

<b>Zeitschrift:</b>	Schweizer Ingenieur und Architekt
<b>Herausgeber:</b>	Verlags-AG der akademischen technischen Vereine
<b>Band:</b>	106 (1988)
<b>Heft:</b>	49
<b>Artikel:</b>	Wege zum "vernetzten" Denken: der Wandel vom technokratischen zum kybernetischen Denken
<b>Autor:</b>	Vester, Frederic
<b>DOI:</b>	<a href="https://doi.org/10.5169/seals-85860">https://doi.org/10.5169/seals-85860</a>

### **Nutzungsbedingungen**

Die ETH-Bibliothek ist die Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften auf E-Periodica. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Zeitschriften und ist nicht verantwortlich für deren Inhalte. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern beziehungsweise den externen Rechteinhabern. Das Veröffentlichen von Bildern in Print- und Online-Publikationen sowie auf Social Media-Kanälen oder Webseiten ist nur mit vorheriger Genehmigung der Rechteinhaber erlaubt. [Mehr erfahren](#)

### **Conditions d'utilisation**

L'ETH Library est le fournisseur des revues numérisées. Elle ne détient aucun droit d'auteur sur les revues et n'est pas responsable de leur contenu. En règle générale, les droits sont détenus par les éditeurs ou les détenteurs de droits externes. La reproduction d'images dans des publications imprimées ou en ligne ainsi que sur des canaux de médias sociaux ou des sites web n'est autorisée qu'avec l'accord préalable des détenteurs des droits. [En savoir plus](#)

### **Terms of use**

The ETH Library is the provider of the digitised journals. It does not own any copyrights to the journals and is not responsible for their content. The rights usually lie with the publishers or the external rights holders. Publishing images in print and online publications, as well as on social media channels or websites, is only permitted with the prior consent of the rights holders. [Find out more](#)

**Download PDF:** 23.02.2026

**ETH-Bibliothek Zürich, E-Periodica, <https://www.e-periodica.ch>**

# Bauwirtschaft heute und morgen - vernetzte Systeme, ganzheitliches Denken

Teil 2 des Berichtes über die 8. Engelberger Tagung vom 10./11. November 1988  
der FIB Fachgruppe für industrielles Bauen

**Die rund 120 Tagungsteilnehmer evaluierten Möglichkeiten zur Überwindung des gegenwärtigen Unbehagens im Bereich des Ausbaus der schweizerischen Infrastruktur. In Einleitungsreferaten von Dr. Ernst Basler und von Michael Kohn wurden die Absichten der Veranstaltung sowie die heutige Situation dargestellt (SI+A, Heft 48/88). Als Lösungsansatz zur Überwindung von Schwierigkeiten führte dann Prof. Frederic Vester in die Methoden des vernetzten Denkens ein.**

Die versammelten Ingenieure wurden ermutigt, sich vom linearen Ursache-Wirkung-Prinzip zu befreien und sich dafür zum interdisziplinären Denken hinzuwenden. Den damit angestrebten ganzheitlicheren Lösungen dient die Natur als Vorbild, denn im Naturhaushalt sind Grundprinzipien erkennbar, die sich auch in zivilisatorischen Prozessen nutzbringend anwenden lassen.

Die Gruppenarbeit an sechs aktuellen Themen (Transjurane; Bahnhof Südwest Zürich; Masterplan Bahnhof Basel; Transitland Schweiz; Speicherwerk

Breda; Schweizer Bauwirtschaft nach 1992) diente dem Ausloten des neuen Denkanstosses. In Form eines «Papiercomputers» erhielten die Diskussionsrunden ein Hilfsmittel, das in einem ersten Lösungsansatz gestattet, für ein vernetztes System die elementaren Zusammenhänge und Wechselwirkungen zwischen variablen Kriterien aller denkbaren Lebensbereiche aufzuzeigen. Um auf diese Weise neue und unerwartete Verbindungen aufzuspüren zu können, ist es nötig, die einzelnen Kriterien so distanziert in Betracht zu ziehen, dass sie für sich allein nicht er-

schöpfend beschrieben sind, aber trotz solcher Unschärfen in der Gesamtheit gültige Beziehungsmuster erkennbar werden – etwa so, wie Rasterpunkte unter der Lupe nur Drucktechnisches aussagen, sich jedoch im Zusammenwirken mit allen anderen Punkten zu einem Bild zusammenfügen.

In der Auseinandersetzung mit den so erreichbaren weiten Perspektiven zeigte sich, wie zeitgemäß und erfolgversprechend dieses Verfahren ist, aber auch, dass es nicht auf die Horizonterweiterung der Ingenieure beschränkt bleiben sollte. Alle Kräfte, die sich unserer technischen Welt kritisch gegenüberstellen, wären gut beraten, sich ebenfalls vermehrt einer ganzheitlichen Sicht der Dinge zu unterziehen.

H.R.

## Wege zum «vernetzten» Denken

Der Wandel vom technokratischen zum kybernetischen Denken

**Eine Technik isoliert zu betrachten und nicht im Zusammenhang ihres Einsatzes in der Umwelt, hat in der letzten Zeit nicht nur zu fatalen Fehlentwicklungen geführt (Stichwort: Assuanstaudamm, Schnelle Brüter, Müllverbrennung, Waldsterben, Lärm, Stress, Bewegungsarmut usw.). Die isolierte Weiterentwicklung von Mechanisierung und Automatisierung hat insbesondere auch die Beziehung zwischen Mensch und Technik, unser persönliches Verhältnis zur Technik selbst und zu ihren Zielen verändert.**

Der erste Schritt zu einer erneuten Versöhnung ist, Informationen über die Zusammenhänge zwischen Subjekt,

teilbar machen zu können, sie zu «objektivieren». Aber gerade dazu fehlt der heutigen Ausbildung vielfach diejenige Zeit, die sie in das zum Teil völlig widersinnige Einpauken von DIN-Normen und anderem nachlesbarem Detailwissen verschwendet. Denn dadurch erhalten wir ein völlig unzureichendes Bild der Wirklichkeit. Und das ist höchst gefährlich. Warum?

besondere, zum Teil überraschende Verhalten komplexer Systeme, welches wir tagtäglich zu spüren bekommen, nicht auf Zufällen, sondern auf theoretisch begründbaren Gesetzmässigkeiten basiert, die sich vom Aufbau eines Atoms bis zu den geistigen Prozessen in unserem Gehirn erstrecken. Diese besonderen Gesetzmässigkeiten müssen zunehmend als Grundlage für eine zügige Metamorphose unserer Wirtschaftstheorien und Unternehmensleitbilder herangezogen werden – wenn wir wollen, dass wir mit dem Verhalten komplexer Systeme besser zurechtkommen als bisher.

*Dass die Entwicklung und Anwendung neuer Strategien dringend notwendig sind, ergibt sich bereits aus einer kurzen Rekapitulation unserer Wirtschafts- und Umweltsituation: So fegt derzeit über die Industrieländer eine Pleitewelle hinweg: jährlich über 20 000 grosse Insolvenzen in den USA, 16 000 im letzten Jahr allein in der Bundesrepublik, Staatsverschuldungen in Höhe von Hunderten von Milliarden (allein die Electricité de France, mit ihrem ehrgeizigen Atomprogramm, ist mit*

VON FREDERIC VESTER,  
MÜNCHEN

Objekt und Lebensraum, also über die Wechselbeziehungen zwischen Mensch, Technik und Umwelt zu vermitteln, um somit aus einem besseren Systemverständnis heraus unsere technische Welt zu beurteilen. Ein Verständnis, das in früheren Zeiten aus einer intuitiven Kybernetik kam, die wie vieles andere heute ins Bewusstsein gehoben werden muss, um sie auch anderen mit-

### Desaster der Industrieländer

Immer mehr Hinweise aus den Naturwissenschaften sprechen dafür, dass das

über 200 Milliarden Franken verschuldet), dazu Kettenreaktionen von grossen Bankpleiten - 80 allein in den USA schon im vergangenen Jahr - nicht zuletzt durch die Insolvenzen der Landwirtschaft, wo immer grössere Rationalisierung und Ertragssteigerung nicht etwa die Lösung, sondern den Ruin brachten.

All dies sind aus dem Wohlstandsboom geborene Katastrophen, die von Zusammenbrüchen ehrwürdiger Wirtschaftsimperien bis zu Insolvenzen ganzer Länder reichen und alles, was über Jahrzehnte unsere Wirtschaftstheorien und Managementlehren für erfolgreich proklamiert haben, auf den Kopf zu stellen scheinen. Schon allein die Frage, was passiert ist, dass uns die Dinge derart aus der Hand gleiten und einst erfolgreiche Profis nur noch Mismanagement produzieren, ist eine Herausforderung an die Methoden, ja an das Grundverständnis des Wirtschafts, das sich auf einmal weder in seinen Chancen noch in seinen Risiken, noch in seinen anzustrebenden Zielen mehr zurechtfindet. Ob man das Ziel in bestimmten Technologien sucht, in Finanzierungsrezepten, Energieprojekten oder soziologischen Modellen - es scheint alles vergebens.

## Rückkoppelungen, Regelkreise ...

Die Frage, warum die herkömmlichen Theorien und Methoden des Managements auf einmal nicht mehr funktionieren, zieht sogleich die nächste Frage nach sich: Warum man früher durchaus ohne systemisches Denken auskam, heute aber nicht mehr. War die Welt früher etwa kein komplexes System, waren die Naturgesetze andere, oder woran liegt es?

In Zeiten des Wachstums - und dies scheint eine jener Gesetzmässigkeiten zu sein - verhalten sich auch komplexe Systeme vorübergehend fast wie Maschinen und können somit auch über kurze Zeit so behandelt werden. Dies mag der Grund sein, warum in solchen Zeiten deterministische Prognosen aus Trendhochrechnungen ebenso funktionieren wie ein konstruktivistisches Management oder die Wirtschaftstheorien, die auf Keynes oder letztlich auf Adam Smith aufbauen. Offenbar bieten diese aber heute weder eine brauchbare Orientierung noch eine verlässliche Instanz, an der man alternative Wege prüfen könnte. In diesem Moment wird klar, dass die Rolle irgendeiner Komponente in einem System niemals aus ihr selbst hervorgehen kann. Darüber hinaus sind diese Systeme nicht in sich geschlossen wie eine Maschine, sondern

sie sind offene Systeme im dynamischen Austausch mit der weiteren Umwelt. Schon allein daher kommen wir in einem solchen offenen System von einem bestimmten Zeithorizont an mit den gängigen Hochrechnungen nicht mehr aus. Man hat es beim Wetter erfahren, wo selbst die Vertausendfachung der Messstationen in den letzten 20 Jahren zwar innerhalb von Stunden die Vorhersage genauer gemacht hat. Bei Prognosen über 24 Stunden jedoch kommt man nach wie vor durch ein Weiterrechnen, auch mit noch so vielen eingegebenen Werten, über statistische Zufallstreffer nicht hinaus.

In anderen Gebieten - etwa der Wirtschaft - glauben wir jedoch immer noch an Trendprognosen und logische Analysen, wenn wir nur genug Daten haben. Diese Haltung lässt uns glauben, dass wir mit entsprechend grossem Energieeinsatz und entsprechend rationaler Produktherstellung all der Schäden und Rückschläge einzeln Herr werden können, die dieses unbekümmerte Draufloswirtschaften zunächst für unseren Lebensraum - und nun auch immer mehr für uns selbst und unsere künstlichen Systeme, inklusive der Wirtschaft - mit sich bringt, wenn wir nur sämtliche Störungen wirkungsvoll ausschalten.

## Fachexperten ...

Leider ist viel zu wenigen Menschen bewusst, dass uns auch hier die natürlichen Systemgesetze einen Strich durch die Rechnung machen werden. Denn wir haben uns weder darum gekümmert, ob diese künstlichen Systeme als solche überlebensfähig sind, noch ob sie mit den natürlichen Systemen zu einer funktionierenden Einheit verbunden werden können, noch welche Auswirkungen die Reparaturen an den Schäden und die Bewältigung der Rückschläge nach sich ziehen. Gerade Fachexperten wissen meist überhaupt nicht, dass sie es mit Systemen zu tun haben oder dass es gar so etwas wie kybernetische Grundregeln für das Überleben von Systemen gibt. Selbst Störungen bekommen unter diesem Aspekt einen anderen Stellenwert. Störungen sind Wirkungen, Kräfte von aussen oder innen und damit zunächst einmal neutral. Erst indem wir sie mit diesem Begriff belegen, bekommen sie etwas Negatives. In vielen Fällen liegt es jedoch an uns, was wir aus Störungen machen. Jeder Judokämpfer zeigt uns, wie man die auf ihn einwirkenden Kräfte des Gegners durch eine kleine Hebelwirkung von einer Störung in eine nützliche

Kraft umwandeln kann, was im allgemeinen weit weniger Aufwand erfordert als ihre Ausschaltung nach dem Boxerprinzip.

Ähnlich ist es in der Landwirtschaft mit den Begriffen Schädling und Nützling. In einem klugen Regelkreis können sich selbst Schädlinge in Nützlinge verwandeln, wenn wir ihre Aufgabe in der selbstregulierenden Aufrechterhaltung von Gleichgewichten sehen und sie mit entsprechender Cleverness dafür einsetzen.

Daraus, dass viele Fachexperten diese übergreifenden Systemzusammenhänge nicht erkennen, kann man ihnen keinen Vorwurf machen, denn sie sind an isolierten Ausschnitten der Wirklichkeit ausgebildet worden. Und schliesslich war es auch bis vor wenigen Jahren unbekannt, dass wir in einem komplexen System mit ineinander greifenden Wirkungen eigene Gesetzmässigkeiten finden und dass diese ebenso grundlegende Naturgesetze sind wie etwa die Energieerhaltungssätze, diejenigen der Schwerkraft oder der Mechanik.

## Die Welt: Ein vernetztes System

Der Grund für diese so späte Entdeckung liegt meines Erachtens in der Art, wie wir denken und lernen, und damit in der Art unserer Ausbildung, in der Art, wie uns unsere Schulen und Universitäten die Welt präsentieren: als eine heterogene Menge getrennter Komponenten wie Volkswirtschaft, Hüttenwesen, Wasserchemie, Verwaltung, Abfallbeseitigung usw., schön gegliedert in Fächer, Branchen und Ressorts, aber nicht als das, was diese Welt ist: Ein grosses vernetztes System, in dem all diese Dinge oft über starke Wechselwirkungen zusammenhängen. Ein System, dessen einzelne Elemente wir zwar kennen, bis zum Exzess studieren, ohne jedoch die Beziehungen zwischen ihnen zu erfassen. Damit findet aber auch dort die Realität, wie sie ist, im Grunde keinen Platz.

Eine weitere Besonderheit, die wir uns angesichts der Vorgänge in vernetzten Systemen merken müssen, ist, dass wir auch den Menschen und damit uns selbst als Beobachter und Akteure in das betrachtete System mit einbeziehen müssen, also nicht in den Fehler verfallen dürfen, als aussenstehender Steuermann das Geschehen dirigieren zu wollen. Als biologische Wesen in die Biosphäre eingebettet, kommt so insbesondere den Wechselwirkungen zwischen Mensch und Umwelt bei dem ganzen Geschehen eine Schlüsselrolle zu.

Denn diesen können wir uns nicht entziehen. Eine sinnvolle Neubesinnung in unserer Lebensweise und Wirtschaftsweise und die damit verbundenen neuartigen Anforderungen an Planung, Strategie und Design unserer Umwelt lässt sich daher nur aus diesem Wechselspiel heraus bewerkstelligen und nicht vom grünen Tisch aus. Daraus ergibt sich wieder die Folgerung, dass der Kommunikation zwischen Mensch und Umwelt und damit wieder in erster Linie den Denk- und Lernvorgängen für die Bewältigung unserer Zukunft eine enorme Bedeutung zufällt. Nicht im Sinne von mehr Faktenwissen, weiterem Lehrstoff oder neuen Fächern, sondern was die Art des Lernens betrifft, die Art der Informationsaufnahme und der Informationsverarbeitung selbst. Damit schliesst sich der Kreis – oder besser die erste Spiralwindung. Gehen wir von hier aus weiter zu den Möglichkeiten, die uns inzwischen zur Verfügung stehen.

## Neue Orientierungshilfen

Die Tatsache, dass viele Menschen, die von Haus aus systemisch denken könnten, sich nicht entfalten können, dass andere wieder nicht systemisch zu denken gelernt haben, weil sie die Wechselwirkungen komplexer Systeme in der Schule nie kennengelernt haben, ist nun gewiss auch mitverantwortlich dafür, dass wir gerade in unseren Produktionsprozessen aus den gewohnten Denkschablonen nicht heraus können und so angesichts vieler Probleme oft auf nächstliegende Möglichkeiten nicht kommen. Etwa auf die in einem vernetzten Denken wurzelnde kybernetische Organisation von Bauprozessen unter Einsatz von Selbstregulierungsmechanismen, wie es ja mit dem K.O.P.F.-System (Kybernetische Organisation, Planung, Führung; Anm. d. Red.) erfolgreich versucht wird. Oder auf die in dem gleichen Denken wurzelnden «kybernetischen» Technologien, die deshalb noch so ganz in den Anfängen stecken.

Damit meine ich Techniken im Verbund, wie Symbiosen, Recycling, Energieketten, Mehrfachnutzung und andere Arbeitsformen einer eleganten, kleinräumigen, aber dafür um so effizienteren Technik, wie sie auch die Natur benutzt und wie sie eigentlich doch einer Art von «Ökosystemen der Wirtschaft» zukäme. Eine Richtung, wie sie sich jetzt erst allmählich in immer mehr Einzelinitiativen entwickelt.

Das Problem liegt daher gar nicht so sehr an mangelnden Rettungsmöglichkeiten. Deren gibt es genug. Es liegt

## Das Vorbild: Die Biosphäre als Unternehmen

### Materialumsatz

Jährlich 200 Mia. t Kohlenstoff und organisches Material, 100 Mia. t Sauerstoff, mehrere Mia. t Schwer- und Leichtmetalle.

### Rohstoffverbrauch

Keiner. Menge bleibt durch Recycling auf gleichbleibendem Bestand von 2000 Mia. t Biomasse.

### Energie Nutzung

Jährlich 8500 Mia. Megawattstunden (mehr als 1 Mio. grosser Kernkraftwerke) in Form von Solarenergie. Dies ausschliesslich dezentral durch regionale (Wasserverdunstung), mobile (Wind, Wolken) und lokale (Fotosynthese) Kraftwerke.

### Produktpalette

Eine sich ständig weiterentwickelnde Vielfalt von Pflanzen, Tieren und Kleinlebewesen, deren Fabrikation katalytisch (bei Niedertemperatur) über mehrere tausend chemische Reaktionen und Stoffe in Zellen erfolgt.

### Führungsstil

Feedbackhierarchie mit Selbstregulation. Zentrale Steuerung und Dirigismus sind unbekannt. Sich nicht anpassende Teilsysteme werfen sich selbst aus dem Spiel.

### Wirtschaftsweise

Fließgleichgewicht mit Nullwachstum. Dezentraler Verbund mit kybernetischer Organisation durch kleinräumige Symbiosen. Keine Schulden, keine Arbeitslosen, keine Überkapazität.

### Emissionen

Abfall: Keiner (da bereits recyclinggerecht produziert)

Abwasser: Kristallklar (da teils destilliert, teils gefiltert)

Abgase: Sauerstoff (sowie ätherische Öle, Lock- und Abwehrdüfte)

Strahlung: Reflektiertes Sonnenlicht (milde Wärme, Infrarot, Farben)

Lärm: Naturgeräusche (funktional, Kommunikationslauten)

Prof. Dr. F. Vester

erher daran, wie rasch es gelingt, immer mehr Menschen bereit zu machen, die Grundzusammenhänge in dieser Welt zu akzeptieren und ihr Denken in dieser neuen Dimension zu schulen.

Das heisst nun nicht, dass wir das bisherige Ursache-Wirkungs-Denken nicht mehr brauchen könnten. Es bleibt genauso wichtig wie zuvor, nur: Es wird niemals ausreichen, komplexe Systeme zu verstehen und diese sinnvoll zu gestalten. Neben diesem Denken, das sich an Einzelproblemen orientiert und das unsere unmittelbare Vorgehensweise, unsere Taktik, mit Erfolg bestimmen kann, brauchen wir für die dahinterstehende Strategie ein Denken in vernetzten Zusammenhängen, ein Verständnis jener komplexen Systeme, aus denen unsere Welt besteht.

Dazu geben uns nun biologische Systeme die wichtigste Orientierungshilfe. Verlässliche Vorbilder aus der lebenden Natur an Strukturen, Funktionen und Organisationsformen. So ist es zum Beispiel, wie schon gesagt, nicht die künstliche Kybernetik der Regeltechnik, von der wir lernen müssten, wie unsere Umwelt zu gestalten ist, sondern ihr eigentlicher Urgrund, die Biokybernetik: die Organisationsform, nach der lebende Systeme seit mehreren Milliarden Jahren wirtschaften und einen beneidenswerten Umsatz machen. Erstaunlicherweise ohne Rohstoff- und Abfallsorgen, ohne Energieprobleme und Arbeitslosigkeit.

Als einen Ausschnitt aus diesen Organisationsprinzipien möchte ich lediglich die acht Grundregeln der Biokybernetik nennen, wie ich sie in den letzten

Jahren erarbeitet habe und wie sie von den verschiedensten Branchen mittlerweile auf ihre Bedürfnisse umgesetzt worden sind.

## Die acht biokybernetischen Grundregeln

1. Das Prinzip der negativen Rückkopplung. Das bedeutet Selbststeuerung durch Aufbau von Regelkreisen statt ungehemmte Selbstverstärkung oder – nach dem Umkippen – Selbstvernichtung. Negative Rückkopplung muss daher über positive Rückkopplung dominieren.
2. Das Prinzip der Unabhängigkeit von Wachstum. Die Funktion eines Systems muss auch in einer Gleichgewichtsphase gewährleistet sein, das heisst vom quantitativen Wachstum unabhängig sein. Denn ein permanentes Wachstum ist für alle Systeme eine Illusion.
3. Das Prinzip der Unabhängigkeit vom Produkt. Überlebensfähige Systeme müssen funktions- und nicht produktorientiert arbeiten. Produkte kommen und gehen, Funktionen aber bleiben.
4. Das Jiu-Jitsu-Prinzip. Hier geht es um die schon erwähnte Nutzung vorhandener Kräfte nach dem Prinzip der asiatischen Selbstverteidigung statt deren Bekämpfung nach der Boxermethode mit teurer eigener Kraft.
5. Das Prinzip der Mehrfachnutzung von Produkten, Funktionen und Organisationsstrukturen. Es führt

durch Verbundlösungen zu Multistabilität.

6. Das Prinzip des Recycling. Das heisst Nutzung von Kreisprozessen zur Abfall- und Wärmeverwertung - bis hin zur Neuregulation von Informationsflüssen.

7. Das Prinzip der Symbiose. Das heisst gegenseitige Nutzung von Verschiedenartigkeit durch Kopplung und Austausch. Das verlangt kleinräumigen Verbund. Monostrukturen können daher nicht von den Vorteilen der Symbiose profitieren.

8. Das Prinzip des biologischen Designs von Produkten, Verfahren und Organisationsformen durch Feedback-Planung mit der Umwelt.

Mit diesen acht biokybernetischen Grundregeln der Natur ist die Richtung in eine überlebensfähige Technologie und Wirtschaftsweise eigentlich längst vorgezeichnet. Und was man daraus z.B. für das Bauwesen ableiten kann, gilt genausogut für andere Wirtschaftszweige, für das Verkehrswesen, die chemische Industrie oder den Handel. Ja dort, wo die Prinzipien bereits angewendet werden, funktionieren sie auch. Ihre Befolgung gibt quasi eine Garantie dafür, dass der Laden weiterhin läuft - selbst wenn es nur im Dienstleistungsbereich ist!

All dies ist durchaus nicht verwunderlich, denn schliesslich stammen diese kybernetischen Funktions- und Organisationsformen nicht aus einem theoretischen Konstrukt, sondern aus der lebenden Natur. Sie haben im Laufe der biologischen Evolution eine millionenmal längere Erprobungs- und Garantiezeit hinter sich als unsere Volkswirtschaft und die gesamten Ingenieurwissenschaften zusammengenommen. Wir brechen uns also gewiss keinen Zacken aus der Krone, wenn wir, wie ich das schon des öfteren betont habe, von einer Firma lernen, die seit vier Milliarden Jahren nicht pleite gemacht hat.

Der darin enthaltene Zukunftsaspekt zeigt uns aber auch, dass diese Orientierung keinesfalls im romantischen Sinne eines «Zurück zur Natur» oder gar zur Steinzeit zu verstehen ist, sondern vielmehr im Hinblick auf einen längst fälligen Schritt in Richtung einer profitablen Symbiose mit jener Biosphäre als Ganzem. Dabei werden wir zu weit eleganteren, fortschrittlicheren Technologien und Organisationsformen kommen, als wir sie heute in der Gestaltung unserer Umwelt anwenden.

Das wirkliche Risiko für unsere Zukunft ist vielmehr darin zu sehen, dass wir den Systemcharakter unserer Unternehmungen und Volkswirtschaften ignorieren und die Welt weiterhin als ein mit fachblindem Expertentum zu

eroberndes Spielfeld sehen, jedes Projekt für sich angehen und uns dabei lediglich auf die Perfektion von Details, von Einzelabläufen konzentrieren, ohne die Gesamtzusammenhänge und damit die Gesetzmässigkeiten einer lebensfähigen Systemstruktur zu beachten. *Allein der schon damit zwangsläufig verbundene Zerfall des Zusammenspiels vieler kostenloser Regulations- und Selbstregulationsvorgänge in unserer Natur, also von Wasser, Luft, Boden, Pflanzenwelt, Tierwelt und Mikroorganismen, auf deren Leistung wir auch mit einer noch so hoch entwickelten Technik auf Gedeih und Verderb angewiesen sind, dürfte zu einer galoppierenden wirtschaftlichen Belastung führen.*

überprüften strategischen Konzeption einerseits und auf einer flexiblen und anpassungsfähigen Struktur andererseits. In beiderlei Hinsicht besässen wir jedoch ein Managementwissen, das eher hinderlich für die richtigen Entscheidungen sei.

Viele ehemals klare Unternehmensziele, wie Produktionswachstum, Gewinnmaximierung, Umsatzsteigerung, sind daher heute nicht mehr die richtigen Orientierungsgrössen. Wenn wir brauchbare Zukunftsprognosen und entsprechende Strategien entwickeln wollen, so ist das nur möglich, wenn es gelingt, in der besonderen Selbstregulation und spontanen Ordnungs-Bildung komplexer Systeme und in all den damit verbundenen Vorteilen eines kybernetischen Wirtschaftens den tieferen Sinn unserer Zielvorstellungen und damit weit bessere Orientierungsgrössen zu erfassen. Man darf vermuten, dass mit einem sich in dieser Weise von den Zwängen einer unangebrachten mechanistischen Vorstellung befregenden Denken viele technische und Umweltprobleme unserer Gesellschaft ebenso rasch in sich zusammenfallen wie die sich häufenden Fehlentscheidungen in unseren grossen Unternehmungen, über die die Fachpresse laufend berichtet. Das anschaulichste Beispiel für die mit dieser Grundvorstellung angestrebte spontane, sich selbst generierende Ordnung ist natürlich der lebende Organismus. Dort, wo Kybernetik seit eh und je funktioniert, im biologischen Geschehen, bedeutet sie keineswegs detaillierte Vorprogrammierung oder zentrale Steuerung, sondern lediglich Impulsvorgabe zur Selbstregulation, Antippen von Wechselwirkungen zwischen Individuum und Umwelt, Stabilisierung von Systemen und Organismen durch Flexibilität, Nutzung vorhandener Kräfte und Energien und ständiges Wechselspiel mit ihnen. Durch Fluktuation, nicht durch Starrheit wurde dieses Vorgehen zum Garant des Lebens, gewann die Natur ihre nie erlahmende Stabilität und Stärke. Das hat auch Friedrich August von Hayek in seinen Schriften sehr deutlich gemacht, wenn er sagt: «Mit der Bildung spontaner Ordnung sind weit komplexere Systeme erreichbar, als je durch bewusste Planung und Schaffung möglich ist.»

Daraus ergeben sich neue Unternehmensleitbilder, wie sie als eine der ersten etwa die Holzstoff AG, ein Schweizer Papierkonzern, und eben auch die Gesellschaft für Baukybernetik und manche andere seit vielen Jahren anstreben. Als Hauptkriterium in solchen neuen Unternehmensleitbildern wird anstelle der kybernetisch irrelevanten Gewinnmaximierung die Maximierung

der Überlebensfähigkeit angestrebt. Diese Grundlinie des evolutionären Managements zeigt, dass Überleben weit mehr bedeutet als blosses Vegetieren. Es schliesst spontane Weiterentwicklung, Entfaltung und Evolution eines Systems wie auch seiner Glieder mit ein.

### Spontane Ordnungsbildungen

Was liegt dem naturwissenschaftlich zugrunde? Nun, schon die Existenz von Atomen und Molekülen und deren spontane Bildung zeigen ja, dass sich hier aus ungeordneten Ansammlungen von Teilchen oder Wellen eine höher strukturierte Energie bzw. ein komplexes System aus unterschiedlichen Teilchen formiert, die in starker dynamischer Wechselwirkung stehen. Der klassische Entropiesatz gilt aber streng genommen nur für schwache Wechselwirkungen statistisch grosser Teilchenmengen und nicht für eine kleine Zahl intensiv kommunizierender Partner, die sich sozusagen «kennen», man könnte auch sagen «lieben», und sozusagen eine höhere Einheit bilden, die mehr als die Summe der Teile ist.

Im einen Fall haben wir also statistische Vorgänge. Bei denen ist der wahrscheinlichere Zustand derjenige einer grösseren Unordnung. Im andern Fall haben wir das Zusammenspiel einer kleinen Teilchengruppe, einiger Komponenten, zwischen denen zum Beispiel Symbiose möglich ist und sich eine kybernetische Wechselwirkung ausbilden kann. In diesem Moment ist aber nicht mehr Unordnung, sondern Ordnung der wahrscheinlichere Zustand, dem das System spontan zu strebt. Wir brauchen also eigentlich nur die Entropiegesetze wieder auf die ursprüngliche Aussage zurückzuführen, dass lediglich der wahrscheinlichere Zustand angestrebt wird – ganz gleich, ob dieser Ordnung oder Unordnung

heisst, dann wäre sogar in diesem Bereich der Thermodynamik die Welt wieder in Ordnung. Wir sind gerade dabei, die Gültigkeit dieser Aussage zu prüfen.

Was kommt nun bei der spontanen Ordnungsbildung heraus? Bei lebenden Systemen, die vernetzte Strukturen während des Wachstums ausbilden (also nicht wie eine Maschine aus fertigen Teilen zusammengesetzt werden), wirken nun Erbanlagen und Umwelt so zusammen, dass zwar feste Strukturen entstehen, aber gleichzeitig ein dynamisches Fließgleichgewicht herrscht. In jedem von uns entstehen laufend neue Zellen und vergehen wieder – und doch bleibt der Mensch der gleiche. Man kennt ihn sogar nach Jahren wieder, obwohl nur noch ein Bruchteil der damaligen Zellen vorhanden sind.

Dasselbe gilt für grössere Organisationen, wie etwa eine Baustelle, ein Unternehmen oder ein Gewerbegebiet. Denn all diese sind genauso wie eine lebende Zelle Organismen, in denen Lebewesen (insbesondere Menschen) und anorganische Maschinen zusammenarbeiten. Auch die Zelle arbeitet ja nicht nur mit dem lebenden Genmaterial, sondern mit daneben angeordneten winzigen Kraftwerken, Produktionsstätten, Membranpumpen und einer Menge sozusagen toter Moleküle und den aus ihnen entstandenen Strukturen. Trotzdem ist es eine lebende Zelle.

### Fazit

Die Lehre daraus ist einfach: Das Wirkungsgefüge von Systemen muss so strukturiert werden, dass spontane Ordnungen entstehen können. Und diese werden entstehen, wenn wir auf der Basis kybernetisch begründbarer Strukturkriterien die richtigen Bestandteile und Konstellationen dazu schaffen, zum Beispiel Selbstregulationskräfte in

### Weitere Veröffentlichungen des Autors

Vester, Frederic: Neuland des Denkens, dtv Nr. 10220; Ein Weg aus den Sackgassen der Gegenwart mit Hilfe des «vernetzten» Denkens.

Vester, Frederic: Ballungsgebiet in der Krise, dtv Nr. 10080; Eine faszinierende Alternative zur Planung dichter Siedlungsgebiete, die den Aktivitäten und Bedürfnissen des Menschen als Teil einer lebensfähigen Umwelt gerecht wird.

Vester, Frederic: Denken, Lernen, Vergessen, dtv Nr. 1327: Der anschauliche Nachweis, dass alle Mühe umsonst ist, wenn man beim Lehren und Lernen gegen die biologischen Grundgesetze verstösst. Ein Testprogramm für jeden Lerntyp hilft dem Leser seinen «biologischen Computer» effektiver zu nutzen.

Vester, Frederic: Unsere Welt – ein vernetztes System, dtv Nr. 10118; Wie können wir grundlegende Gesetzmässigkeiten von Systemen verstehen, beurteilen und zur Lösung aktueller Probleme einsetzen?

Vester, Frederic: Phänomen Stress, dtv Nr. 1396; Das Buch geht nicht allein wissenschaftlich fundiert anhand von Beispielen aus dem täglichen Leben dem Phänomen Stress nach, sondern zeigt auch neue Möglichkeiten auf, mit oder trotz ihm zu leben.

Vester, Frederic: Ökolopoly, ein kybernetisches Umweltspiel, Otto Maier Verlag, Ravensburg; Ein typisches Industrieland, «Kybernetien», kann vom Spieler als «Steuermann» durch Investitionen von Geld, Einfluss, Ideen und Gesetzen gesteuert werden, um die Lebensqualität zu erhöhen und den Lebensraum zu stabilisieren.

den kybernetisch richtigen Kontext setzen. Dann läuft auch auf einmal alles sehr viel leichter, der nötige Input schrumpft auf minimale Steuerenergie. Damit ist auch das Geheimnis der bio-kybernetischen Grundregeln geklärt. Sie führen das System durch Bildung starker Wechselwirkungen genau in diese Richtung.

Fragen erst stellen, die selbst der Insider bisher verdrängt hat.

Mit etwas Grundschulmathematik ergibt sich dann aus der Matrix die Position der Systemkomponenten zwischen den Eigenschaften «aktiv-reaktiv» und zwischen «kritisch-puffernd» und damit eine erste Möglichkeit, komplexe Systeme zu durchleuchten und die eine oder andere entscheidende Systemeigenschaft zu erkennen.

Das Prinzip lässt sich am besten an einem praktischen Beispiel erklären.

## Papiercomputer als Hilfsmittel zur Systembeurteilung

Mit Hilfe einer einfachen Einflussmatrix, des sogenannten «Papiercomputers» unseres Sensitivitätsmodells, kann die Rolle der Komponenten eines Systems unter dem Aspekt ihrer Dominanz bzw. Beeinflussbarkeit wie auch ihrer Beteiligung am Geschehen abgeschätzt werden.

Damit diese Rolle, die man nie aus einer auch noch so intensiven Detailbe-

trachtung der Komponenten selbst erfährt, sichtbar wird, lässt die Einflussmatrix die Daten der Komponenten selbst hinter den Beziehungen zwischen ihnen zurücktreten. Sie hinterfragt so bereits den Systemzusammenhang. Außerdem wird man feststellen, dass sich beim Arbeiten mit der Matrix durch das lückenlose Abfragen jeder überhaupt möglichen Beziehung viele