

P



Frederic Vester

# **Die Kunst vernetzt zu denken**

Ideen und Werkzeuge  
für einen neuen Umgang  
mit Komplexität

Ein Bericht an den Club of Rome

Pantheon

Sollte diese Publikation Links auf Webseiten Dritter enthalten,  
so übernehmen wir für deren Inhalte keine Haftung,  
da wir uns diese nicht zu eigen machen, sondern lediglich auf  
deren Stand zum Zeitpunkt der Erstveröffentlichung verweisen.



Verlagsgruppe Random House FSC® N001967

Erste Auflage 2019

Copyright © 1999 by Deutsche Verlagsanstalt GmbH, München

Copyright © dieser Ausgabe 2019 by Pantheon Verlag

in der Verlagsgruppe Random House GmbH,

Neumarkter Straße 28, 81673 München

Umschlaggestaltung: Büro Jorge Schmidt, München

Umschlagmotiv: Shutterstock/WWWoronin

Satz: Uhl + Massopust, Aalen

Druck und Bindung: CPI books GmbH, Leck

Printed in Germany

ISBN 978-3-570-55429-6

[www.pantheon-verlag.de](http://www.pantheon-verlag.de)

# Inhalt

Geleitwort von Ricardo Díez Hochleitner	7
Vorwort	9
<b>Teil 1: Was es zu vermeiden gilt</b>	13
1 • Die Angst vor Komplexität	16
2 • Fehler im Umgang mit komplexen Systemen	30
3 • Unsystemische Zielsetzung, Methodik und Strategie	49
4 • Wachstumsparadigma als Zielbeschreibung	68
5 • Die Fallen der Hochrechnung	86
<b>Teil 2: Was unsere Situation verlangt</b>	97
6 • Eine neue Sicht der Wirklichkeit	100
7 • Der biokybernetische Denkansatz	110
8 • Komplexität erkennen	124
9 • Systemgerechtes Planen und Handeln	154
10 • Vom Klassifizierungs-Universum zum Relations-Universum	173
<b>Teil 3: Das Sensitivitätsmodell</b>	185
11 • Arbeitshilfen für ein vernetztes Vorgehen	190
12 • Systembeschreibung	203
13 • Der systemrelevante Variablensatz	213
14 • Die inhärenten Wirkungen des Systems	226
15 • Wirkungsgefüge, Teilszenarien und Regelkreise	239
16 • Simulationen und Policy-Tests	255
<b>Teil 4: Der neue Weg zu nachhaltigen Strategien</b>	265
17 • Methodische Besonderheiten und Dialogführung	269
18 • Strategien und Maßnahmen der Systembewertung	285
19 • Ein universeller Planungsansatz	299
20 • Ausblick	327
Danksagung	353
Bibliografie	355
Register	367



# Geleitwort

Wir sind uns inzwischen allgemein der Tatsache bewusst, in einer komplexen Welt zu leben. So geht uns auch der Begriff Komplexität leicht über die Lippen, wenn wir den Zustand unserer Gegenwart beschreiben. Sehen wir uns Problemen gegenüber, deren Zahl in unserer Wahrnehmung ständig zunimmt, werden sie der Komplexität oder unserer mangelnden Fähigkeit, mit ihr umzugehen, zugeschrieben.

Haben wir den richtigen Zugang zur Komplexität, verstehen wir sie eigentlich? Der Versuch, durch eine immer umfangreichere Erfassung und Auswertung von Informationen mittels elektronischer Datenverarbeitung zu einer besseren Handhabung von Komplexität zu kommen, erweist sich zunehmend als ein Irrweg: Wir häufen zwar eine Unmenge von Wissen an, dieses ermöglicht jedoch nicht das Verständnis der Welt, in der wir leben; im Gegenteil, die Informationsflut trägt eher zum Unverständnis und zu unserer Unsicherheit bei. Trotz allem, der Mensch soll kein Sklave der Komplexität, sondern deren Meister sein.

Spätestens seit dem ersten Bericht an den Club of Rome ›Die Grenzen des Wachstums‹ aus dem Jahre 1972 wissen wir, dass die Menschheit in einem natürlichen System mit begrenzten Ressourcen lebt, in dem wir bei Gefährdung der Existenz der menschlichen Gesellschaft nicht alles machen können, was wir wollen. Tun oder Unterlassen an einer Stelle des Globus hat zwangsläufig Auswirkungen auf andere Regionen; im *global village* gibt es keine fernen Probleme mehr. Tun oder Unterlassen heute kann die Lebensbedingungen zukünftiger Generationen beeinflussen.

Es ist das große Verdienst unseres Kollegen Frederic Vester mit seinem biokybernetischen Denkansatz, den er seit Jahren konsequent verfolgt, einen Weg zu weisen, wie wir Lebensbedingungen für die Menschheit schaffen können, die der *sustainability* genügen.

In seinem Buch stellt Frederic Vester nicht nur in sehr anschaulicher und verständlicher Weise die wissenschaftlich-theoretischen Grundla-

gen des dazu erforderlichen vernetzten Denkens dar, sondern er bietet in einem Werkstatt-Bericht, der sich auf langjährige praktische Erfahrungen gründet, einen faszinierenden Überblick über die Vielfalt der Instrumente des Lernens, die uns allen, aber vor allem auch den Entscheidungsträgern in Wirtschaft, Gesellschaft und Politik zu einer kreativen Gestaltung unserer Umwelt zur Verfügung stehen. Hier kann der Autor vor allem auf sein bereits seit langem praktiziertes Sensitivitätsmodell hinweisen, mit dem in vielen Problembereichen Lösungsstrategien für ein systemgerechtes Planen und Handeln gewonnen werden können.

Mit Recht spricht Frederic Vester von einer Kunst; denn er zeigt an vielen Beispielen die Grenzen auf, Komplexität analytisch in den Griff zu bekommen. Vielmehr geht es darum, Realitäten intuitiv, gewissermaßen künstlerisch, anhand von Mustern mit Unschärfen zu erfassen. Das Buch vermittelt uns Gespür für Komplexität und gibt vielfältige Anregungen, wie jeder von uns in seinem Verantwortungsbereich Komplexität schöpferisch zur Zukunftssicherung der Menschheit nutzen und gestalten kann.

Dieses Buch wird auch unsere Arbeit im Club of Rome sehr befruchten. Wir wünschen dem Autor und seiner wichtigen Botschaft wie bei seinen bisherigen Veröffentlichungen große Resonanz. Möge sein Buch viele interessierte Leser, vor allem aber »Anwender und Täter« finden!

Ricardo Díez Hochleitner  
Ehrenpräsident des Club of Rome



## Vorwort

Wir leben in einer Welt, deren ineinander greifende Abläufe für unseren menschlichen Geist schon immer schwer zu begreifen waren – seien es die Nahrungsnetze lebender Organismen, das komplexe Spiel der Naturkräfte oder die weit greifende wirtschaftliche Vernetzung. Die exponentiell angestiegene Menschendichte und in ihrem Gefolge die als Fortschritt deklarierten immer stärkeren Eingriffe in den Naturhaushalt und in die menschliche Lebensqualität durch technologische Entwicklungen haben diese Wechselwirkungen so verdichtet, dass sie zu verstehen trotz aller wissenschaftlichen Erkenntnisse mit jedem Tag schwieriger zu werden scheint. In einer solchen Situation wächst natürlich die Hemmschwelle, sich überhaupt mit komplexen Abläufen zu befassen.

Die zunehmenden Krisen und Umweltkatastrophen zeigen aber, dass es höchste Zeit ist Fortschritt nicht länger nur auf der materiellen oder gar technokratischen Ebene zu sehen, sondern in einer neuen Ebene unseres Denkens, das dem veränderten Zustand unserer dicht bevölkerten Erde adäquat ist.

An der Schwelle zum dritten Jahrtausend und angesichts der von uns innerhalb weniger Jahrzehnte geschaffenen globalen Situation dürfte es somit an der Zeit sein einmal innezuhalten und uns auf ein neues Paradigma einzustellen, das sich an den auf unserem Planeten herrschenden Systemgesetzmäßigkeiten orientiert. Denn ehe wir uns und unseren Lebensraum einer immer unkontrollierteren Entwicklung aussetzen, sollten wir versuchen unsere Welt in ihrer tatsächlichen Vernetzung zu sehen, um mit den technologischen Möglichkeiten, die wir entwickelt haben, nicht weiterhin unbekümmert zu hantieren, sondern sie ab jetzt mit Systemverständnis einzusetzen.

Was wir dazu brauchen, ist eine neue Sicht der Wirklichkeit: die Einsicht, dass vieles zusammenhängt, was wir getrennt sehen, dass die sie verbindenden unsichtbaren Fäden hinter den Dingen für das Geschehen in der Welt oft wichtiger sind als die Dinge selbst. Denn wo immer

wir auch eingreifen, pflanzt sich die Wirkung fort, verliert sich, taucht irgendwo anders wieder auf oder wirkt auf Umwegen zurück: Die Eigendynamik des Systems hat das Geschehen in die Hand genommen. Eine Korrektur am Ausgangspunkt ist nicht mehr möglich. Um zu erfassen, was unsere Eingriffe in einem komplexen System bewirken, kommen wir nicht umhin, das Muster seiner vernetzten Dynamik verstehen zu lernen.

Meine Beschäftigung mit diesem Ansatz des vernetzten Denkens und dem darauf beruhenden Planen und Handeln, das sich an der Kybernetik überlebensfähiger Systeme, ihren Steuer- und Regelprinzipien orientiert, erstreckt sich über drei Jahrzehnte. Die während dieser Zeit publizierte wissenschaftliche und schriftstellerische Arbeit war seither durchgehend der Anwendung und Propagierung dieser Erkenntnisse sowie der Entwicklung strategisch einsetzbarer Hilfsmittel gewidmet.

Bereits mit der Studie ›Systemzusammenhang in der Umweltproblematik‹ (1970) für die Stadt München und der UNESCO-Studie ›Urban Systems in Crisis‹ (1976) versuchte ich, Leitlinien für einen neuen Umgang mit Komplexität zu erarbeiten und zu vermitteln. In meinen Hauptwerken ›Das kybernetische Zeitalter‹ (1976) und ›Neuland des Denkens‹ (1980) habe ich diesen Ansatz auf die globale Entwicklung ausgedehnt und erstmals den Versuch unternommen, die verschiedenen Gebiete unserer Zivilisation auf ihre Stellung im Gesamtzusammenhang zu untersuchen und sie gleichzeitig auf bestehende Ansätze einer kybernetischen Neuorientierung zu durchforsten. Die Einsicht in ›Unsere Welt als vernetztes System‹ sollte auch meine Wanderausstellung gleichen Namens vermitteln. Weitere Ausstellungen, Bücher und Strategiespiele hatten alle dasselbe Anliegen.

Gleichzeitig erhielt die Bedeutung der Systemdynamik Auftrieb durch MEADOWS' ›Grenzen des Wachstums‹ und die weiteren Berichte an den Club of Rome bis zu Ernst Ulrich v. WEIZSÄCKERS Buch ›Faktor Vier‹. Die St.Gallener Schule um Hans ULRICH, die von Matthias HALLER angeregten Arbeiten des dortigen Instituts für Versicherungswirtschaft unter Einsatz des von mir entwickelten Sensitivitätsmodells und viele weitere Mitstreiter wie der Chefplaner des Umlandverbandes Frankfurt, Alexander von HESLER, bestätigten mich zunehmend in meinem Bestreben, das vernetzte Denken und das Paradigma der

Systemverträglichkeit über den akademischen Bereich hinaus in die Öffentlichkeit zu tragen.

Inzwischen scheint es – zumindest im europäisch-amerikanischen Kulturraum – nicht mehr nötig zu sein, für ein allgemeines Umweltbewusstsein zu kämpfen. Francis BACONS paradoxe Aussage: »Wer die Natur beherrschen will, muss ihr gehorchen« leuchtet nach dem immer häufigeren Zurückschlagen der Natur in den letzten Jahrzehnten nicht nur den direkt Betroffenen ein. Die Bedeutung einer intakten Umwelt als unsere wichtigste wirtschaftliche Grundlage wird – zumindest in öffentlichen Bekenntnissen – nicht länger in Zweifel gezogen. All das spiegelt einen gewissen Umdenkungsprozess wider. In der Praxis sieht es allerdings nach wie vor anders aus. Unter dem Druck kurzfristiger Entscheidungen ist bei unseren politischen und wirtschaftlichen Entscheidungsträgern wenig davon zu spüren, vernetzte Zusammenhänge zur Kenntnis zu nehmen oder gar in ihr Planen und Handeln einzubeziehen. Meist mangelt es dabei weniger am guten Willen als schlicht und einfach am nötigen Wissen, so dass man oft den Ast absägt, auf dem man sitzt.

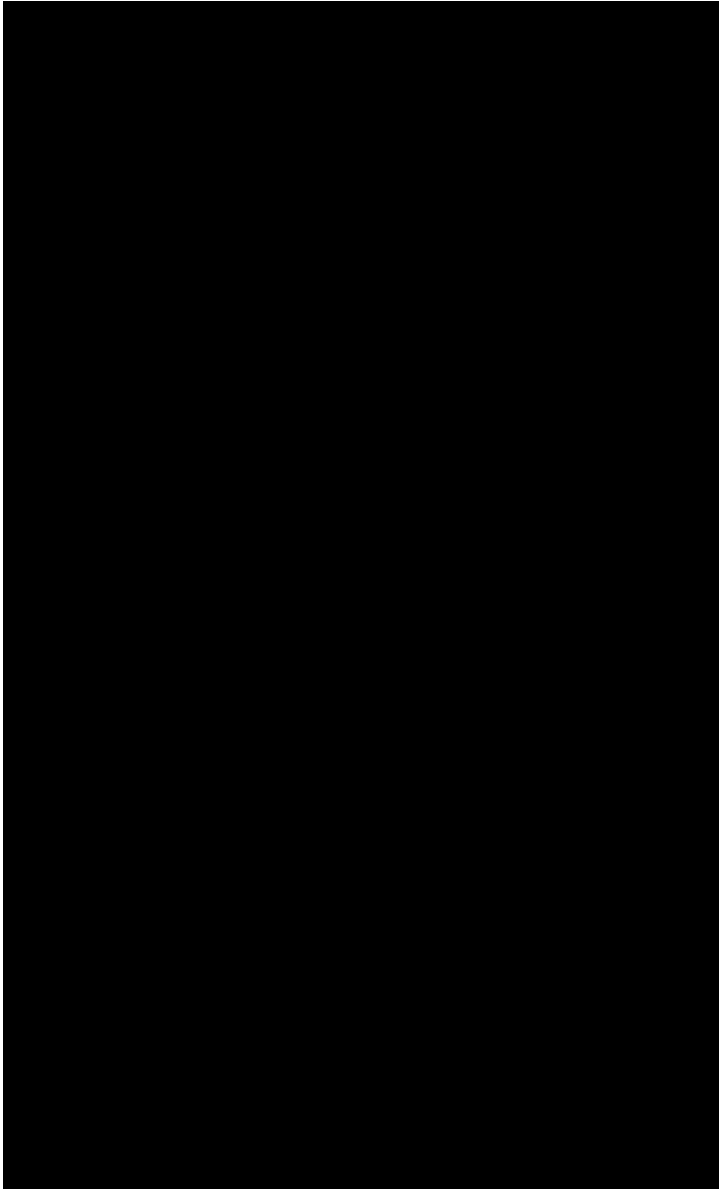
Die dringende Notwendigkeit einer Umsetzung des vernetzten Denkens in die planerische Praxis mit der Vorgabe, die zunehmende Komplexität nicht zu meiden, sondern sie zu nutzen, hat mich daher immer stärker beschäftigt. Dabei war mir bewusst, dass die darauf beruhenden Planungs- und Entwicklungsmethoden andere sein müssten, als sie für das unvernetzte Vorgehen mit seinen oft kontraproduktiven Strategien eingesetzt wurden. Denn die sich häufenden Fehlschläge in den vergangenen Jahren zeigten, dass die klassischen Planungsansätze, sei es im Unternehmensbereich, in der Regionalplanung, in der Entwicklungshilfe oder in der Umweltpolitik an den immer komplexeren Wirkungen und Rückwirkungen, die damit nicht erfasst werden, scheiterten, ja scheitern mussten.

Hier Besserung zu erzielen, war Anlass für mich, mit dem Sensitivitätsmodell ein anwenderfreundliches Verfahren zu entwickeln, mit dem es gelingen würde, den Sprung von deterministischen Hochrechnungen, immensen Datensammlungen und geschlossenen Simulationsmodellen hin zu einer biokybernetischen Interpretation und Bewertung des Systemverhaltens zu vollziehen. »Die Kunst vernetzt zu denken« soll

helfen, diesen Sprung im Sinne einer nachhaltigen Entwicklungsstrategie, die nicht nur theoretisch, sondern auch für den praktischen Gebrauch umsetzbar ist, plausibel und nachvollziehbar zu machen. Dazu werde ich in einem ersten Teil unter dem Titel ›Was es zu vermeiden gilt‹ die Probleme wachsender Komplexität deutlich machen und die weittragenden Folgen aufzeigen, die ein nicht-adäquater Umgang mit komplexen Systemen für unseren Lebensraum und die auf ihm basierende Wirtschaft hat. Die typischen Ängste und Fehler in Zielsetzung, Methodik und Strategie werden aufgedeckt, die es in Zukunft zu vermeiden gilt. Im zweiten Teil ›Was unsere Situation verlangt‹ wird erläutert, welche neue Sichtweise nötig ist, um überhaupt Komplexität zu erfassen, und welche Hilfen wir aus der organisatorischen Bionik und der Biokybernetik in Anspruch nehmen können, um besser mit komplexen Systemen umzugehen. Für den Club of Rome-Bericht sind hier als typische Beispiele unbeachteter Komplexität die Problemfelder Atomenergie und Gentechnik neu hinzugekommen. Der dritte Teil ›Das Sensitivitätsmodell‹ stellt die dafür entwickelten neuen Werkzeuge und Vorgehensweisen vor. Hier wird der Zugang zum vernetzten Ansatz und seinen neuartigen Arbeitshilfen aufgezeigt und an Beispielen erläutert, wie seine Umsetzung zu bewerkstelligen ist. Die Kapitel des vierten Teils ›Der neue Weg zu nachhaltigen Strategien‹ befassen sich damit, welche Lösungsstrategien für ein systemverträgliches Planen und Handeln aus einem Sensitivitätsmodell gewonnen und wie sie wirksam in die Praxis umgesetzt werden können: auch hier ergänzt durch neue Abschnitte zu einer kybernetischen Sicherheitspolitik mit dem Versuch einer Analyse des Terrorismus und grundsätzlichen Gedanken zu einer kybernetischen Medizin. So werden in den 20 Kapiteln des Buches nicht nur die Fehlerquellen des heute noch üblichen – die Vernetzung von Systemzusammenhängen missachtenden – Planens und Wirtschaftens aufgespürt und aus kybernetischer Sicht analysiert, sondern es wird auch ein praktikabler und von jedem Entscheidungsgremium gangbarer Weg beschrieben, die tief greifenden Möglichkeiten einer auf dem vernetzten Denken basierenden Planung und Entscheidungsfindung, nicht zuletzt im Sinne der Agenda 21, für den politischen, wirtschaftlichen, ökologischen und sozialen Bereich zu nutzen.







# 1 • Die Angst vor Komplexität

Komplexität hat sehr viel mit Vernetzung zu tun, ja kommt erst durch Vernetzung zustande. Komplexe Vorgänge verlangen daher zu ihrem Verständnis ein Denken in Zusammenhängen, das sich an der Struktur organisierter Systeme und ihrer speziellen Dynamik orientiert. Das scheint vielen Menschen Schwierigkeiten zu bereiten – und dies nicht nur aus der üblichen Angst vor einer Veränderung eingefahrener Denkmuster, sondern auch aus Angst vor der Komplexität selbst, der wir uns nicht gewachsen fühlen. Wenn vom vernetzten Denken die Rede ist – das wir als Vorschulkinder alle einmal beherrschten (denn nur ganzheitlich und nicht in Fächer eingeteilt erlebten wir zunächst die Welt) –, meinen viele, dass das etwas dem menschlichen Geist Fremdes sei, das man ganz neu erlernen müsse. Ja, man scheut sich Vernetzung überhaupt zur Kenntnis zu nehmen und konzentriert sich lieber auf das Einzelne, das konkret Fassbare, statt auf übergeordnete Zusammenhänge und auf jene unsichtbaren Beziehungen zwischen den Dingen, die über das Einzelne hinausgehen.

So steckt man den Kopf in den Sand und glaubt zum Beispiel, am ehesten mit Problemen fertig zu werden, wenn man sie dort bekämpft, wo sie auftreten. In einem komplexen System jedoch führt gerade die Beseitigung eines Problems an Ort und Stelle – statt den Systemzusammenhang zu berücksichtigen – meist dazu, dass man damit gleich wieder zwei neue Probleme schafft. Das erklärt die Tatsache, dass sich in immer mehr Teilen der Welt die wirtschaftliche und ökologische Situation trotz vieler ernsthafter Versuche, der wachsenden Probleme auf unvernetzte Weise Herr zu werden, bereits im Kollaps befindet. Und da es sich meistens um indirekte Wirkungen handelt, die erst mit Zeitverzögerung auftreten, liegen die Ursachen häufig nicht auf der Hand; wir suchen sie an der falschen Stelle – und die Spirale dreht sich weiter.

So hängen wir immer noch der Illusion nach, man könne bei der Gestaltung unserer Welt wie in früheren Zeiten frei nach Wunsch Pläne machen und, soweit die technischen Möglichkeiten zur Verfügung ste-



hen, diese auch umsetzen. In der Tat besaßen unsere Lebensräume und Ökosysteme, Wasser, Luft und Boden, über viele tausend Jahre hinweg genügend Pufferkapazität, um Eingriffe des Menschen in die Umwelt – meistens ohne Rückwirkung auf seine Überlebensfähigkeit als dominante Spezies – immer wieder auszugleichen. Heute, bei einer Weltbevölkerung von 6 Milliarden, wirkt jeder Eingriff in die Biosphäre über eine Art Kreisprozess mit unterschiedlicher Zeitverzögerung irgendwann auf uns selbst zurück. Immer sind wir zugleich Verursacher und Empfänger. Wohl zu keiner Zeit hatte der Mensch durch seine Kommunikationsmittel die Welt so intensiv durchdrungen, war er so unentrinnbar in alle Abläufe auf diesem Planeten einbezogen wie heute. Wo wir auch hinschauen, mischen wir mit, ist Wirtschaft, Politik und Technik im Spiel. Und mag etwas noch so weit entfernt passieren – eine technische Neuentwicklung in Japan, die Abholzung brasilianischer Urwälder oder die Gründung einer Sekte in den USA –, es berührt unsere Wirtschaft, unser Klima, unsere Lebensweise, auch wenn dies im Moment nicht spürbar ist. Die heutigen Klimaveränderungen und die exponentielle Häufung der durch Stürme und Überschwemmungen, Trockenheiten und Waldbrände ausgelösten Desaster etwa spiegeln nicht wider, was wir heute tun, sondern sind unter Umständen die Folge unseres Wirtschaftens in den siebziger Jahren; und viele Folgen unserer heutigen Eingriffe werden – dann vielleicht noch weit drastischer – wohl erst unsere Enkel zu spüren bekommen.

Die Tatsache, dass der unvernetzte Denkansatz jahrhundertlang als Handlungsmaxime ausreichte, um unser Überleben auf diesem Planeten zu sichern, heißt jedenfalls nicht, dass wir weiterhin auf ihn bauen könnten. Gewiss ist er auch heute noch in Einzelbereichen wie dem Bau einer Maschine oder der Konstruktion von Fertigteilen von Nutzen und bei bestimmten Teilschritten innerhalb komplexer Projekte oft unverzichtbar. Diese Vorgehensweise, die man technokratisch-konstruktivistisch nennen könnte, stößt jedoch bereits dort an ihre Grenzen, wo es um den Einsatz einer Maschine und damit um einen Eingriff in das komplexe System Mensch-Umwelt geht; denn sie erschöpft sich in der Erfassung von Systemteilen und deren linear-kausalen Mechanismen, leistet dort vielleicht sogar Hervorragendes, vernachlässigt aber sträflich den Systemcharakter als Ganzes.

Im Zeitalter hochkomplexer, miteinander vernetzter Strukturen und Vorgänge ist es somit unabdingbar, dass wir über diesen simplen linearen Ansatz hinausgehen und in unserem Denken, Planen und Handeln die vorliegende Komplexität, das heißt die vernetzten Zusammenhänge unserer Welt, nicht nur zur Kenntnis nehmen, sondern sie zu nutzen lernen, um »nachhaltig«, also evolutionär sinnvoll handeln zu können. Andernfalls dürften wir uns in unserer immer komplexeren Welt zunehmend weniger zurechtfinden und mit unseren Vorhaben immer häufiger Schiffbruch erleiden. Um eine Evolution unseres Denkens und unseres Managements kommen wir jedenfalls nicht mehr herum.

Das Dilemma der Entscheidungsfindung in Wirtschaft, Finanzwelt, Politik und Verwaltung liegt nun darin, dass einerseits diese Einsicht in die Notwendigkeit einer ganzheitlichen Betrachtungsweise wächst, aber andererseits – oft nur aus Hilflosigkeit – die isolierte Behandlung von Einzelbereichen dennoch weiter fortschreitet. Die Scheu, sich vor wichtigen Entscheidungen mit komplexen Systemen und den ihnen zugrunde liegenden Wirkungsgefügen näher zu befassen, wird durch die folgenden Faktoren noch verstärkt: Zum einen nehmen Anzahl und Vernetzungsgrad der für unser Handeln relevanten Einflussgrößen mit jedem Tag zu und verstärken damit den Eindruck der Undurchschaubarkeit. Aber auch das Tempo ihrer Veränderungen hat sich in einem bisher nicht gekannten Ausmaß beschleunigt: Ihre Messdaten ändern sich täglich.

## **Die fehlende Ausbildung in Systemkunde**

Um dieser Situation Herr zu werden, wäre eine erweiterte Ausbildung in »Systemkunde« Voraussetzung, die das jeweilige Spezialgebiet immer in das Gesamtgefüge des dazugehörigen Wirkungs- und Lebensraumes einzubetten weiß. Um es auf einen Nenner zu bringen: Das vernetzte Denken müsste in Schule und Weiterbildung ab sofort einen angemessenen Platz finden. Denn in Zukunft werden diejenigen von uns, die darin nicht ausgebildet sind, mit Sicherheit noch größere Probleme haben, das Mosaik der realen Wechselwirkungen zu interpretieren und mit ihren Spielregeln zurechtzukommen.

Nun ist das Denken in Zusammenhängen zukünftig zwar Voraussetzung, aber das allein wird unsere Probleme nicht lösen. Es gilt auch, diesen Denkansatz in die planerische Praxis zu übertragen und in Handlung umzusetzen. Dazu sind neuartige instrumentelle Hilfen nötig; denn auch hier begegnen wir wieder einer großen Hemmschwelle: Der Aufwand bisher zur Verfügung stehender systemanalytischer Methoden ist gewaltig und zeitraubend; man fürchtet in Daten zu ertrinken und sie dennoch nicht in der nötigen Vollständigkeit erfassen zu können – von den vielen Querbeziehungen ganz zu schweigen. Eine erneute Kapitulation vor der Komplexität ist die Folge. Die Argumentation endet meistens mit der Einstellung: Schon in meinem engeren Fachgebiet werde ich mit der Datenfülle der modernen Entwicklung nicht mehr fertig, wie soll ich dann erst zurechtkommen, wenn nun auch noch Psychologie, Politik, Kommunikationstechnik, Verkehr oder Bauwesen hinzukommen? Solchermaßen frustriert, zieht man sich bei der realen Konfrontation mit Komplexität gerne wieder auf das gewohnte »lineare Denken« zurück, flüchtet sich in Einzelexperten und glaubt wenigstens mit diesen auf sicherem Boden zu stehen.

### **Die Grenze der Detaillierung**

Sobald man ins Detail geht, wird man selbst in einem noch so begrenzten Spezialgebiet früher oder später mit Daten überschüttet. Da man den Systemcharakter nicht erfasst, findet man auch nicht die adäquate Aggregationsstufe, bezieht übergeordnete Systemebenen ebenso in die Betrachtung mit ein wie Indikatoren von Subsystemen. Denn wo ist die Grenze der Detaillierung? Um etwa das Brutverhalten einer Wasservogelart zu erfassen, ist es keineswegs nötig auch die Anzahl der Federn, die Blutdruck- und Nierenfunktion der Enten, die Schlammkorngröße und die Verzahnung des Nestbaumaterials zu ermitteln. Und selbst wenn man all das einbezüge, wäre auch dieser Feinheitegrad wieder willkürlich gewählt. Man könnte ebenso gut noch die chemische Zusammensetzung der Eierschalen bestimmen, ja bis in den atomaren Bereich hinuntergehen. Die Detaillierung hätte im Grunde nirgendwo ein Ende und die Möglichkeiten an Wechselwirkungen reichten bis ins

Unendliche. Letzten Endes muss man immer irgendwo zwischen Atom und Weltall einen brauchbaren Komplexitätsgrad wählen, um ein System zu beschreiben. Auf welcher Aggregationsebene wir uns bei der Erfassung eines komplexen Systems bewegen müssen, um mit diesem ausreichend, sinnvoll und noch handhabbar umgehen zu können, wird später ausführlich beschrieben werden.

Nicht auf die Informationsmenge, auf die richtige Auswahl kommt es an. Und das trifft auch ganz allgemein auf die uns überrollende Informationsflut zu. Ausgerechnet in ihr wird oft das Heil für die Zukunft der Menschheit gesehen. Der Begriff der »Informationsgesellschaft«, der vor allem in politischen Kreisen als großes Novum herumspukt (als ob wir als soziale Lebewesen nicht schon immer eine Informationsgesellschaft gewesen wären), beginnt zum großen Absurdum zu werden. Vor lauter Euphorie über den erweiterten Zugang zur totalen Information übersehen wir nämlich, dass schon jetzt die jedermann zugängliche Informationsfülle für den Einzelnen überhaupt nicht mehr zu bewältigen ist und unsere Angst vor komplexen Sachverhalten nur erhöht. Mehr Information bedeutet gewiss nicht, besser informiert zu sein. Da dieser Glaube jedoch weit verbreitet ist, führt der vermeintliche Ausweg aus dem Komplexitätsdilemma zu einer Vervielfachung der Informationsmenge. So führt die Angst vor dem Datenaufwand paradoxerweise zu einem noch größeren Datenaufwand.

## **Die Scheu vor »weichen« Daten**

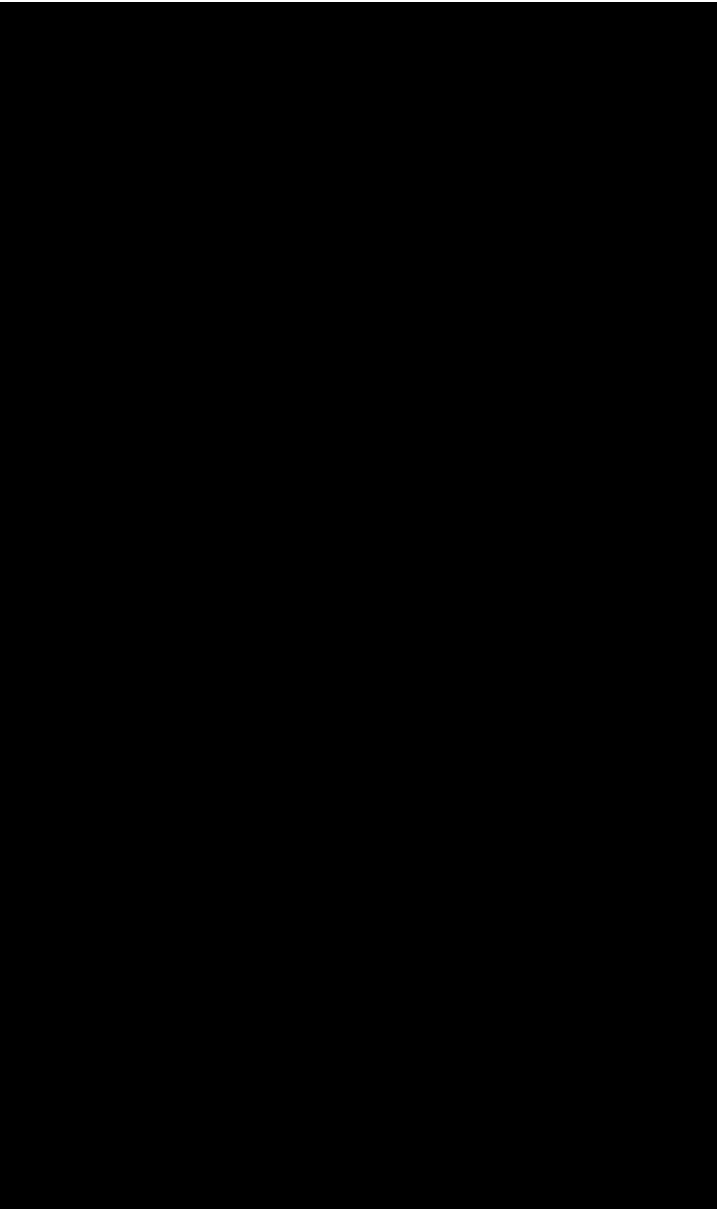
Ein weiteres Manko bei der Erfassung komplexer Systeme liegt in der einseitigen Auswahl der Systemkomponenten. In unserer Fixierung auf »gesicherte Messwerte« und die dazu zur Verfügung stehenden modernen Techniken sind es in erster Linie die (zufällig) messbaren Daten, die in eine Systemerfassung Eingang finden (wenn schon eine Auswahl an Daten getroffen werden muss, dann doch möglichst nur »gesicherte«, also zahlenmäßig erfassbare). Qualitative Faktoren, sogenannte »weiche« Daten, bleiben unberücksichtigt, obwohl sie für das Verhalten eines Systems eine ebenso große Rolle spielen, ja für das Verständnis von Systemabläufen oft weit wesentlicher sind. Dies hat zur

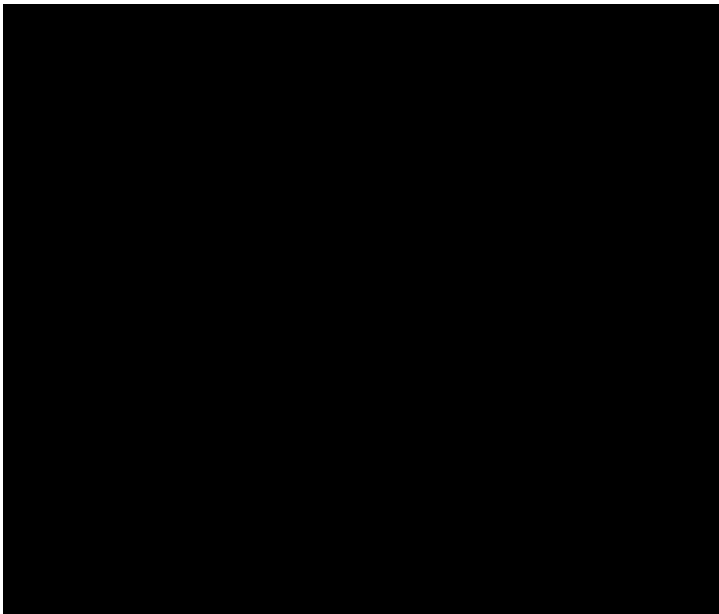
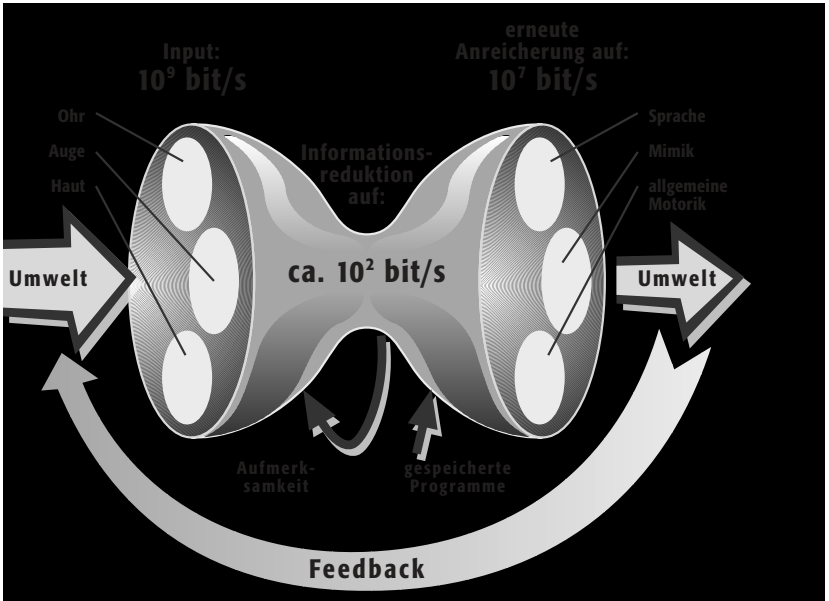
Folge, dass ein so erfasstes System grundsätzlich »schief« dargestellt wird, einfach weil große Teile des Systems fehlen.

Die Scheu, mit »weichen« Daten umzugehen, ist weit verbreitet. In ihr spiegelt sich eine weitere Angst im Umgang mit Komplexität wider: Man fürchtet durch Einbeziehung qualitativer Faktoren wie subjektiver Meinungen, Antipathie, Prestige, Attraktivität, Schönheit, Konsensfähigkeit, Sicherheitsgefühl und Ähnlichem den »sicheren« Boden wissenschaftlicher Betrachtung zu verlassen. Dabei wird vergessen, dass Aussagen über ein System, die wesentliche Teile von ihm unberücksichtigt lassen, weit unwissenschaftlicher sind.

## **Das Erkennen von Mustern**

Damit treffen wir auf einen der Kardinalfehler in der Beurteilung dessen, was für die Erfassung von Komplexität wichtig ist. Denn hier geht es um das »Gesicht« der Wirklichkeit, um das Erkennen von Mustern: *pattern recognition* – eine Form der Informationsverarbeitung, die Computerprogrammen noch äußerst schwer fällt. Für die Mustererkennung sind nämlich gerade nicht die zahlenmäßig erfassbaren Messwerte hilfreich. Statt zu glauben, uns mit ihnen absichern zu können, sollten wir uns eher vor ihnen hüten. Warum? Weil sie uns »Verlässlichkeit« vorspiegeln, obgleich sie als Messwerte von »Variablen«, also von veränderlichen Größen, in einem dynamischen offenen System nur eine vorübergehende Rolle spielen. Als isoliert erfasste Messwerte können sie schon im nächsten Moment überholt sein, also falsch werden und, nimmt man sie als festen Wert, Fehler perpetuieren. Aussagekräftig für das Erkennen von Mustern sind weit eher die Beziehungen zwischen den Systemkomponenten, die, auch wenn die Komponenten selbst sich ändern, letztlich weiterhin das Bild bestimmen, also viel »verlässlicher« als deren noch so exakte Messwerte sind.





Aufgabe aller Lebewesen, die darauf abzielt, die Wirklichkeit schon mit wenigen Ordnungsparametern in ihrer Gesamtheit zu erfassen, gleichsam ihr »Gesicht« zu erkennen: eine unerlässliche Fähigkeit auch für unser Überleben auf diesem Planeten, die wir leider sehr wenig nutzen. Wenn wir diese Fähigkeit bei unserem Tun aber ausschalten – wie das in den meisten fachorientierten Planungen mit ihrer Datenflut heute immer noch der Fall ist –, darf es nicht wundern, dass dieses Tun dann von Fall zu Fall in die Irre führt.

## **EDV mit falscher Weichenstellung**

Die Art, wie unsere Computer programmiert sind und etwa auch das Internet strukturiert ist, geht derzeit noch in die umgekehrte Richtung, indem sie statt zur Auswahl von Information zur Überflutung mit Daten führt. So sind auch die Bemühungen unserer EDV-Spezialisten und der weltweite Datenzugang über das Internet meistens nur lineare Vorstöße, im guten Glauben, dass die Bewältigung der Komplexität des Systems vor allem nach mehr und genaueren Daten verlangt und eine Klassifizierung nach Oberbegriffen genügt. Doch wachsende Datenmengen führen ähnlich wie wachsender Verkehr letztlich zum Chaos und damit zur Ineffizienz. Von einer besseren Beherrschung von Komplexität durch die schnelle automatische Datenübertragung kann jedenfalls keine Rede sein. Der Nutzen von Information liegt eindeutig in der Auswahl, nicht in der Fülle, in ihrer Relevanz, nicht im Übertragungstempo. Zur Erarbeitung systemverträglicher Strategien müssen also auch in der EDV die Weichen anders gestellt werden. Sie muss uns helfen anstelle möglichst vieler Punkte Muster zu erfassen. Dann kann sie auch dazu beitragen die genannten Ängste vor der Komplexität zu überwinden.

## **Was ist ein komplexes System?**

Allerdings gilt es bei jeder vernetzten Betrachtung vorab zu klären, ob man es mit komplexen Systemen oder nur mit Systemteilen oder gar

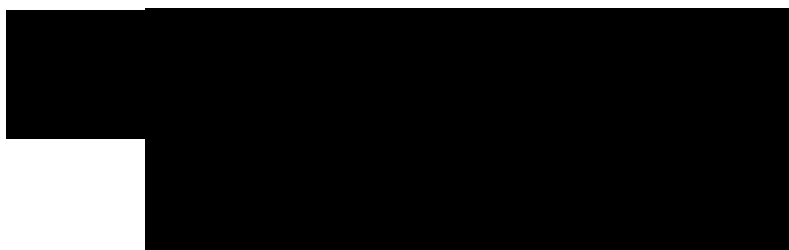


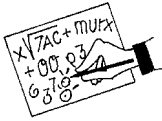
Einzelmechanismen zu tun hat. Daher sei hier kurz erklärt, was Systeme grundsätzlich von Einzeldingen unterscheidet: Wie jeder Organismus besteht ein komplexes System aus mehreren verschiedenen Teilen (Organen), die in einer bestimmten dynamischen Ordnung zueinander stehen, zu einem Wirkungsgefüge vernetzt sind. In dieses kann man nicht eingreifen, ohne dass sich die Beziehung aller Teile zueinander und damit der Gesamtcharakter des Systems ändern würde. Reale Systeme sind darüber hinaus auch immer offen und erhalten sich durch ständigen Austausch mit der Umwelt.

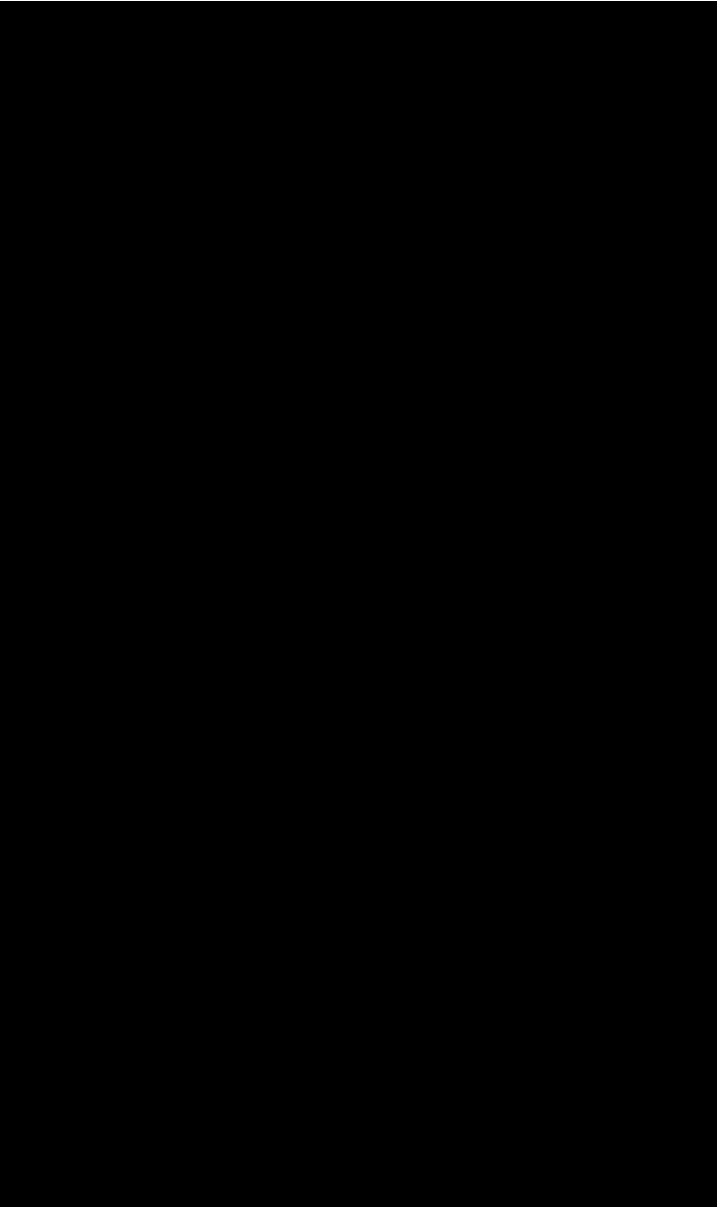
Auch Teile eines Systems können in sich ein System oder ein Subsystem bilden. Umgekehrt kann, wenn mehrere vorher getrennte Systeme in enge Beziehung treten, daraus ein neues, übergeordnetes System entstehen. Ob ein solches System lebensfähig und nachhaltig überlebensfähig ist, hängt jedoch davon ab, inwieweit seine Organisation gewissen Grundprinzipien der Biokybernetik gehorcht oder diese missachtet.

Durch ihre Fähigkeit, Muster zu erfassen, signalisiert uns unsere rechte Hirnhälfte, dass wir es mit Systemen zu tun haben, und wir spüren unbewusst, wann die isolierte Betrachtung von Einzelbereichen zugunsten einer ganzheitlichen Betrachtungsweise aufgegeben werden muss. Dennoch lässt uns unsere linke Hirnhälfte gerne in dem Glauben, dass beim Bau einer guten Straße, der Errichtung einer funktionsfähigen Fabrik oder der Ausbildung erstklassiger Experten auch das Zusammenspiel all dieser Faktoren funktionieren müsse. Und dann sind wir überrascht, dass sich die Dinge plötzlich aufschaukeln, an ganz anderer Stelle Spätfolgen zeigen oder miteinander unvereinbar sind. Für sich perfekt geplant, kann das Zusammenspiel der verschiedenen Teile durchaus in ein Chaos führen.

Die Probleme, mit denen wir zunehmend konfrontiert sind, werden wir nicht allein durch Wissenschaft und Technik – und sei deren Standard noch so hoch – in den Griff bekommen und gegen das Risiko des Misslingens können wir uns nicht allein durch dessen Berechnung – und seien die Werte noch so exakt – absichern. Im Gegenteil werden wir in der Praxis immer häufiger von unvorhergesehenen Rückschlägen überrascht werden; denn komplexe Systeme verhalten sich nun einmal anders als die Summe ihrer Teile.







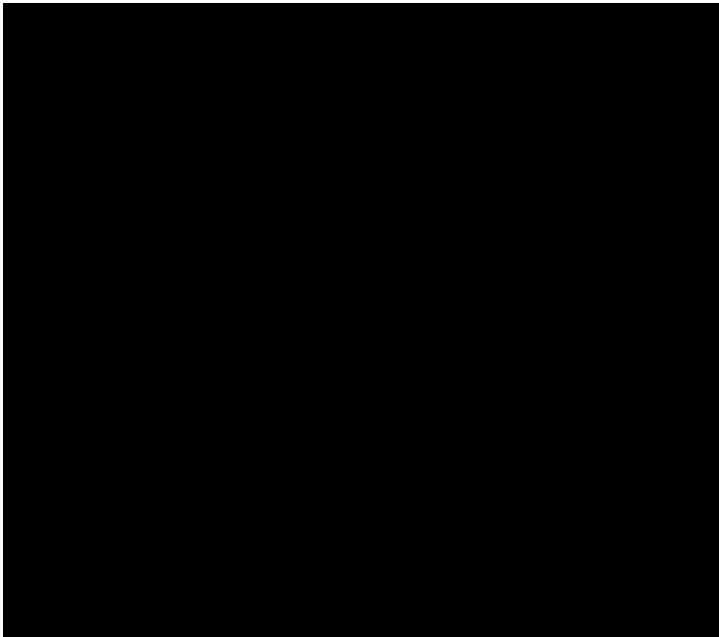
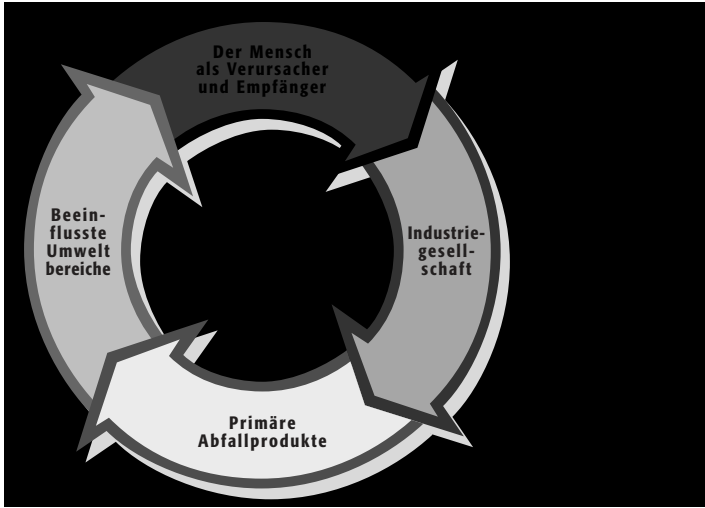


## 2 • Fehler im Umgang mit komplexen Systemen

So schwer wir uns mit einer fächerübergreifenden Systembetrachtung und dem ungewohnten Umgang mit komplexen Vorgängen auch tun mögen – es lohnt sich nicht, wenn wir unsere Entscheidungsfindung dadurch zu erleichtern versuchen, dass wir die Komplexität unserer Umwelt einfach ignorieren. Wir können ihr ebenso wenig entfliehen wie der Komplexität unseres eigenen Wesens. Vor allem müssen wir uns damit abfinden, dass wir selbst viel enger in die komplexen Systeme unserer Umwelt und der uns umgebenden Biosphäre eingebunden sind, als es uns das herkömmliche lineare Ursache-Wirkungs-Denken, das die Welt noch dazu in Sparten einteilt, weismacht.

Es gibt nicht *hier* den Menschen – *dort* die Natur. Wir selbst *sind* Natur, unsere Milliarden biologischer Zellen sind Teil von ihr – alle von uns hervorgebrachte Technik eingeschlossen. Steigende Soziallasten, sich häufende Umweltkatastrophen, wirtschaftliche Zusammenbrüche, das Auftreten früher unbekannter Krankheiten wie AIDS, Alzheimer und der Anstieg von Allergien, Krebsleiden und Kreislaufschäden lassen uns gleichsam am eigenen Leibe erfahren, dass alle Eingriffe des Menschen in die Biosphäre letztlich Eingriffe in uns selbst sind. Wir sind, wie gesagt, gleichermaßen Verursacher und Empfänger – nur ist uns dies meistens nicht bewusst; denn durch ihre lange Latenzzeit werden derartige Rückwirkungen oft erst sehr viel später, dafür dann allerdings umso drastischer spürbar und dies nicht nur an einer veränderten Gesundheit und Lebensqualität, sondern auch wirtschaftlich und finanziell.

Die Reaktionen der Ökosysteme auf ständig steigenden Ressourcenverbrauch und Manipulationen an den Lebensgrundlagen, die uns in eine zunehmend schwierigere sozioökonomische Situation hineinmanövrieren, werden bis auf wenige isolierte Maßnahmen hilflos in Kauf genommen. Da die Wirkungen, etwa die Begleiterscheinungen des Treibhauseffekts, üblicherweise bei komplexen Systemen nicht unmittelbar auf die Ursachen folgen und oft nur indirekt mit diesen



barkeit betrifft in ein Desaster führen können, wenn sie von dem übergeordneten System isoliert vorgenommen werden. An dieser Tatsache ändert auch die mittlerweile übliche Absicherung gegen direkte Umweltbelastung nur wenig.

Um nur ein Beispiel herauszugreifen: Der Bau eines Stauwerks beeinflusst eben nicht nur den Energieverbrauch, die Wasserhaltung, den Grundwasserspiegel und das neu überschwemmte Ökosystem, sondern verlagert auch die Richtung der Vorfluter, bewirkt eine andere Flächennutzung und dadurch eine andere Gewerbetätigkeit, hat Auswirkungen auf den Tourismus, den Straßenbau, das Verkehrsaufkommen und nicht zuletzt solche sozialer Natur im Hinblick auf Berufsstruktur, Umsiedlung bis hin zu Rückwirkungen auf die politische Akzeptanz – alles Faktoren, die erst im Systemzusammenhang über Erfolg oder Misserfolg oder gar das Zusteuern auf eine Katastrophe entscheiden.

Nehmen wir etwa die Anlage des südamerikanischen Staudamms bei Balbina: ein gigantischer See mit flachem stehendem Wasser, der 236 000 Hektar Urwald zerstört, Millionen Wildtiere getötet, den Lebensraum von Eingeborenenstämmen vernichtet und den Uferbewohnern Hunger und Krankheit gebracht hat – und das alles für nur 80 Megawatt Strom, für den es zudem nicht einmal konkreten Bedarf gab! Obgleich selbst die für den Bau Verantwortlichen jetzt zugeben, dass das ganze Unternehmen ein Desaster war, sind – mit Unterstützung von Politikern und Banken – schon wieder weitere ähnliche Prestigeprojekte im Bau.

Überraschen können uns solche Fehlschläge nur, wenn wir die Tatsache ignorieren oder gar negieren, dass das Ganze mehr ist als die Summe seiner Teile. Sobald sich ein offenes komplexes System durch Wechselwirkung seiner Teile bildet, tauchen in der Realität auf einmal Eigenschaften auf, die es vorher in der Tat nicht gab und die auch in den Einzelkomponenten nicht enthalten sind – ich denke an Rückkopplungseffekte, Schwellenwerte, Selbstregulation und Umkippeffekte. Sie verleihen dem System einen individuellen Charakter und führen zu einem bestimmten kybernetischen Verhalten. Dieses Auftauchen so genannter »kolligativer Eigenschaften« ist schon in der Elementarteilchenphysik bekannt und gilt erst recht für komplexe Systeme.

Mit anderen Worten, wir können nach dem Entstehen eines solchen



Systems sein Verhalten, seine Reaktionen nicht mehr aus den Einzelkomponenten ableiten, aus denen es zusammengesetzt ist. Auch seine Überlebensfähigkeit geht daraus nicht hervor; denn nun haben wir es auf einmal mit eigenen Gesetzmäßigkeiten, den Systemgesetzen, zu tun, die ebenso grundlegende Naturgesetze sind wie etwa die Energieerhaltungssätze und die mancher gut gemeinten Planung einen Strich durch die Rechnung machen.

So kommt es, dass ein Vorhaben, das ohne Feedback mit der Umwelt, sozusagen abgeschottet gegen Störungen, deterministisch geplant und konstruiert wird, oft kaum überlebensfähig, ja weit gefährdeter ist, als wenn es im offenen Kontakt mit der Umwelt entstünde. Nicht die Ausschaltung von Störungen (beispielsweise durch das Übergehen von Interessengruppen), sondern gerade ihre Berücksichtigung bereits innerhalb der Konzeptionsphase verleiht dem Vorhaben eine zusätzliche Fehlertoleranz. Seine früh geprägte kybernetische Selbststeuerung sorgt dafür, dass später alles Mögliche schief gehen darf und das Ganze dennoch seine Funktion erfüllt – ähnlich wie bei einem lebenden Organismus. Ein solcher wird ja nicht etwa konstruiert, sondern er entsteht – und zwar in ständigem Feedback mit seinem Umfeld. Ein typisches Beispiel aus der Medizin: Ohne frühen Kontakt mit Krankheitserregern kann sich das menschliche Immunsystem nicht entwickeln und ein Kind, dessen Umgebung streng steril gehalten ist, wird später leicht einer bakteriellen Infektion zum Opfer fallen.

Da wir solche grundsätzlichen Tatsachen komplexer Systemzusammenhänge in unseren Plänen und Projekten nicht beachten, ja verdrängen, werden wir in der Praxis immer häufiger von nicht vorhergesehenen, von Experten oft sogar als undenkbar eingestuften Rückschlägen überrascht. Denken wir nur an die keineswegs beseitigten Hungersnöte in bestimmten Entwicklungsländern trotz (oder muss man sagen: wegen?) der »grünen Revolution«, an die sich häufenden Überschwemmungen und Berggrutsche trotz (oder wegen?) moderner Bachverbauung, Uferbefestigung und Hangsicherung, an die zunehmende Wüstenbildung trotz (oder wegen?) moderner Bewässerungsmethoden, wo mit Staudämmen und Flussumleitungen ganze Lebensräume umstrukturiert werden. Hinzu kommen technische Rückschläge wie zerborstene Supertanker, Reaktorunfälle, Brandkatastrophen wie die

im Düsseldorfer Flughafen oder in den Tauern- und Montblanc-Tunneln, die schockierende Entgleisung des mit modernster Sicherheitstechnik ausgestatteten ICEs, der Absturz des Überschallflugzeugs Concorde und nach wie vor die nicht weniger schockierenden Serienunfälle auf den Straßen, die mit ihren Jahr für Jahr weltweit 750 000 Todesopfern und 10 Millionen Verstümmelten an den Zoll eines Weltkriegs heranreichen. Das alles trotz (oder am Ende wegen?) hoher Leistung und »High-Tech«-Sicherheit, ABS und Airbags? Oder denken wir an die Konkursserien in der amerikanischen Landwirtschaft – zeitweise gingen ein- bis zweitausend Farmer pro Woche *out of business* –, den vorübergehenden Zusammenbruch des europäischen Rindfleischmarktes durch den BSE-Erreger oder den belgischen Dioxinskandal in der Geflügelhaltung aufgrund nicht tiergerechter Futtermittel aus Abfällen – auch dies alles trotz (oder wegen?) rationellster agrarindustrieller Methoden. Eine Liste, die man unendlich fortführen könnte und die täglich länger wird – alles unerwünschte Ergebnisse eines technokratischen, das heißt unkybernetischen Vorgehens, das das Verhalten von Systemen nicht in seine Planungen einbezieht.

Selbst wenn keine kriminellen Machenschaften im Spiel sind, können – trotz der Mithilfe hoch dotierter Experten – auch bis ins Detail perfekte Planungen durch unsichtbare Vernetzungen zu Problemen an Stellen führen, an denen wir sie nie erwartet hätten. Kurz, die allgegenwärtige Wissenschaft mit ihrer linearen Vorgehensweise und »lückenlosen« Datenerfassung hat bis dato nicht verhindern können, dass trotz (oder muss man auch hier sagen: wegen?) der fachspezifischen Durchdringung die Umweltprobleme und deren sozioökonomische Folgen uns offensichtlich nicht weniger, sondern mehr zu schaffen machen als je zuvor. Kein Wunder, dass der Glaube, die Welt, in der wir leben, werde durch Wissenschaft und Technik sicherer und verträglicher gemacht, inzwischen ziemlich erschüttert ist.

Viele Menschen zweifeln mittlerweile an unserer Fähigkeit, aus der gegenwärtigen Hilflosigkeit gegenüber der vorhandenen Komplexität noch einmal herauszukommen und zu einer neuen Grundeinstellung zu gelangen, die mit komplexen Systemen anders umgeht und die darin liegenden Chancen zu nutzen versteht. Wahrscheinlich verlangt das von unseren westlichen Industrienationen eine ähnlich tief greifende

Wende wie vor zehn Jahren im Osten die Abkehr vom Kommunismus. Wenn unser Lebensraum weiter bewohnbar bleiben soll, wird uns indessen nichts anderes übrig bleiben, als dass wir uns zu einer vollständig veränderten Sicht der Wirklichkeit durchringen, auf die wir im zweiten Teil dieses Buches noch näher eingehen werden.

Zu diesem Zweck sollten wir uns zunächst einmal die Kardinalfehler im Umgang mit komplexen Systemen näher ansehen. Denn auch sie beruhen – ähnlich wie die im ersten Kapitel thematisierte Angst – weder auf Böswilligkeit noch auf mangelnder Intelligenz, sondern zum großen Teil auf einem über lange Zeit hin ausreichenden, heute aber nicht mehr tauglichen konstruktivistischen Weltbild, das wesentliche Interdependenzen missachtet.

## **Unsere Kardinalfehler im Umgang mit komplexen Systemen**

Eines der interessantesten Experimente bezüglich unserer Unfähigkeit, Probleme in komplexen Systemen zu lösen, wurde 1975 von dem Systempsychologen Dietrich DÖRNER durchgeführt und in seinem Buch ›Problemlösen als Informationsverarbeitung‹ erstmals beschrieben. Er erfand eine fiktive afrikanische Region, das Tanaland, deren wichtigste Daten und Einflussgrößen, den tatsächlichen Bedingungen afrikanischer Regionen entnommen, in einem Computer gespeichert wurden. Dazu wurde ein Dialogprogramm entwickelt und zwölf Personen unterschiedlicher Fachrichtungen bekamen die Aufgabe, ganz allgemein dafür zu sorgen, dass es den Leuten von Tanaland besser ginge, wozu ihnen von der Weltbank entsprechende Kredite zur Verfügung gestellt wurden.

Damit konnten sie Brunnen und Staudämme bauen, Industrie- und Kraftwerke ansiedeln, Medizin und Hygiene verbessern und Anbauarten und Düngungsgepflogenheiten ebenso verändern wie etwa die Jagdgewohnheiten (durch Bereitstellen von Gewehren). Auf diese Weise konnte das Land über mehrere Entscheidungsstufen, auf denen die Auswirkungen der zuvor getroffenen Maßnahmen jeweils vorlagen, durch ein ganzes Jahrhundert gesteuert werden.

Das Ergebnis war mehr als niederschmetternd: Statt dass das Leben der

