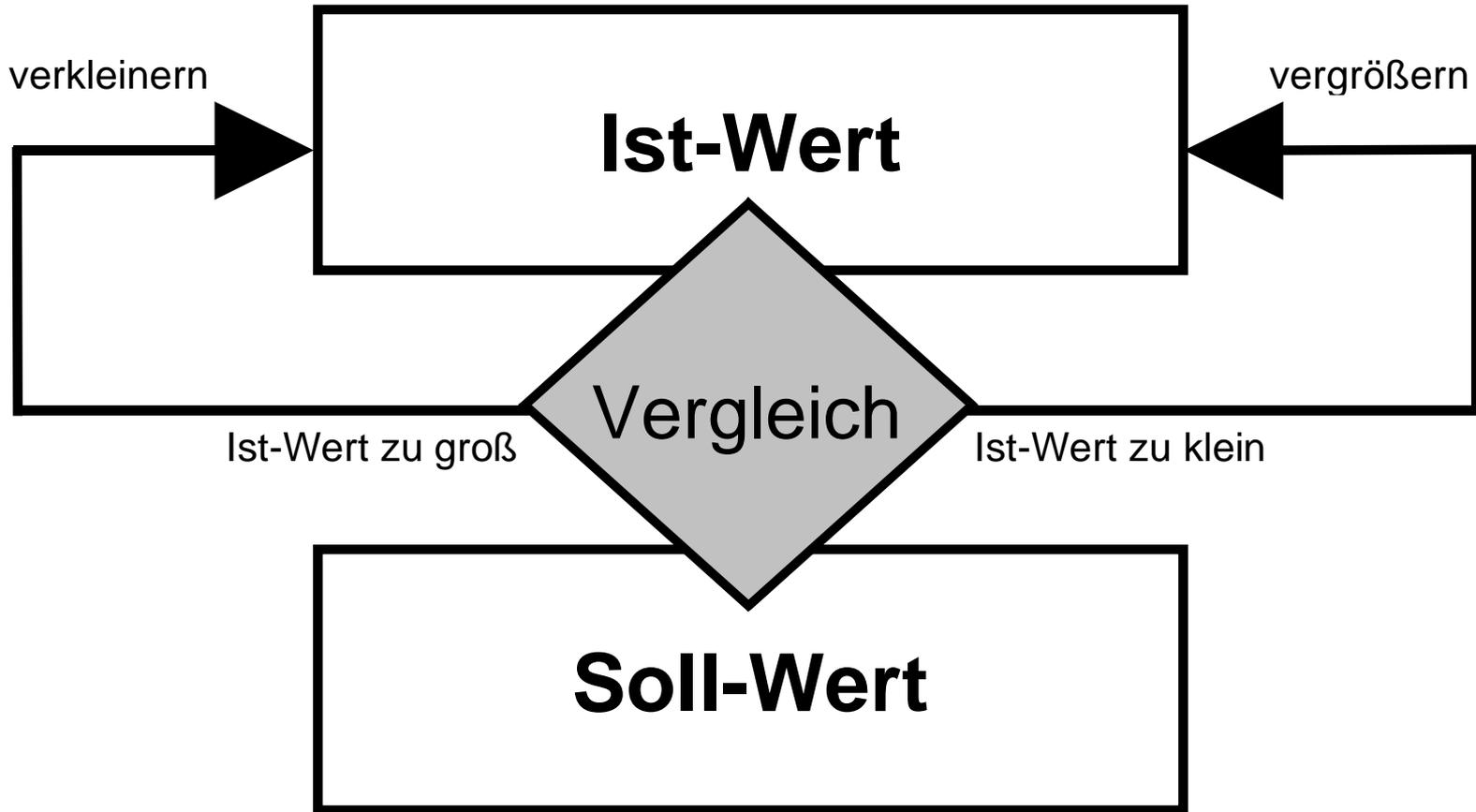
Gleichgewichtsschleifen



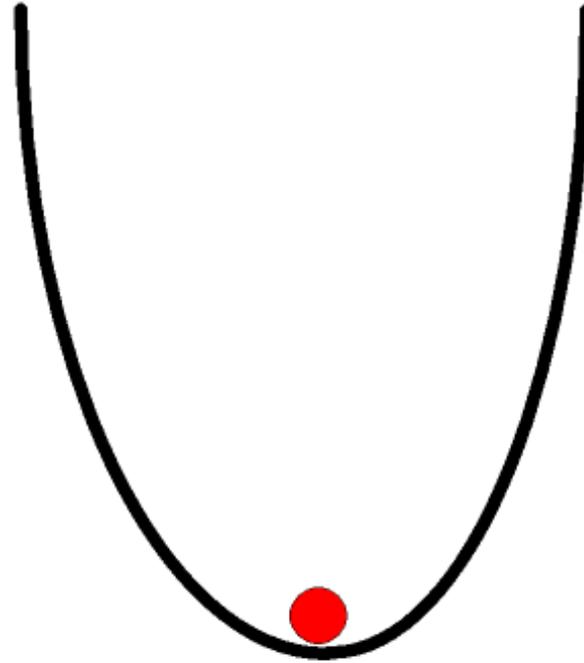
Bei Gleichgewichtsschleifen (negativer Rückkopplung) verlaufen Wirkung und Rückwirkung entgegengesetzt und kontrollieren sich so gegenseitig. Die Wirkung hemmt also die Ursache!



Systemdenken



Verhalten von Regelkreisen



Soll-Wert
(Fixpunkt-Attraktor)

Physiokratismus



François Quesnay (1694-1774)

In der Lehre zur Herrschaft der Natur, dem Physiokratismus, die von François Quesnay (1694-1774) entwickelt wurde, heißt es, dass ein guter Regent am besten gar nicht regiert und alles den Naturgesetzen überlässt, so dass sich das wohlgeordnete Gleichgewicht der Natur am besten entfalten kann.

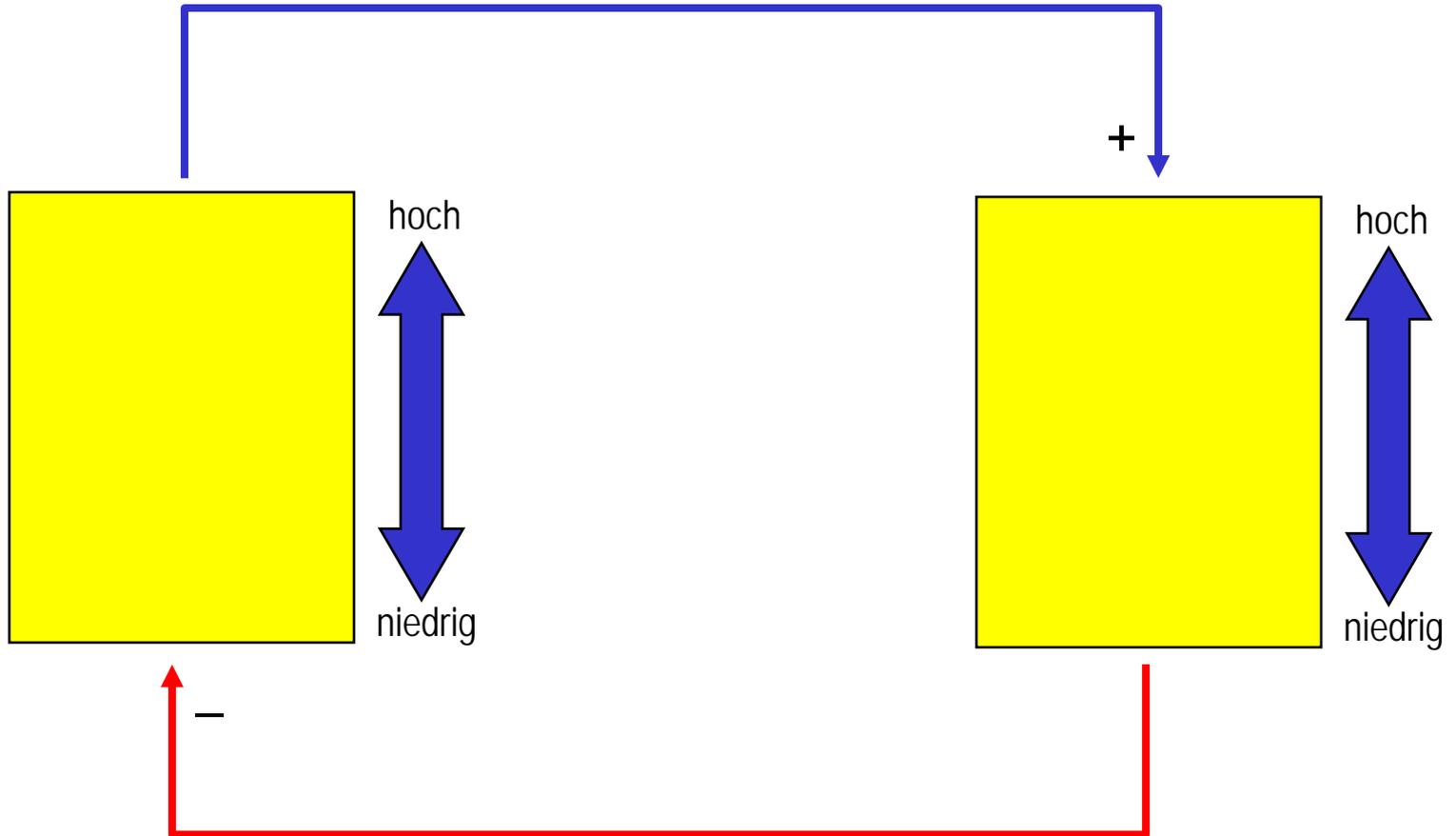
Freiheit?



Adam Smith (1723-1790)

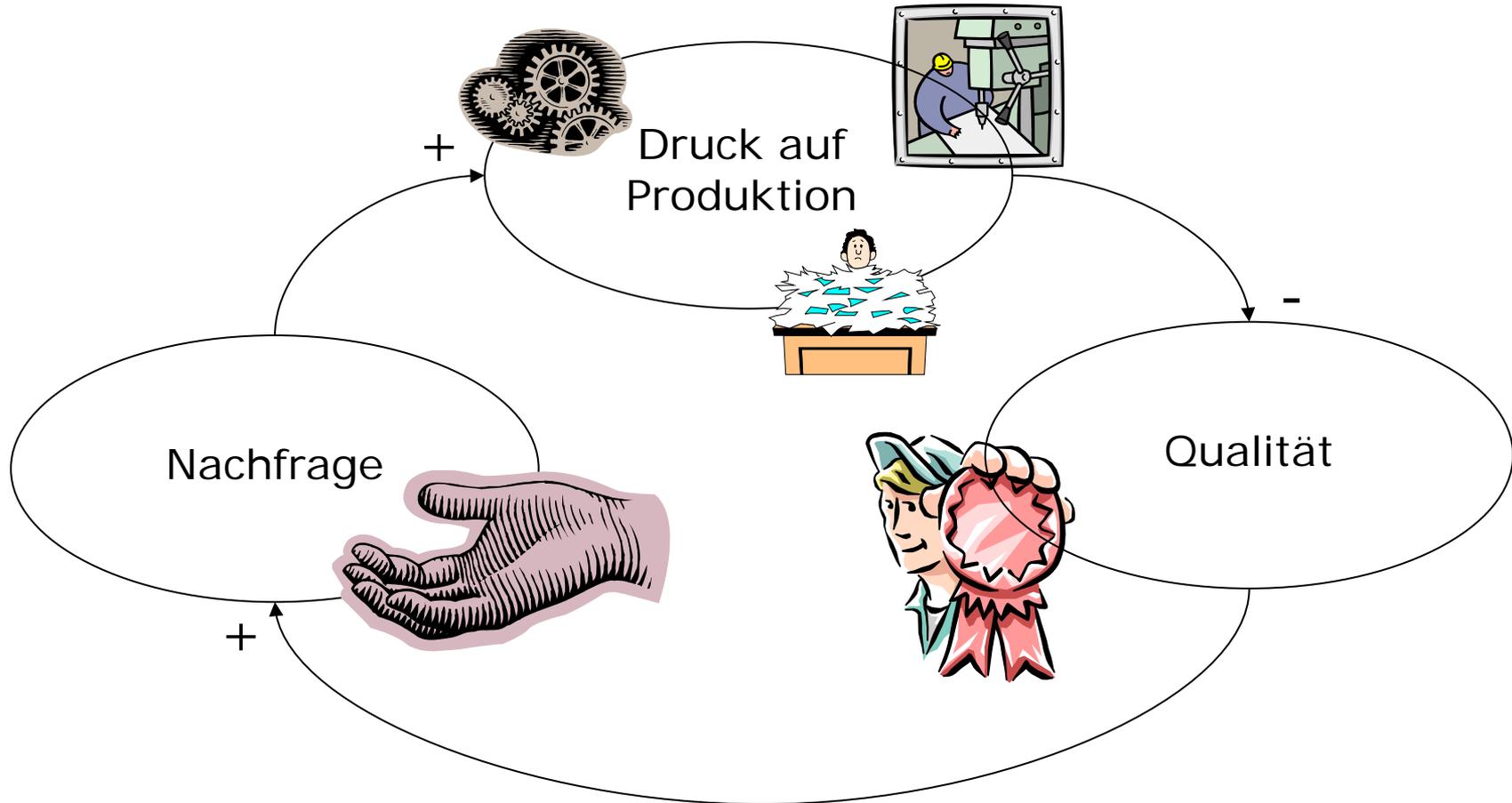
Mit dem Verzicht auf alle staatlichen Begünstigungs- und Beschränkungssysteme „stellt sich das klare und einfache System der natürlichen Freiheit von selbst her.“

Typischer Aufbau eines Regelkreises

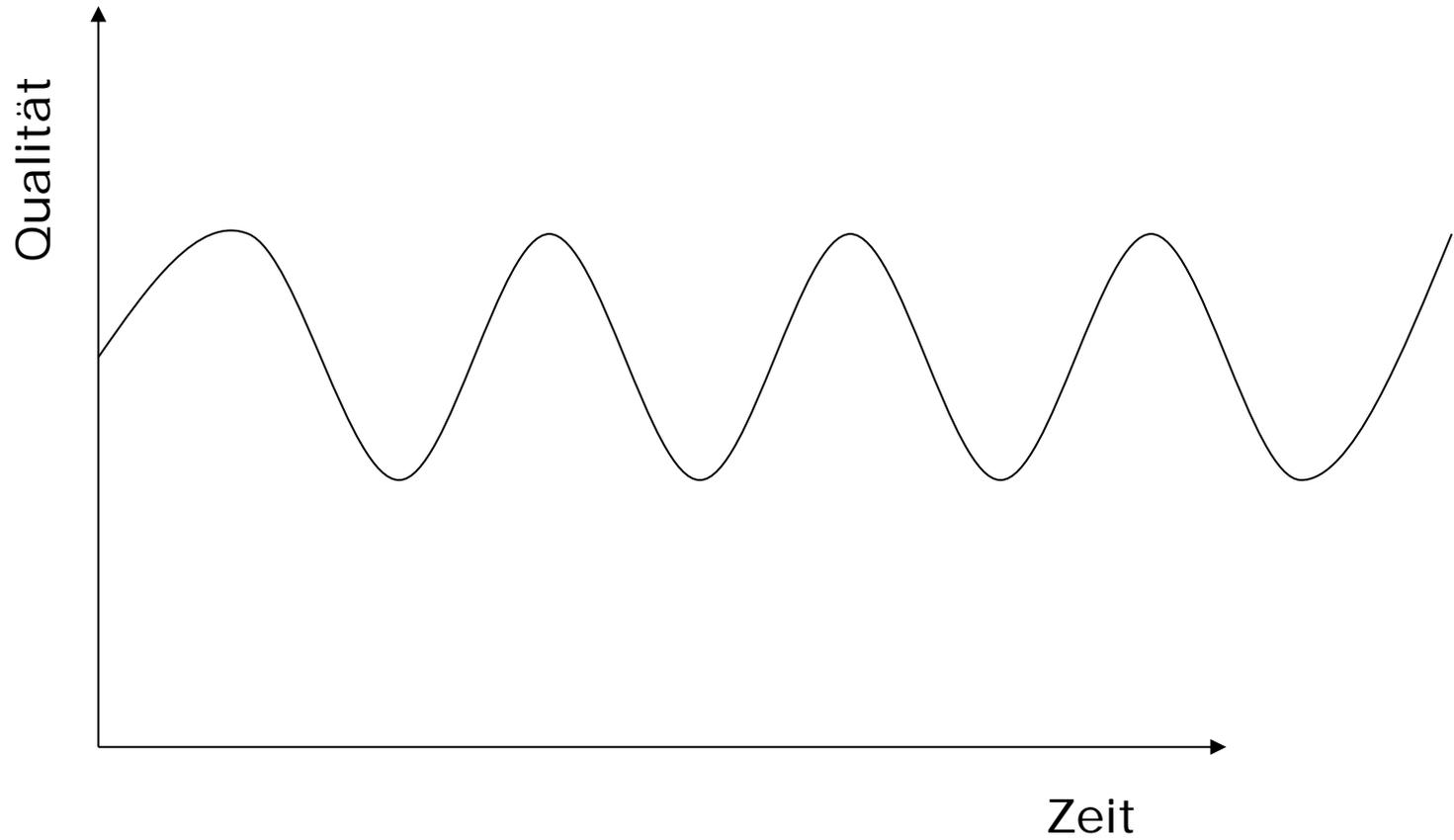


Arbeitszufriedenheit

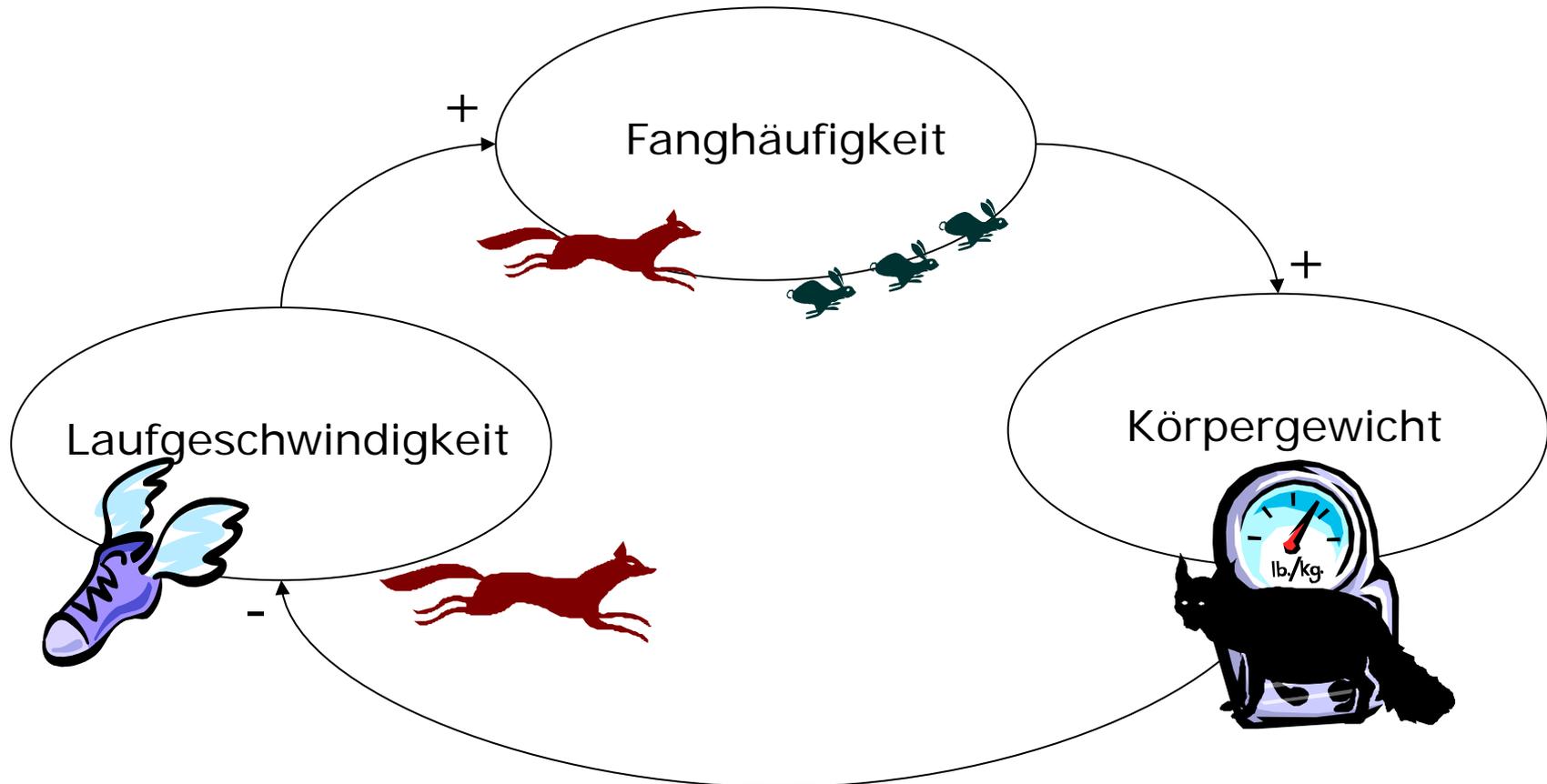
Beispiel „Nachfrage-/Qualitätszyklus“

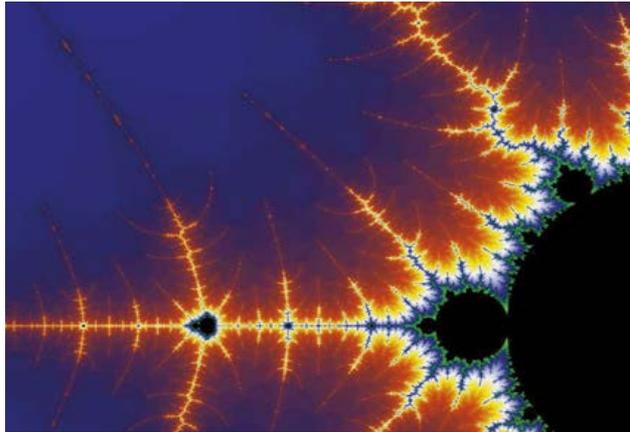


Beispiel „Nachfrage-/Qualitätszyklus“



Beispiel „Wenn die Füchse zu viel fressen“

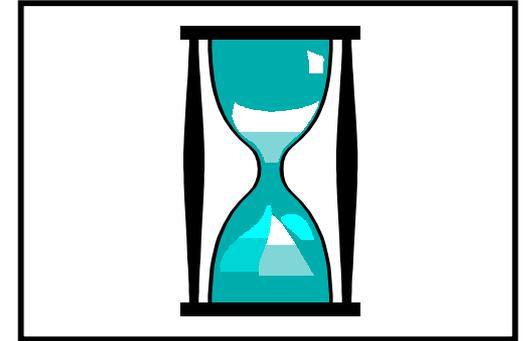




Verzögerungen

Feedbacksysteme

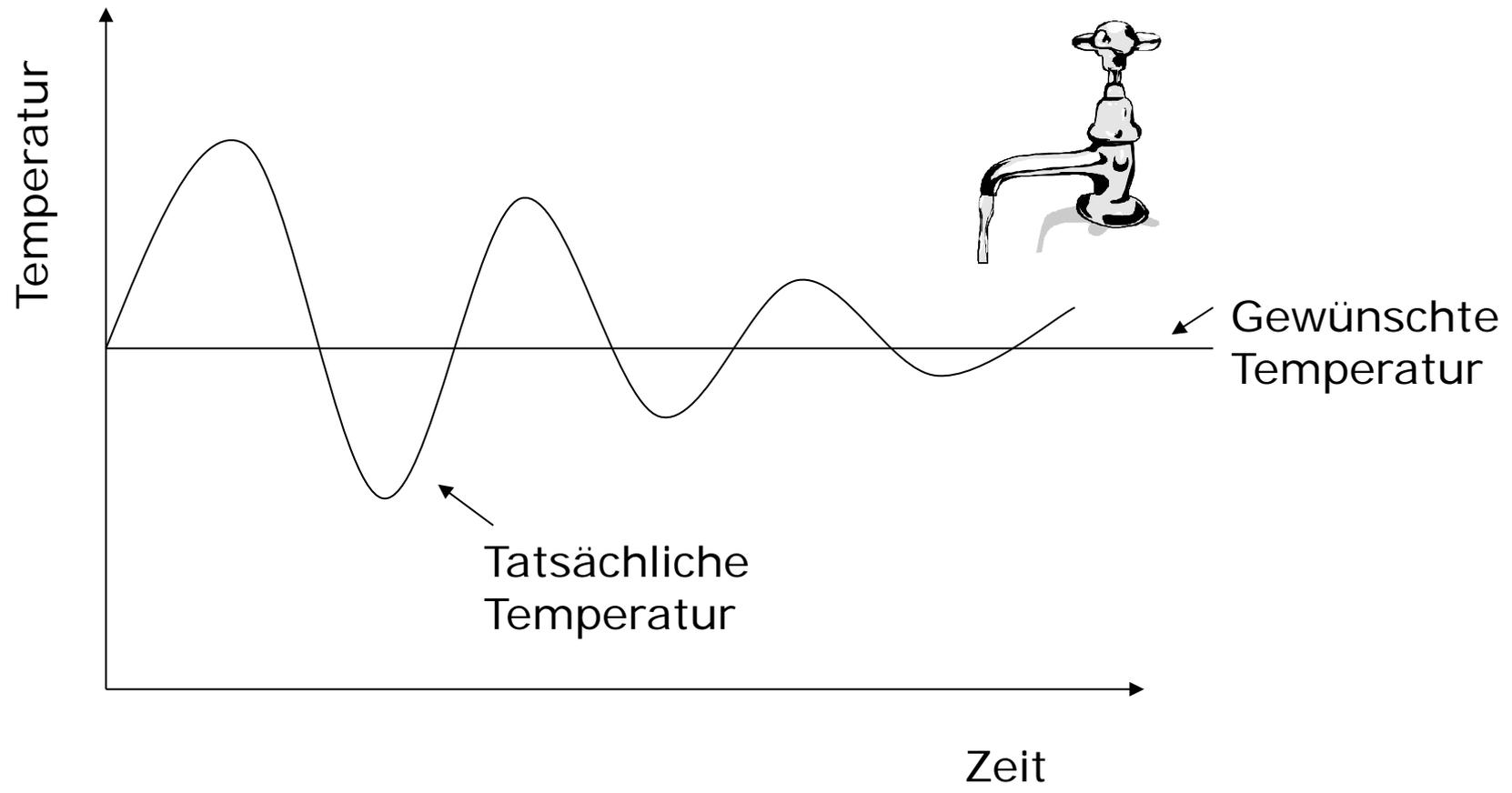
Verzögerungen



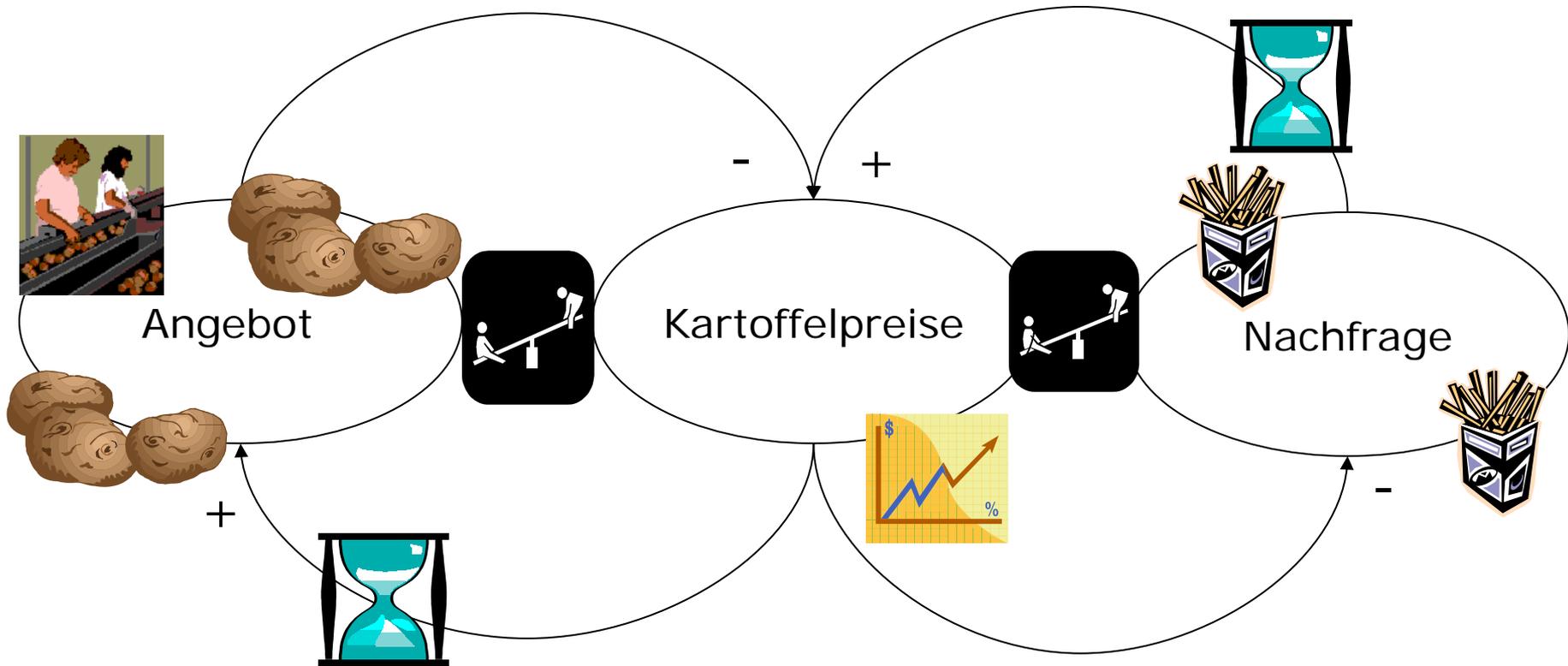
Sowohl bei verstärkenden als auch bei kompensatorischen Kreisläufen kommt es häufig zu Verzögerungen.

Verzögerungen zwischen Handlungen und Konsequenzen verleiten dazu, über das Ziel hinauszuschießen, so dass man mehr tut, als nötig wäre.

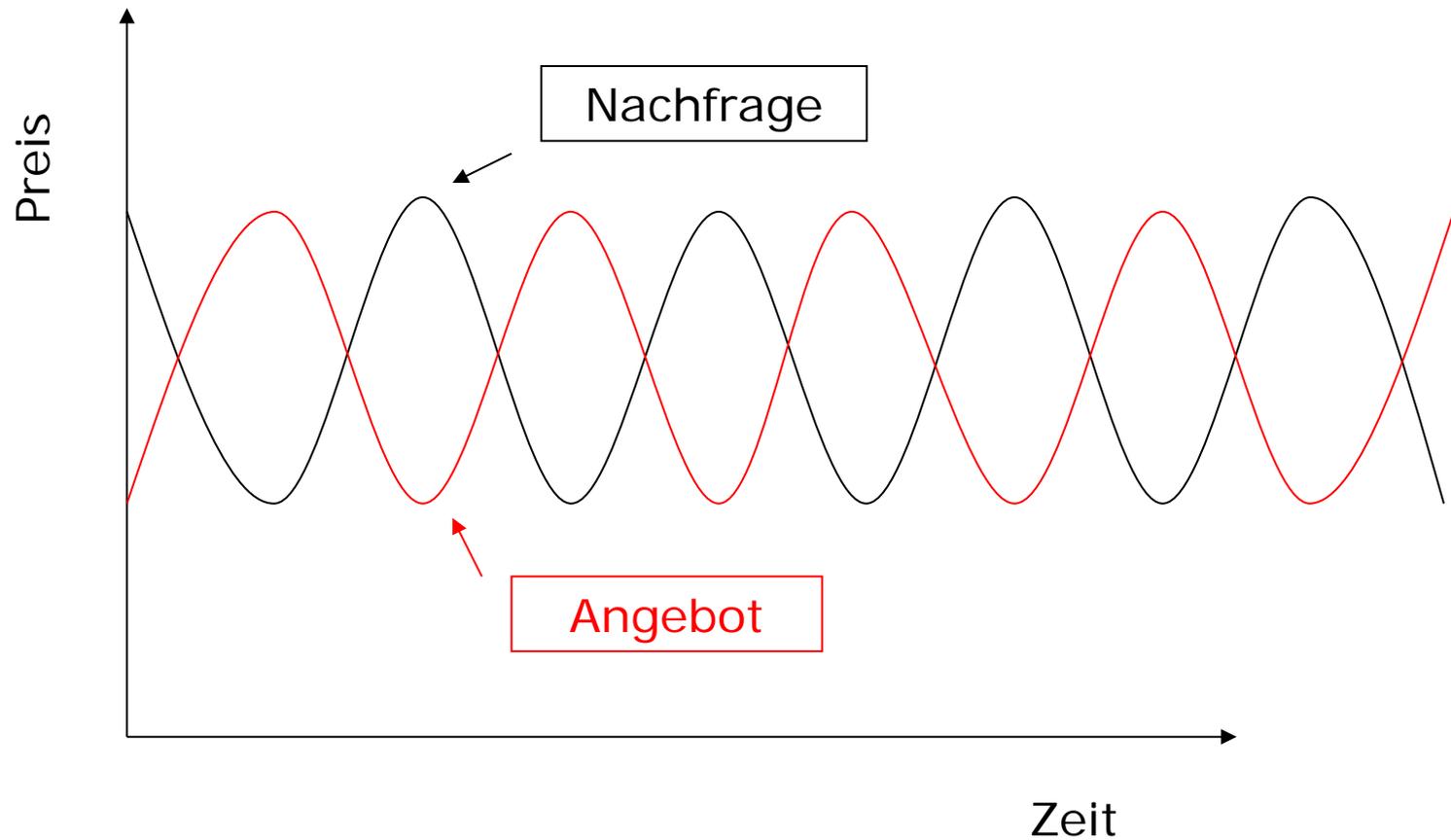
Beispiel „Wassertemperatur bei einem alten Wasserhahn“

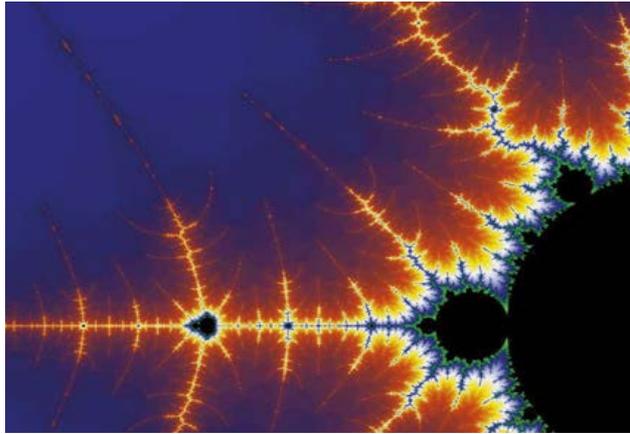


Beispiel „Angebot-/Nachfragezyklen“



Beispiel „Angebots-/Nachfragezyklen“

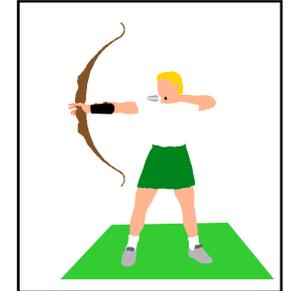




Nichtlineares Feedback (Grenz- & Schwellwerte)

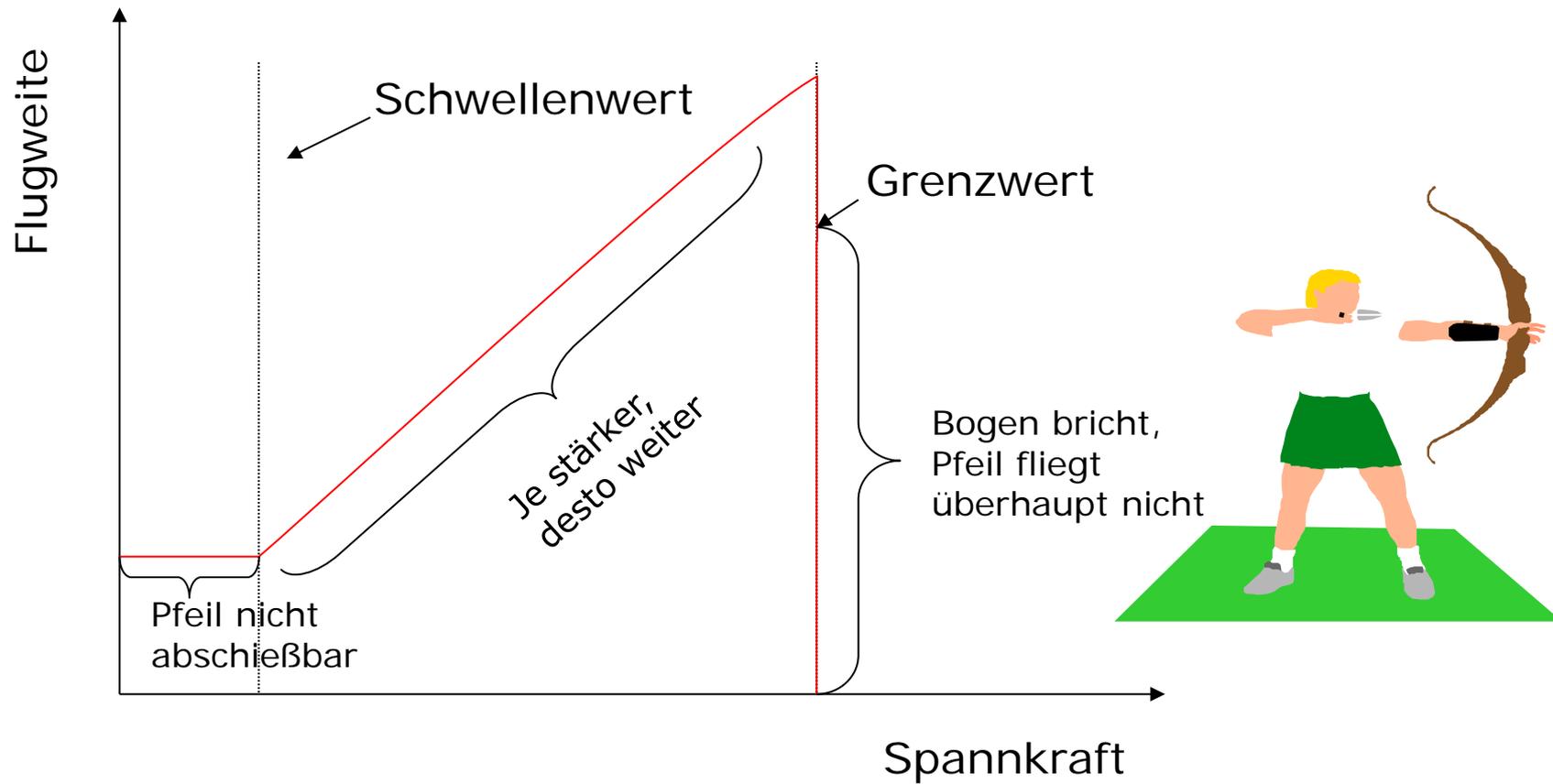
Feedbacksysteme

Grenz- und Schwellenwerte

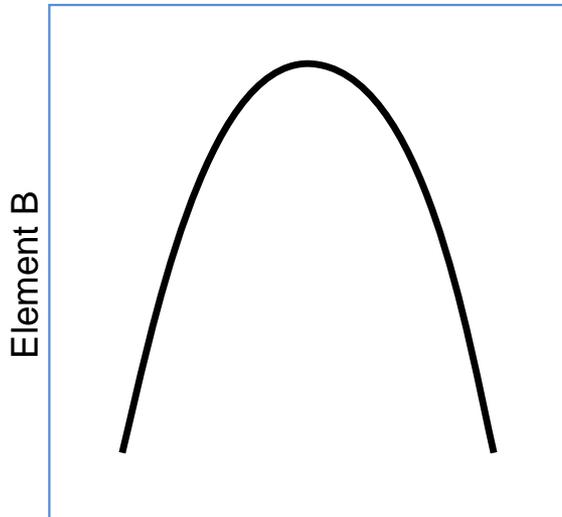


Unterhalb eines Schwellenwertes verhält sich das System anders, als drüber. Es kommt zu diskontinuierlichen Sprüngen im Verhalten.

Beispiel „Pfeil und Bogen“



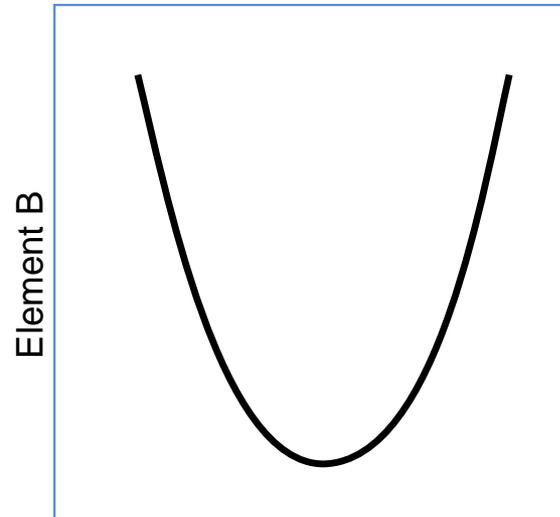
Andere nichtlineare Zusammenhänge (Beispiele)



Element A

Optimumkurve

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



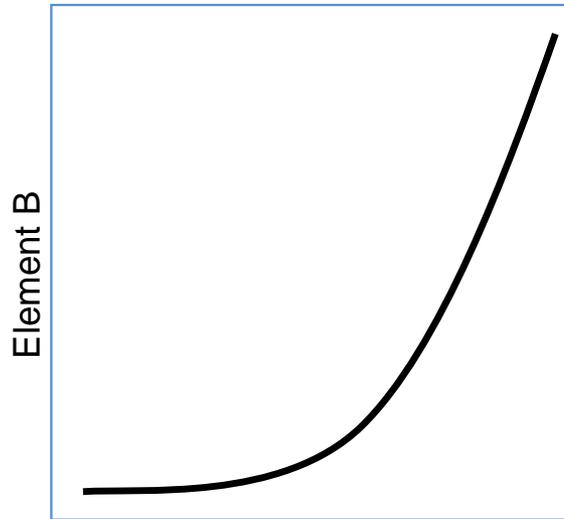
Element B

Element A

U-Kurve

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

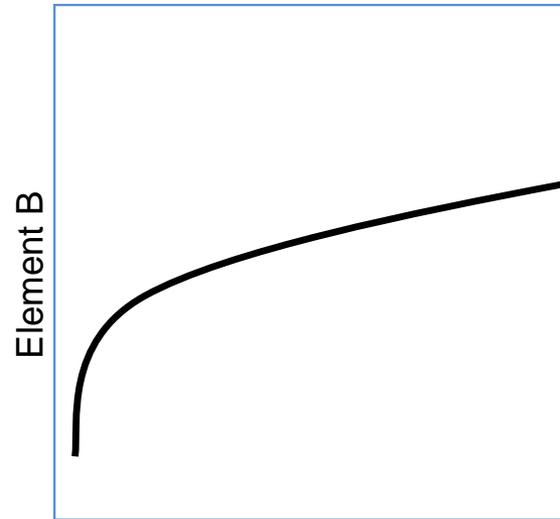
Andere nichtlineare Zusammenhänge (Beispiele)



Element A

Exponentialfunktion

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



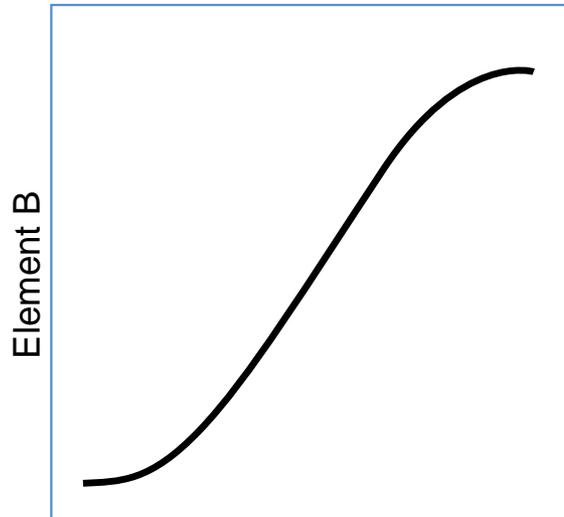
Element B

Element A

Logarithmusfunktion

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

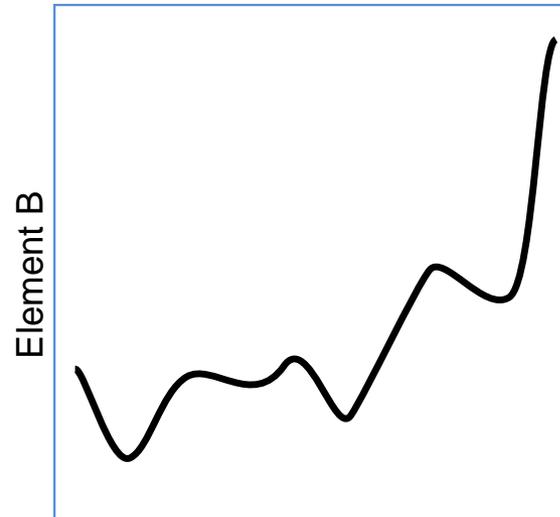
Andere nichtlineare Zusammenhänge (Beispiele)



Element A

S-Kurve

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



Element A

Sonstige Nichtlineare Funktion

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

Zusammenfassung

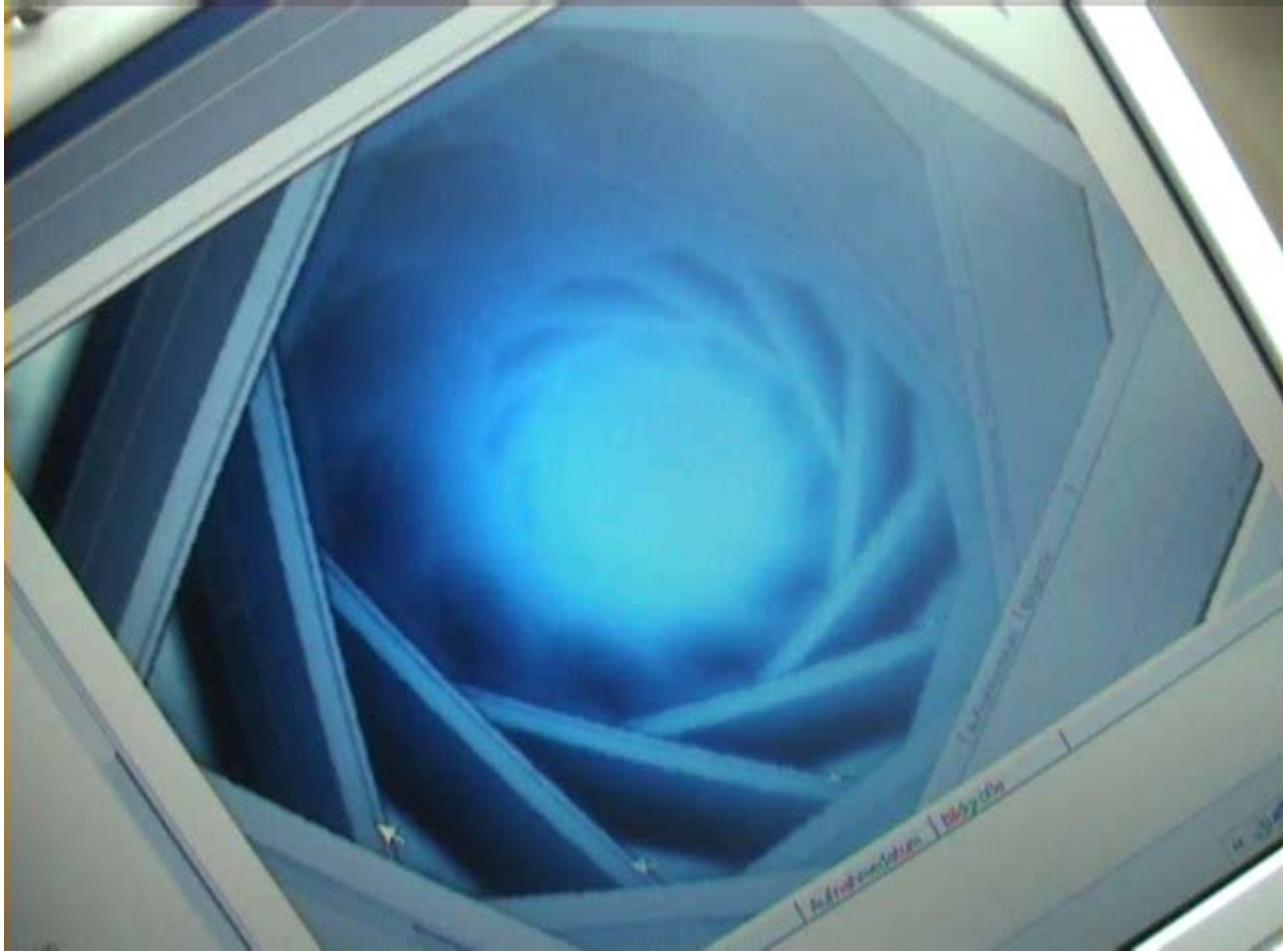
- **Positives Feedback.**
Problem: Unterschätzung des exponentiellen Wachstums.
- **Negatives Feedback.**
Problem: Unterschätzung der Selbstregulation.
- **Verzögerungseffekte.**
Problem: Neigung zur Übersteuerung.
- **Schwellenwerte oder andere nichtlineare Zusammenhänge.**
Problem: Diskontinuierliche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

Dennoch...

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

Sie erzeugen allenfalls „einfache“ oder „komplizierte“ Verhaltensweisen, nicht jedoch „komplexe“ Dynamiken.

Videofeedback

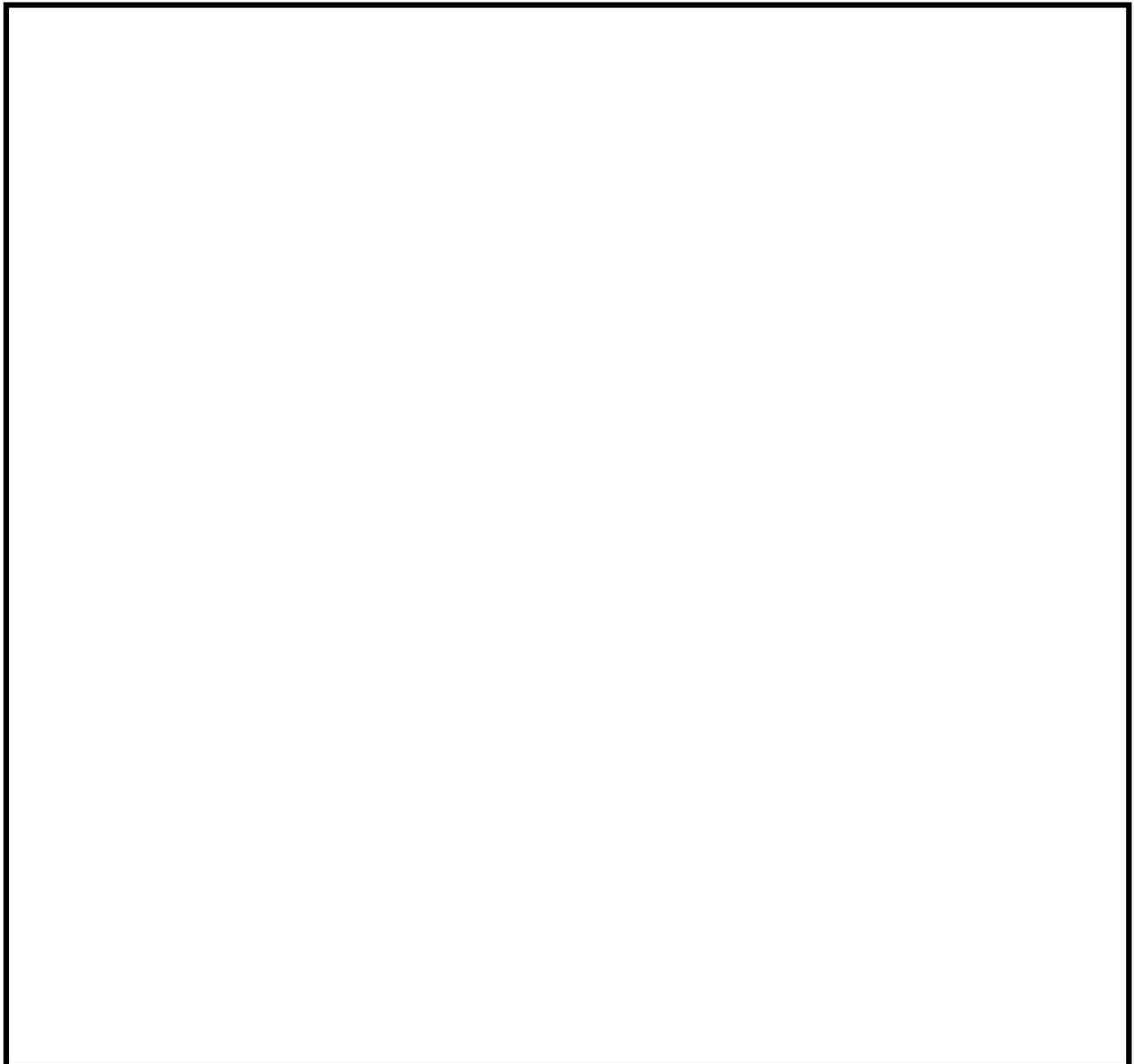


Beispiel: „Froschkolonie“

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



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