

# Ballungsgebiete in der Krise,

eine Anleitung zum Verstehen und Planen  
menschlicher Lebensräume mit Hilfe der Biokybernetik

## Auszug

Vorhaben Nr. 10401004 des Umweltbundesamtes.

Deutsche Verlagsanstalt Stuttgart

Das Vorhaben.....	1
Vorwort.....	2
I Warum neue Entscheidungshilfen .....	3
Unerwartete Rückschläge.....	3
Ein dichtes Netz wird zum System.....	5
Der Sprung auf eine neue Organisationsstufe .....	5
Punktuelle Planung verhindert Selbstregulation.....	7
Das Gesetz vom Ausscheiden störender Teilsysteme .....	8
Was ist ein Regelkreis? .....	9
Ein evolutionsfähiges Fließgleichgewicht.....	10
Acht biokybernetische Grundregeln.....	11
1 Negative Rückkoppelung .....	11
2 Unabhängigkeit vom Wachstum .....	11
3 Unabhängigkeit vom Produkt.....	11
4 Das Prinzip des Jiu-Jitsu.....	12
5 Das Prinzip der Mehrfachnutzung.....	12
6 Das Prinzip des Recycling.....	12
7 Das Prinzip der Symbiose .....	12
8 Biologisches Grunddesign.....	13
Verschachtelte Selbstregulation .....	13
Führungsgrößen in der Selbstregulation.....	14
Technik als unvollständiger Abklatsch .....	15
Kybernetisches und technokratisches Denken .....	15
Literaturhinweise .....	17

### Im Auszug nicht enthalten:

II Woher neue Entscheidungshilfen?	
Eine Firma, die seit 4 Milliarden Jahren nicht Pleite gemacht hat	Verschachtelte Selbstregulation
Ein evolutionsfähiges Fließgleichgewicht	Führungsgrößen in der Selbstregulation
Acht biokybernetische Grundregeln	Technik als unvollständiger Abklatsch
III Konzeption eines Simulationsmodells	Kybernetisches und technokratisches Denken
Grundforderungen an das Modell	Grobstruktur und Vernetzungstyp
Die variablen und festen Größen	Freie Wahl verschiedener Komplexitätsebenen
Die Vernetzung	Vom Nutzen der Mathematisierung
Das Entenmodell	Ein sensibles Modell
Was ist eine Ente?	
IV Arbeitsplan für ein Sensitivitätsmodell	
Zur Art des Vorgehens	Struktur des Modells
Beschreibung der Arbeitsschritte	Computerisierung und Dynamisierung
Sammlung und Überprüfung der Daten	
Ausrichtung des Modells auf seine Anwendung	
V Zur Anwendung und Umsetzung des Modells	
Das Modell als verständliches Arbeitsinstrument	Der erzieherische Wert
Die Flexibilität des Modells	Übertragbarkeit des Modells auf andere Regionen
Das Spektrum der Anwendungsmöglichkeiten	Begleitende Hilfs- und Spielmodelle
Der Papiercomputer-ein Übungsmodell	
VI Wie die Dinge aufeinander wirken	
Lineare Beziehungen	Wirkungen mit Rückkoppelung
Nicht-lineare Beziehungen	Wirkungen mit zeitlicher Verzögerung
Wirkungen mit Grenz- und Schwellwerten	Ein Kybernetisches Umweltspiel
<b>Literaturhinweise</b>	

# Das Vorhaben

Die Probleme des Überlebens der menschlichen Zivilisation auf diesem Planeten sind übermächtig geworden. Die UNESCO hat begonnen, diese Probleme in ihrem Programm »Man and the Biosphere« auf internationaler Ebene zu erfassen und zu bearbeiten.

Unter den Einzelprojekten, die hierzu den Mitgliedsstaaten vorgeschlagen wurden, beschäftigt sich das Projekt 11 »Ökologie im Verdichtungsraum« mit einem besonders komplizierten Paket solcher Probleme, nämlich den vernetzten Wechselwirkungen der materiellen und nicht-materiellen Einflüsse in dichten Siedlungsgebieten.<sup>1</sup>

Geplant ist daher eine pragmatische Studie, die die räumlichen und zeitlichen Vernetzungen eines Verdichtungsraums am Beispiel des Rhein-Main-Gebietes mit Hilfe eines sogenannten Sensitivitätsmodells erfaßt.

Dieses Modell soll nicht nur die willkürliche Veränderung einzelner Faktoren simulieren und die Gesamtdynamik eines solchen Gebietes durchsichtig machen, sondern auch die Bewertung ökologisch relevanter Eingriffe und Veränderungen in Ballungsräumen erlauben und praktikable Entscheidungshilfen bieten.

Obgleich auf einen bestimmten Standort bezogen, wird die Funktionsweise eines solchen Modells ohne weiteres auf andere Lebensräume übertragbar sein, weil der Schwerpunkt weniger auf die Analyse der beteiligten Größen selber als auf die Analyse ihrer Vernetzungen gelegt wird.

Als Ergebnis soll ein brauchbares Arbeitsinstrument entstehen, das nicht nur auf einer Vernetzungsebene angelegt ist, sondern im Prinzip alle Lebensbereiche des humanökologischen Gesamtsystems enthält. Auf diese Weise kann es auch von all diesen Bereichen aus befragt und in seinen Antworten für die unterschiedlichsten Zielgruppen umgesetzt werden.

Die dazu vorgeschlagene biokybernetische Vorgehensweise ist neu. Wir möchten daher parallel zu dem eigentlichen Projekt die anzusprechenden Zielgruppen mit den faszinierenden Möglichkeiten eines solchen Arbeitsansatzes vertraut machen. Das soll durch diese Broschüre geschehen.

Als eine Art Vorstudie soll sie das Vorhaben des Hauptprojektes transparent machen, die Vorgehensweise erläutern und als Anleitung für ähnliche Projekte dienen. Dabei kommt es uns nicht nur darauf an, ein Gefühl für kybernetische Grundgedanken zu wecken, sondern auch diese Gedanken in praktische Beispiele umzusetzen und den Erfolg eines solchen vernetzten Denkens erleben zu lassen.

Auf diese Weise kann auch schon diese Broschüre eine kleine Entscheidungshilfe sein. Dazu haben wir unter anderem einen »Papiercomputer« eingefügt sowie ein »Simulationsspiel«, mit denen man die Wechselwirkungen konkreter Probleme und deren Dynamik erkennen kann.

# Vorwort

Auf internationaler, nationaler und regionaler Ebene sind die Fragen nach der zukünftigen Gestalt unseres Raumes und nach den Überlebenschancen immer eindringlicher geworden. Weltmodelle haben eine Meinung vermittelt von den Resultaten eines unkontrollierten Wachstums.

Politiker und Wissenschaftler auf allen Ebenen sind bemüht, Lösungen zu finden für die drängenden Probleme. Eine weltweite Initiative hat die UNESCO mit ihrem Programm "Man and the Biosphere" ergriffen. In den meisten der in der UNESCO vertretenen Nationen sind für die Durchführung des Programms eigene Nationalkomitees gebildet worden. Als Schwerpunkt der deutschen Beteiligung wurde im Rahmen des Projekts 11 »Urban Systems« das Thema »Ökologie und Planung im Verdichtungsgebiet« gewählt.

Im Gegensatz zu den sehr allgemeinen Weltmodellen sollen hier Modelle entwickelt werden, die die sehr konkreten und unmittelbar anstehenden Probleme auf der regionalen Ebene - und nicht nur in verdichtungsgebieten - lösen helfen. Dazu ist eine grundlegend neue Betrachtungsweise nötig, die sich von der linearen »Ursache-Wirkung«-Theorie löst und sich statt dessen der »biokybernetischen Vorgehensweise« bedient, wie sie von der Studiengruppe für Biologie und Umwelt, München, unter der Leitung von Priv.-Doz. Dr. Frederic Vester erarbeitet wurde.

Ich begrüße sehr, daß mit der vorliegenden Studie neben der Erläuterung des eigentlichen Vorhabens eine Einführung in diese Materie gegeben wird. Es ist sicher dringend erforderlich, bei Politikern und Wissenschaftlern das Interesse für die vernetzte Problematik und die anzuwendende Methodik zu wecken und für die Lösung der Aufgaben entsprechende Entscheidungshilfen zu geben.

Darüber hinaus ist es wichtig, eine breite Öffentlichkeit über die Auswirkungen und Rückwirkungen menschlichen Tuns aufzuklären. Ich hoffe auch, daß mit diese Studie innerhalb der UNESCO durch die Beteiligung mehrerer Nationen eine breitere Basis für das Hauptprojekt geschaffen wird.

Als Modell-Gebiet für die Untersuchung wurde die Region Untermain ausgewählt, da von der dortigen Regionalen Planungsgemeinschaft die Anregung für die Verwendung biokybernetischer Prinzipien in der Planung kam und außerdem durch andere Untersuchungen schon eine hervorragende Grundlage geschaffen wurde.

Das wird insbesondere für das genannte Hauptprojekt von Bedeutung sein, in welchem die Bioindikatorenforschung von Prof. Dr. Dr. h. c. H. Ellenberg und Frau Prof. Dr. L. Steubing, Gießen, und die Untersuchungen »Erarbeitung von Modellen zur Erfassung der Zusammenhänge und Quantifizierung von bereits genauer erfaßten Bereichen« von Prof. Dr. G. Olshowy, Bonn-Bad Godesberg, weitere wichtige Komplexe darstellen, mit deren Hilfe die Modelltheorie in die Praxis umgesetzt werden soll. Ein weiterer ergänzender Teil des Gesamtprojektes ist die Arbeit über »Ein integriertes sozio-ökonomisches Gesamtmodell« von Prof. Dr. Rainer Thoss, Münster.

Ich würde mich freuen, wenn diese Studie als »Anleitung zum Verstehen und Planen menschlicher Lebensräume« dazu beiträgt, das Verständnis zu wecken und die Diskussion anzuregen und wünsche ihr in diese Sinne einen vollen Erfolg.

Peter Menke Glücke  
Ministerialdirigent  
Bundesministerium des Innern

# I Warum neue Entscheidungshilfen

## Unerwartete Rückschläge

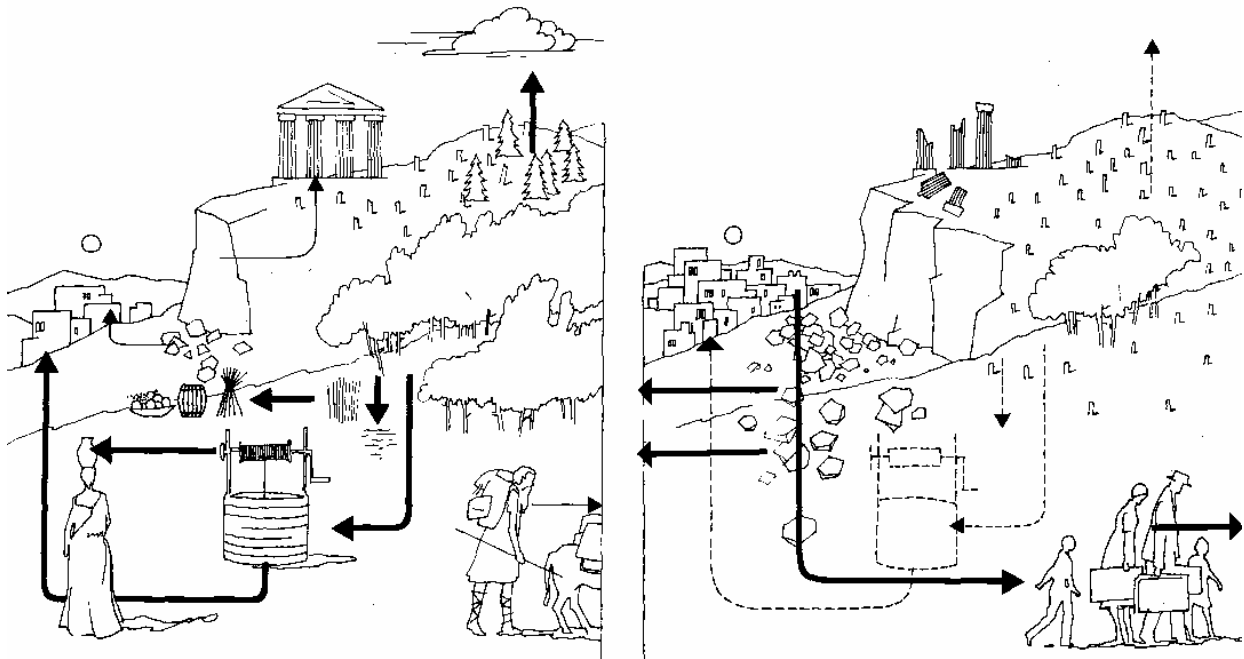
(Fettgedruckt unmittelbarer Zusammenhang mit der Medizin!)

Immer häufiger sind es Überraschungen von unerwarteter Seite, die uns auf diesem Planeten zu schaffen machen. Plötzliche Änderungen auf einem Gebiet, in das wir bewußt garnicht eingegriffen haben. Es sind Einwirkungen, die nicht dort zu Ende sind, wo sie zunächst hinielen, sondern die offenbar über ein dichtes Netz von unsichtbaren Fäden auf geheimnisvolle Weise miteinander in Verbindung stehen und dabei über unerkannte Rückkoppelungen - manchmal sofort, manchmal mit zeitlicher Verzögerung - ins Gegenteil dessen umschlagen können, was beabsichtigt war.<sup>2</sup>

- ▶ **Eine Bakterienbekämpfung mit Antibiotika in der Massentierhaltung führt zur Resistenz der Bakterien und erhöhter Anfälligkeit, ja sogar zu plötzlichem Übergreifen auf den Menschen, wie bei der japanischen Ruhrepidemie 1969 oder der Typhusepidemie in Mexiko 1972, die durch kein Antibiotikum mehr zu bekämpfen waren.**
- ▶ Eine Anlockung steuerbringender Industrien in wirtschaftlich schwache Gebiete unter Außerachtlassen der Umweltbelastung führte vielfach zu unerwarteten, zum Teil nicht mehr alleine zu bewältigenden Folgelasten für die Gemeinden. So z. B. die Rückwirkungen unbekümmerter Eingriffe auf dem Wassersektor:
- ▶ **der Selbstreinigungsprozeß der Flüsse und Seen wurde durch steigende Mengen ungenügend gereinigter Abwässer überstrapaziert und begann zusammenzubrechen. Abgestorbene Gewässer, sinkender Grundwasserspiegel, Trinkwassermangel, teure Klärwerke, Verseuchung der Nahrung und verwaiste Erholungsgebiete waren die Folge. Verluste und Kosten, die ein Vielfaches dessen betragen, was man zu sparen hoffte.<sup>2</sup>**
- ▶ **Der hohe Lebensstandard durch Technisierung und hohen Energieverbrauch sollte den Kampf ums Dasein erleichtern, unser Leben sorgloser und gesünder machen. Das Gegenteil geschah. Die sogenannten Annehmlichkeiten haben uns anfälliger gemacht und trotz immer aufwendigerer medizinischer Versorgung unsere ständig steigende mittlere Lebenserwartung seit 1970 wieder absinken lassen. Rückwirkungen einer verzerrten Lebensweise:**
- ▶ **über streßbedingte Krankheiten (volkswirtschaftlicher Verlust 1970: 13 Mrd. DM)<sup>33</sup> steigende Herz- und Kreislafschäden (von 183 000 Sterbefällen 1953 auf 324 000 1970), Krebserkrankungen (von 94 000 Sterbefällen 1952 auf 148 000 1970)<sup>34</sup> und psychische Erkrankungen (laut WHO-Berichten inzwischen 20% in Wohlstandsländern gegenüber 3% im Weltdurchschnitt).<sup>35</sup> Resultat: allein in der Bundesrepublik jährlich über 400 Mill. Betriebskrankentage, d. h. 30 Mrd. DM Verlust durch Arbeitsausfall, über 100 Mrd. durch das Kranksein selbst.<sup>33</sup>**
- ▶ **Der gewaltige Energie- und Materialeinsatz führte hier statt zu leistungsstarken Menschen zu einer Spezies, die durch Krankheit und Leistungsabfall, durch um sich greifende Drogensucht, Alkoholismus und Kriminalität immer labiler wird und unfähiger, jene technischen Hilfsmittel sinnvoll zu gebrauchen. Das Ganze gefolgt von einem Rekordanstieg . der Soziallasten um jährlich rund 15%, der alle anderen Kostenexplosionen überflügelt.<sup>35</sup>**
- ▶ Investitionen in Produktionsmaschinen und Energieerzeugung gingen noch vor 20 Jahren mit einem Beschäftigungsboom einher, weil die durch Mechanisierung und Rationalisierung freigesetzten Arbeitskräfte durch ein heute längst nicht mehr mögliches steiles Wirtschaftswachstum aufgefangen werden konnten. Das starre Festhalten am alten Investitions- und Konjunkturdenken funktioniert plötzlich nicht mehr und hatte unerwarteterweise einen gegenteiligen Effekt:

- in der Tat wurde trotz einer jährlichen Investitionsspritze von jedesmal rund 20 Mrd. DM die Arbeitsplatzbewegung mit Beginn der 60er Jahre auf einmal rückläufig.<sup>3</sup>

Wir begreifen gerade noch direkte Schädigungen wie Gifteinleitung in Gewässer, Luftverpestung oder Ausrottung von Tierarten, aber wunden uns bereits, wenn zunächst gar nicht als nachteilig empfundene Entwicklungen wie Straßenbau, Flurbereinigung und Monokulturen natürliche Ökosysteme allmählich zerstören; und erst recht, wenn sogar außerhalb der Natur die Störung von scheinbar stabilen und einst profitablen Systemen zu deren Zusammenbruch führt, etwa wenn Ballungszentren wie New York, Detroit oder auch Lagos plötzlich genauso wie ein »umgekipptes« Gewässer nur noch durch Riesenkosten mühsam am Funktionieren gehalten werden können.



Ökologische Zerstörung in Griechenland. Links: Vor 2000 Jahren (fast unverändert bis 1945). Rechts: Heute.<sup>6</sup>

Das Abholzen der Wälder im Mittelmeerraum und die Beweidung mit Herden haben zwar schon im Altertum einen erneuten Bewuchs verhindert. Doch war dies damals keine Katastrophe, sondern hat lediglich ausgedehntere Wanderungen der Nomadenstämme hervorgerufen. Die wenigen Stadtstaaten, z. B. in Griechenland, konnten allemal mit Nahrung versorgt werden.

Anders heute, wo in Griechenland eine zweite Welle von Waldvernichtung eingesetzt hat, die nicht zuletzt durch die Verzehnfachung der Marmorbrüche und die Störung des Wasserhaushalts zu einer sich dramatisch ausbreitenden Bodenerosion führt. Das Grundwasser sinkt ab, die landwirtschaftliche Produktion geht zurück, und die bereits verschmutzten Flüsse beginnen durch Nährstoffbelastung umzukippen und als Trinkwasserlieferant auszuschneiden. Die Gemeinden können sich keine teuren Kläranlagen leisten und verweisen.\*

Auch die zunächst begrüßenswerte Erhöhung des Viehbestandes in der Sahel-Zone durch Bekämpfung der Tsetsefliege machte aus der klimatischen Dürre erst eine Katastrophe.<sup>4</sup> Dieser Zusammenhang ist als eindrucksvolles Beispiel vernetzter Rückkoppelungen auf Seite 75 noch eingehender dargestellt.

Ähnlich unerwartet, wenn auch nicht in dem Maße negativ, waren die Rückwirkungen in Ägypten durch den Bau des Assuan-Staudamms, des großartigen Projekts zur Landbewässerung, welches wie viele ähnliche Pläne gründliche ökologische Überlegungen vermissen ließ.

So übertraf z. B. die Verdunstung des Stauwassers alle Berechnungen (durch sich ausbreitende Wasserhyazinthen, die zudem noch zur Brutstätte für Bilharziose übertragende Schnecken wurden). Das nährstoff- und schlammarme Stauwasser verlangte künstliche Düngung im Niltal und erodierte zunehmend die Flußufer. Dauerbewässerung versalzte die Felder, und das Delta stellte sein Wachstum ein. Selbst die Küstenfischerei wurde durch den Nährstoffmangel vorübergehend ausgelöscht. Alles Spätfolgen, wie sie - entsprechend unserem Schaubild - durch vernetzte Wechselwirkungen zustande kommen.<sup>5</sup>

## Ein dichtes Netz wird zum System

Worin besteht nun der entscheidende Unterschied der modernen Zivilisation im Vergleich zu früheren Zeiten? Einem außerplanetarischen Beobachter würde mit Sicherheit die plötzliche Zunahme der Menschendichte auf diesem Planeten mit dem Beginn der Neuzeit, also im Laufe der letzten 300 Jahre aufgefallen sein; vor allem aber die zunehmende Dichte der von ihm geschaffenen »Systeme« wie Städte, Straßen, Fabriken, Landwirtschaft, Bergbau und Verkehr. Gerade zwischen diesen künstlichen Systemen unserer Zivilisation, ihren Auswürfen und Auswüchsen, ist kaum noch freier Raum. Ein Raum, der früher unsere Eingriffe in die Biosphäre ausgleichen konnte, puffern konnte. Die ehemals »unendlichen« Reservate von Luft, Wasser, Boden, Flora und Fauna sind zu diesem Ausgleich nicht mehr fähig. Denn Technik und Industrialisierung sind in ihren Auswirkungen auf die Umwelt auf ein Hundertfaches dessen angestiegen, als es dem Anwachsen der reinen Zahl der Spezies Mensch entspricht.<sup>2</sup>

Damit ist unsere Zivilisation zu einem dichten, weltumspannenden Netz geworden. Je größer die Vernetzung, um so mehr häufen sich aber auch die **Rückwirkungen und Folgen** auf irgendwelche Eingriffe, ganz besonders also in den Ballungsräumen der eng besiedelten hochindustrialisierten Länder.<sup>1</sup> (Erfordert neue Maßnahmen der Medizin)

## Der Sprung auf eine neue Organisationsstufe

Wenn die Menschheit und das, was sie produziert und gestaltet, so eng aufeinanderrückt, daß ein neues System vernetzter Wirkungen entsteht, so beginnt hier dasselbe, was auch passiert, wenn z. B. viele Amöben zusammenkommen. Bei geringerer Dichte teilen und vermehren sich diese einzelligen Organismen völlig unabhängig voneinander. Es gibt jedoch Bedingungen, wo sehr viele von ihnen zusammenströmen. In diesem Falle ändern sie plötzlich ihr Verhalten. Sie übernehmen unterschiedliche Aufgaben und bilden einen neuen Organismus - einen Schleimpilz, der dennoch voll und ganz aus Amöben besteht.<sup>29</sup>

Auch hier hängt plötzlich alles zusammen und wirkt aufeinander. Damit jedoch das Ganze überhaupt le-bensfähig bleibt, wurde es zu einem System höherer Ordnung.

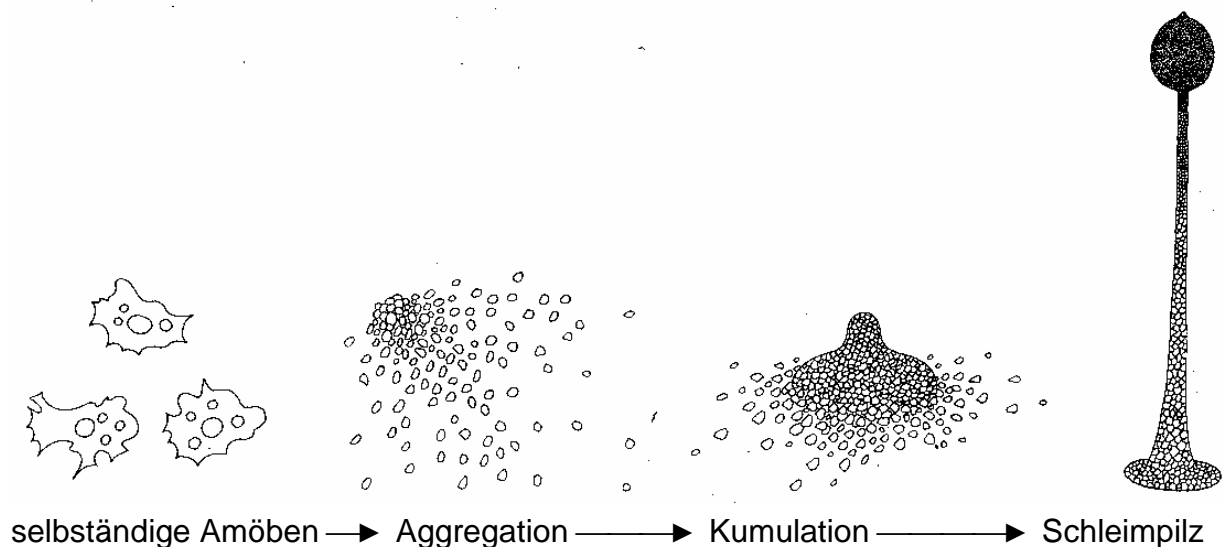
Ein ähnlicher Prozeß ist auch bei uns eingetreten, nur daß wir die Gesetzmäßigkeiten der neuen Stufe des Zusammenlebens noch nicht erkennen. Denn wir schalten und walten und planen auch in unserem Land so, als ob wir nicht sechzig Millionen, sondern erst eine Million Einwohner wären, da und dort eine Eisenhütte wie im alten Germanien betrieben, pro Kopf eine Ackerfläche von 40 Hektar zur Verfügung hätten, die großen Ströme alle Verschmut-

---

<sup>1</sup> \* Hierzu einige Zahlen: Von den 13,2 Millionen ha Gesamtfläche Griechenlands wurden von 1945 bis heute rund 2,1 Millionen ha landwirtschaftliche Fläche, vor allem im Hügel- und Bergland, total zerstört. Weitere rund 3 Mio. ha, davon allein 1 Mio. in der Ebene, wurden in ihrer Agrarproduktion schwer geschädigt. Die Bewaldung ging im gleichen Zeitraum zum Beispiel auf dem Penteli-Berg (Akropolis) von 80 % auf 30 % zurück.<sup>6</sup>

zungen aufnehmen könnten und die natürliche Verrottung der Abfälle in sine reichhaltige Tier-, Pflanzen- und Mikrowelt integriert und von ihr anstandslos besorgt würde.

Man glaubt, daß lediglich alles mehr geworden sei, sich die Quantität verändert habe und man nur mit genügend großen Kräften an die Probleme herangehen müsse. Doch es ist die Qualität der menschlichen Zivilisation, die sich mit jenem Dichtesprung geändert hat sind die somit auch qualitativ völlig andere Dimensionen des Denkens und Handelns verlangt. Nicht nur Amöben, sondern jede Population, die rapide zu



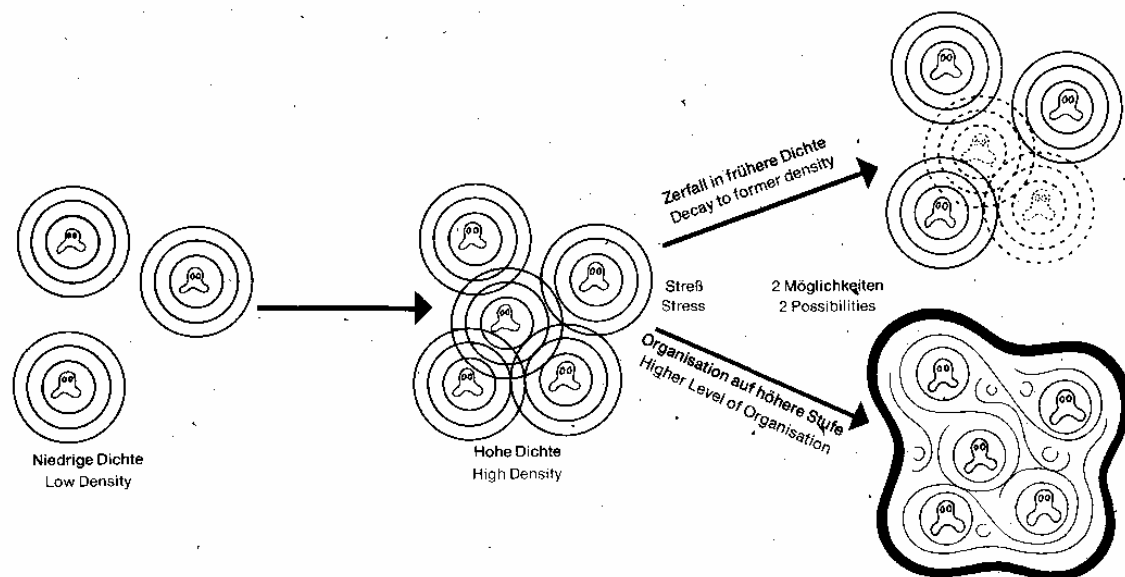
nimmt, und erst recht eine solche, die wie die Menschen sogar nicht nur selber, sondern auch mit ihren künstlichen »Lebewesen« wie Autos, Fabriken, Konsumgütern, Schlachthöfen, Informationsnetzen usw. plötzlich so anwächst, daß sie eine neue Dichteschwelle überschreitet, muß sich dieser neuen Dichte und der damit verbundenen Vernetzung aller Teilbereiche anpassen. Sie muß ein anderes Verhalten, eine entsprechende Organisation, ein entsprechendes Bewußtsein entwickeln - oder sie wird früher oder später in einer Katastrophe auf die frühere Dichtestufe zurückfallen bzw. ganz ausgelöscht werden.

#### Die Funktion des Dichtestreß

Biologie und Verhaltensforschung zeigen uns, daß diese kritischen einschneidenden Stufen bei allen Lebewesen, von den Bakterien bis zum Menschen, zu beobachten sind: von der ersten Kommunikation durch Warnlaute, z. B. um das Revier abzugrenzen, zur nächsten Schwelle, wo schon gegenseitige Verständigung in der Gruppe, z. B. bei der Futtersuche, nötig ist, und weiter zur Zusammenarbeit und Hilfe in der Gruppe mit entsprechenden Sozialordnungen bis zur gemeinsamen Umweltgestaltung, Einrichtung von Behausungen usw. Eine Entwicklung, die jedoch durchaus nicht immer reibungslos verlaufen muß. Jede Dichteschwelle birgt die Gefahr einer Katastrophe in sich.<sup>8</sup> Sobald sich etwa bisher isolierte Lebensräume überschneiden, läßt der eintretende sogenannte Dichtestreß, z. B. durch die Begegnung mit dem konkurrierenden Artgenossen, zwei Möglichkeiten zu. Entweder macht er krank, steril, aggressiv, was alles zur Vernichtung von großen Teilen der Population und damit wieder zu geringerer Dichte führt; oder aber er zwingt zur Anpassung an die neue Dichte, d. h. zu einem anderen Verhalten.<sup>9</sup>

Soll also die höhere Dichte bestehenbleiben und eine Katastrophe verhindert werden, so muß dies, ganz gleich bei welcher Schwelle - zwangsweise zu einer vorher nicht existierenden

Organisation, zu einem höheren System führen; sei es bei Amöben, bei Ameisen, bei Baumspitzhörnchen oder beim Menschen.<sup>9</sup>



## Punktuelle Planung verhindert Selbstregulation

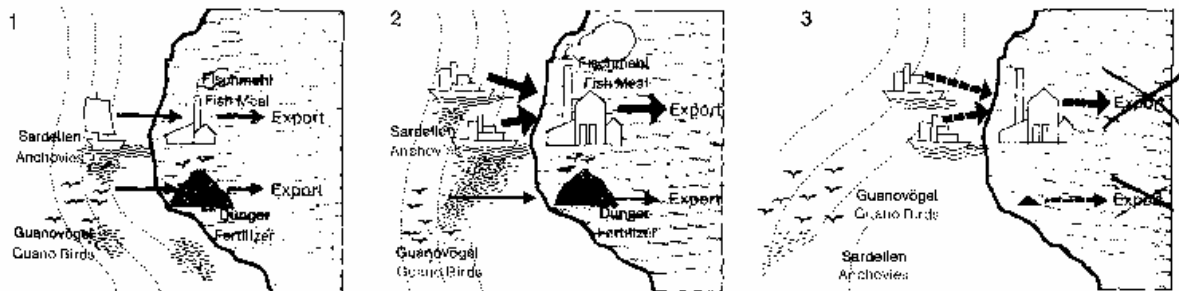
Mit dem Fortschreiten unserer Zivilisation und ihrer Ausdehnung haben wir gleichwohl noch nicht den nötigen Übergang auf eine der eingetretenen Verdichtung adäquate Betrachtungsweise vollzogen. Unter immer stärkerer Mißachtung der organisatorischen Grundgesetze überlebensfähiger Systeme sind wir bei einer Haltung verblieben, die vielleicht bei einer früheren Dichte und entsprechend geringer Vernetzung angemessen war und die nun glaubt, mit immer größerem Energieeinsatz und immer schnellerer Produktherstellung all der Schäden und Rückschläge einzeln Herr werden zu können, die dieses unbekümmerte Draufloswirtschaften zunächst für unseren Lebensraum - und nun auch immer mehr für uns selbst mit sich bringt.

Welch aussichtsloses Unterfangen! Wir sind dadurch in ein immer schnelleres Aufschaukeln, in einen Teufelskreis hineingeraten, der unweigerlich zum Zusammenbruch desjenigen Systems oder auch Teilsystems führt, in dem dies stattfindet.<sup>2</sup>

Auch hierzu ein reales Beispiel. Die hochmoderne, aber völlig unökologische Ausbeutung der natürlichen peruanischen Rohstoffquellen: Sardellen (Anchovis) und Guanodünger hatte nach kurzer Zeit zum Zusammenbruch wichtiger Wirtschaftszweige Perus geführt. Es begann damit, daß die zunehmend den Außenhandel des Landes tragende Fabrikation von Fischmehl (einem der wertvollsten Viehfutterzusätze) durch eine starke Steigerung der Anchovisfänge intensiviert werden sollte (1). Von hochdotierten, tüchtigen Experten wurde ein Großmanagement ausgearbeitet, das von allen Seiten als leuchtendes Beispiel einer gut durchdachten Wirtschaftspolitik gepriesen wurde (2) - und doch nach einem kurzen Boom ins Chaos führte (3).

Was war geschehen? Man hatte bei den auf Gewinnmaximierung angesetzten Kalkulationen, die zwar wissenschaftlich exakt, aber eben nur fachorientiert, d. h. systemimmanent durchgeführt worden waren, ökologische Parameter, wie bestimmte veränderliche Meeresströmun-

gen, unbeachtet gelassen und daher die Fangquoten falsch angesetzt. Die Fischgründe waren plötzlich erschöpft, sie gingen in drei Jahren von 12,5 Millionen Tonnen auf 1/5 dieser Menge zurück, und auch die Guanovögel, die sich von ihnen ernährten und deren Dung die zweite glänzende Absatzquelle ergab, waren ebenso plötzlich verendet oder hatten sich nach anderen Gegenden verzogen.<sup>11</sup> Fazit: Mit bester Absicht wurde eine Monowirtschaft ins Extrem getrieben und vernichtete sich prompt selbst, weil man die Regelkreise, von denen sie ein Teil war, ignorierte.



Ressourcen Abbau in Peru durch unökologisches Management

## Das Gesetz vom Ausscheiden störender Teilsysteme

Es ist in der Tat ein unvermeidbares kybernetisches Gesetz der lebenden Welt, daß Teilsysteme, die wesentliche Grundregeln verletzen, die also aus Gleichgewichten ausscheren, Symbiosen mißachten, ihren Energieverbrauch multiplizieren und damit für das Gesamtsystem Biosphäre gefährlich werden, von alleine aus dem Lebensprozeß ausscheiden. Jedes auf solche Art das Gesamtsystem störende Glied bringt sich so selbst nach einem kurzen explosionsartigen Wildwachstum - oder umgekehrt durch immer rascheres »Einfrieren« - aus dem Spiel. Die Biosphäre, diese subtilste und doch zugleich zäheste Membran, die sich um unseren Planeten spannt, hat sich damit von dem störenden Subsystem befreit und kann sich erneut stabilisieren: eines der Geheimnisse des biologischen Lebens, mit dem es die phantastische Zeit von mehreren Milliarden Jahren bis heute überdauert hat.

Auch das Auslöschung der menschlichen Zivilisation wird für diese Biosphäre trotz (und wegen!) unseres gewaltigen technischen Apparats kein Problem sein. Denn diese Technik ist nicht nur sehr grob und zeigt eine miserable Energiebilanz gegenüber den Technologien der Natur, sondern sie ist auch weit labiler als diese, was wir schon wiederholt an den ersten größeren Pannen wie dem Stromausfall in New York vor einigen Jahren beobachten konnten; ja, sie wird mit jedem Kernreaktor, mit jeder neuen Automatik und jeder neuen Verkehrsverbindung noch labiler. Da zudem noch alles, was wir schaffen und bewältigen können, vom menschlichen Geist und der menschlichen Psyche abhängt und mit deren Gesundheit steht und fällt, hat die Natur allein schon über diese Hebel genügend Möglichkeiten, sehr rasch eine Katastrophe einzuleiten.

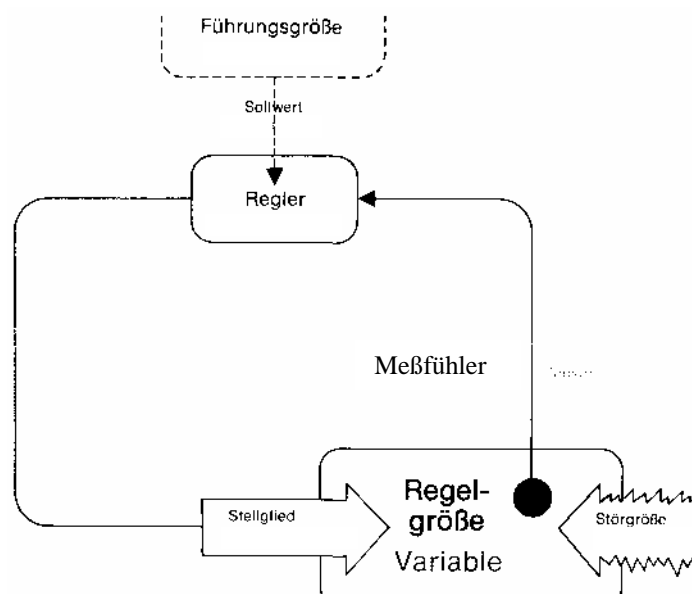
Solange unsere veränderte Situation nicht begriffen und die Vernetzung nicht gesehen wird - und wo sie gesehen, oft zu kompliziert dargestellt wird, um sie noch weithin verstehen zu können -, werden wir laufend immer größere Rückschläge erleben und unter dem immer wieder erneuten Zwang stehen, unsere Bemühungen zu verdoppeln, um mit steigendem Energie- und Materialeinsatz noch ein wenig weiter auf die alte Weise wirtschaften zu können. Kurz, wir brauchen neue Entscheidungshilfen.

## Was ist ein Regelkreis?

Ein Regelkreis ist ein in sich geschlossener Kreislauf von Informationen. Ein System, das sich durch Rückkoppelung selbst regelt. Es besteht eigentlich nur aus zwei Dingen: der zu regelnden Größe (zum Beispiel dem Wasserstand in einem Kanalsystem, dem Benzinstand im Vergaser, der Konzentration eines Hormons im Blut, der Temperatur eines Lebewesens, dem Verhalten des Mitglieds einer

Religionsgemeinschaft), man sagt der Regelgröße, und andererseits dem Regler, der diese Größe verändern kann. Der Regler mißt über einen Meßfühler den Zustand der Regelgröße. Ist dieser Zustand durch einen Störfaktor, die Störgröße, verändert, dann korrigiert der Regler mit einem Stellglied das zu regelnde System, das auf diese Weise mit sich selbst rückgekoppelt ist. Stellt der Meßfühler einen zu hohen Wert fest, so wird er über das Stellglied verringert, ist der Wert zu niedrig, so wird er erhöht. Deshalb spricht man hier von negativer Rückkoppelung. Wäre die Rückkoppelung parallel, würde also ein nach oben verändertes Wert über den Regler zu einer noch weiteren Erhöhung führen, dann hätten wir positive Rückkoppelung - und damit nicht mehr lange einen Regelkreis. Er würde entweder explodieren oder völlig zufrieren. Aus diesem Grunde gibt es auch kein lebensfähiges System, das mit positiver Rückkoppelung arbeitet (hier ist »positiv« mal etwas Schlechtes).

Nun richtet sich aber auch der Regler selbst - sei es, daß wir ihn vorher einstellen, sei es, daß er an andere Systeme angeschlossen ist - außerdem noch nach einer Führungsgröße, die über ihm steht und die den sogenannten Sollwert vorgibt. Dieser Sollwert mag seinerseits veränderlich sein, indem er zum Beispiel selbst wieder die Regelgröße eines anderen Regelkreises ist. Diese Regelgröße wiederum mag der Stellwert eines dritten Regelkreises sein und dieser insgesamt vielleicht die Störgröße eines weiteren. So gibt es in der Wirklichkeit nie isolierte, abgeschlossene Regelkreise, sondern immer nur miteinander in Wechselbeziehung stehende offene Systeme von mehreren vernetzten Regelkreisen, deren Sollwerte voneinander abhängen wie es auf unserem Schaubild auf Seite 20 dargestellt ist.<sup>23</sup>



Prinzip eines einfachen Regelkreises mit den wichtigsten Standardbezeichnungen.

Funktionsformen allein 100 Milliarden Tonnen Sauerstoff und verarbeiten selbst an Schwer- und Leichtmetallen wie Eisen, Vanadium und Kobalt, Magnesium, Natrium und Kalium Jahr für Jahr zusammengenommen viele Milliarden Tonnen.

Wir haben es hier also mit einem Energie- und Stoffumsatz gewaltigen Ausmaßes zu tun, mit einem System, das jedoch mit einem traumhaften Wirkungsgrad von bis zu 98% (Otto-Motor: 13%) arbeitet, das weder Energie- noch Abfallsorgen hat (für jedes Abfallprodukt stehen Organismen und Enzyme bereit, die es gleich wieder in ein neues Ausgangsprodukt verwandeln), ein System, das eine wahre Fundgrube an technischen Raffinessen, an energiesparenden Tricks und eleganten Kombinationen der verschiedenartigsten Technologien darstellt.<sup>12</sup> Wollte der Mensch mit seiner heutigen Technik die Funktionen dieser globalen Superfabrik voll ersetzen, so brauchte er dazu sicher ein Tausendfaches der von ihr verbrauchten Energie und maschinell wahrscheinlich mehr Platz, als auf allen Planeten unseres Sonnensystems zusammengenommen vorhanden ist.

## Ein evolutionsfähiges Fließgleichgewicht

Es lohnt sich also zu fragen, mit Hilfe welcher Prinzipien die Natur so rationell arbeiten kann. Die eigenartige, aus vielen winzigen Zellen aufgebaute Organisation aller Lebewesen steht über ein kybernetisches Informationssystem mit sich selbst (Universalität des genetischen Codes!) wie auch mit der Umwelt in einem ständigen Stoff- und Energieaustausch. Die wichtigste Vorbedingung für ein sich selbst regulierendes, reproduktives Fließgleichgewicht und damit für die Existenz von Leben ist hiermit bereits gegeben. Um dieses Fließgleichgewicht gegenüber äußeren Störungen und Schwankungen aufrecht zu erhalten, ja sogar Neuentwicklungen und Metamorphosen des Systems selbst zu erlauben, gehorcht es einer Handvoll eigenartiger Regeln, die man - da sie zumindest auf diesem Planeten als einzige funktionieren - als die Grundgesetze überlebensfähiger Systeme bezeichnen kann.

Zu ihnen gehört das Einschaukeln in ein stabiles Gleichgewicht, genannt negative Rückkopplung, gehören Kreisprozesse wie das Recycling, die Wiederverwendung aller Produzierten, gehört weiterhin der sparsamste und effektivste Umgang mit Energie - vor allem, wenn es um andere als die Sonnenenergie geht, zu ihnen gehört das Prinzip des »Jiu-Jitsu« (der asiatischen Selbstverteidigung), wo nicht Kraft mit Gegenkraft bekämpft wird, sondern wo des Gegners Kraft lediglich umgelenkt und gesteuert wird (kybernetes ist das griechische Wort für Steuermann) und so für die eigenen Zwecke genutzt wird. Es gehört dazu das Zusammenleben auch grundverschiedener Lebensformen zum gegenseitigen Profit, genannt Symbiose, und andere Regeln.

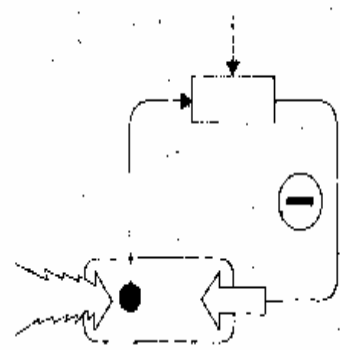
Sie alle haben sich im Rahmen der Evolutionsstrategie der Natur als die inneren Führungsgrößen überlebensfähiger Systeme und Subsysteme erwiesen. Sie müßten daher auch für das System der menschlichen Zivilisation - als ein Teilsystem der Biosphäre - gelten und dessen Überleben und entwicklungsfähige Gestaltung weit mehr garantieren können als etwa so stupide Prämissen wie der eingleisige Zwang zum wirtschaftlichen Wachstum.<sup>13</sup>

Im folgenden haben wir die wichtigsten dieser Regeln in einer Art Checkliste zusammengestellt. Diese Checkliste soll es in einer ersten Annäherung ermöglichen, einige Parameter auch des zivilisatorischen Geschehens einmal an diesen Prinzipien zu messen. Vom Funktionieren ganzer Lebensbereiche angefangen bis hinunter zu einzelnen Firmen, dem Verbraucherverhalten oder den behördlichen Maßnahmen und selbst dem Design einzelner Produkte.<sup>14</sup>

# Acht biokybernetische Grundregeln

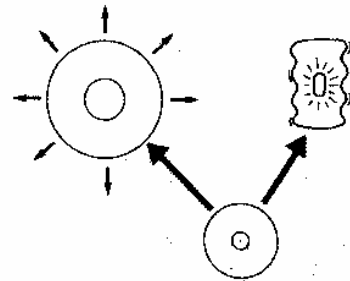
## 1 Negative Rückkoppelung

Ein Regelkreis stabilisiert sich über negative Rückkoppelung. Diese Selbststeuerung in Kreisprozessen bzw. zwischen Grenzwerten ist das wichtigste Organisationsprinzip eines Teilsystems, sobald dieses innerhalb des Gesamtsystems überleben will. Jedes Teilsystem, das endgültig in eine positive Rückkoppelung umschlägt (Circulus vitiosus), wird sich entweder nach oben oder nach unten aufschaukeln, d. h. entweder explodieren oder einfrieren. In beiden Fällen vernichtet es sich selbst und scheidet da mit als störendes Glied aus dem Gesamtsystem aus.



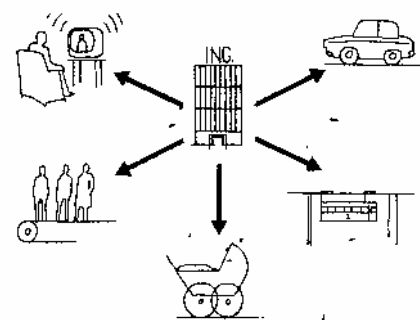
## 2 Unabhängigkeit vom Wachstum

Das Einschaukeln eines Systems in ein stabiles Gleichgewicht ist unvereinbar mit einem kontinuierlichen Wachstum dieses Systems. Deshalb finden wir in biologischen Vorgängen immer nur entweder Wachstum (instabil, temporär) oder Funktion (stabil, permanent). Wenn ein Teilsystem wie eine Gehirnzelle durchgehend differenziert ist und dem Wachstum völlig abgesprochen hat, ist es in seiner Funktion optimal. Jedes System, jedes Verfahren, jedes Produkt - sie alle sollten daraufhin geprüft werden, ob sie auch nicht primär wachstumsorientiert, sondern funktionsorientiert sind.<sup>15</sup>



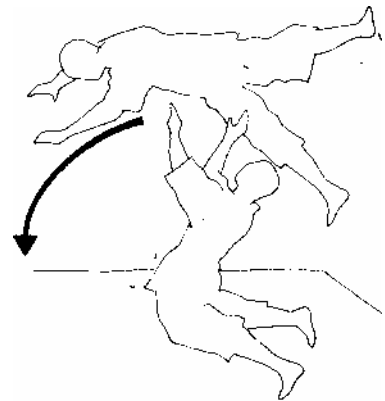
## 3 Unabhängigkeit vom Produkt

Die funktionsgerechte Differenzierung jeder »Zelle« eines Systems bedeutet zugleich, daß auch die jeweils gebildeten Produkte, um der permanenten Funktion zu genügen, vorübergehend und damit sekundär sind. Die Mitochondrien, winzige Kraftwerke in unseren Körperzellen, zum Beispiel haben die Aufgabe, zwischen Stoff- und Energieumsatz zu steuern. Sie können über ein und denselben Zyklus sowohl Kohlenhydrate zu Kohlendioxid verbrennen als auch auf die Herstellung von Aminosäuren abzweigen. Ein Prinzip, das für die kleinsten wie für die größten biologischen Kreisprozesse typisch ist. Danach dürfte sich z. B.; das Volkswagenwerk nicht als Autobauer verstehen, sondern als im Verkehrsgeschäft befindlich; Elektrizitätswerke dürften sich nicht als Stromerzeuger, sondern als Energieversorger betrachten, was auch darin bestehen kann, die Energienachfrage zu verringern oder Energieverbrauch durch Alternativen zu ersetzen.<sup>13</sup>



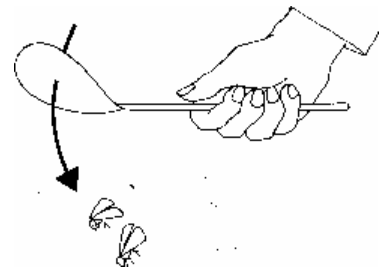
## 4 Das Prinzip des Jiu-Jitsu

Die Natur liefert uns nicht nur Grundlagen für die Organisationsstruktur der Systeme selbst, sondern auch für die effizienteste Art, diese Systeme zu unterhalten. Eines der Hauptmittel dazu ist der Einsatz bereits existierender Kräfte und Energien und deren Steuerung und Umlenkung im gewünschten Sinne, anstatt die vorhandene Kraft des »anderen« mit eigener Kraft zu bekämpfen und dann noch mal eigene Kraft für das aufzuwenden, was man eigentlich erreichen will. Mit Energiekaskaden, Energieketten und Energiekoppelungen erreicht die Natur durch dieses Prinzip einen unvergleichlich hohen energetischen Wirkungsgrad.<sup>16</sup>



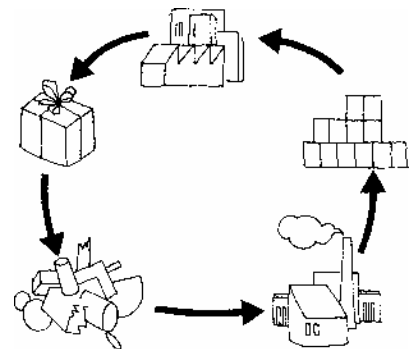
## 5 Das Prinzip der Mehrfachnutzung

Überlebensfähige Systeme bevorzugen Produkte und Vorgänge, bei denen mehrere Fliegen mit einer Klappe geschlagen werden - im Grunde eine Spielart des Jiu-Jitsu-Prinzips. Möglichst nichts, was wir schaffen oder tun, möglichst kein Produkt und kein Verfahren sollten nur für einen Zweck einsetzbar sein. Auf eine solche Mehrfachnutzung zielen letzten Endes sämtliche Punkte dieser Checkliste hin.



## 6 Das Prinzip des Recycling

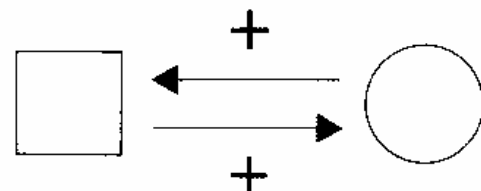
Eine exemplarische Realisierung der bisherigen Regeln bietet auch das Prinzip des Recycling: das nutzbringende Wiedereingliedern von Abfallprodukten (die die Natur überhaupt nicht als solche kennt) in den lebendigen Kreislauf der beteiligten Systeme<sup>17</sup>. Dazu müssen wir von dem unvernetzten eindimensionalen Denken abgehen, in dem wir erzogen wurden, ein Denken, welches ja immer nur Anfang und Ende, eindeutige Ursache und Wirkung kennt. Denn in Kreisprozessen ver schwindet automatisch der Unterschied zwischen Ausgangsstoff und Abfall, ähnlich wie im kybernetischen Regelkreis Ursache und Wirkung verschmelzen.<sup>7</sup>



## 7 Das Prinzip der Symbiose

Symbiose ist das Zusammenleben artfremder Organismen und Systeme zu deren gegenseitigem Nutzen (im Gegensatz zur parasitären Ausnutzung). Sie hat in der Biologie die vielfältigsten Erscheinungsformen<sup>38</sup> - von Darmbakterien, die von der Nahrung des Menschen leben und ihm dafür lebenswichtige Vitamine aufbauen, bis zur globalen »offenen« Symbiose zwischen Tier- und Pflanzenwelt über den Kreislauf von Photosynthese und Atmung.

Symbiose führt immer zu einer beträchtlichen Rohstoff-, Energie- und Transportersparnis für alle daran beteiligten Glieder und damit zu vervielfachtem, meist kostenlosem Nutzen. Je verschiedenartiger diese sind, desto mehr Möglichkeiten zur Symbiose gibt es. Sie wird also begünstigt durch Vielfalt auf kleinem Raum. Große gleichförmige Bereiche, zentrale Energieversorgung, reine

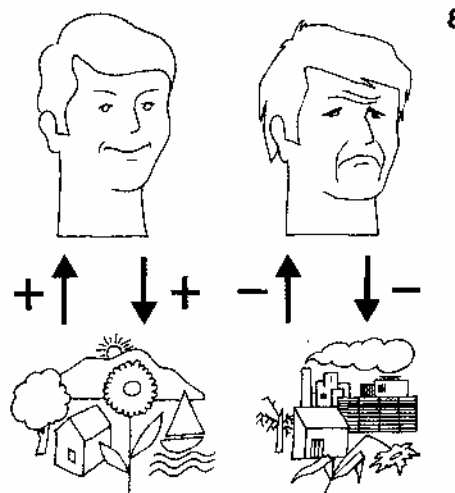


Schlaf-Städte, Monokulturen (auch was Industriezweige und Produktherstellung betrifft) müssen daher auf die Vorteile symbiontischer Beziehungen - und damit auch auf deren stabilisierenden Effekt - verzichten; Beziehungen, die an und für sich bei anderer Aufteilung vervielfacht möglich wären. Nutzung von Symbiosen bedeutet also Kleinräumigkeit bei Neuplanungen, aber auch sinnvolle Koppelung bestehender Einrichtungen, zum Beispiel im industriellen Bereich<sup>18</sup>. Weit über die Funktion von »Abfallbörsen« hinaus läßt sich so eine Art von Ökosystemen der Wirtschaft bilden:»- Werke der Metallindustrie, die mit solchen der Papierindustrie zusammenarbeiten, Baustoffindustrie mit Kohleentschwefelung, Nahrungindustrie, verbunden mit Wasserreinigung und Abfallverwertung usw. - wo nötig, auch mit geschickt ausgewählten neuen Anlagen als Bindeglied. Das Aufbauen von Symbiosen ist jedoch in erster Linie eine Kommunikationsaufgabe, erst in zweiter eine technologische.

## 8 Biologisches Grunddesign

Unsere abschließende Regel soll neben der organisatorischen Kybernetik noch einmal die gestaltende Bionik zum Gegenstand haben.<sup>19</sup> Jedes Produkt, jede Funktion und Organisation sollten mit der Biologie des Menschen und der Natur vereinbar sein. Dies ist nicht nur eine ökologische, sondern immer mehr auch eine ökonomische Forderung. Die Gesundheit von Mensch und Natur ist schließlich über Sozialkosten und Umweltbelastung eng mit der gesamten Volkswirtschaft verflochten. Der Verlust der Selbstreinigungskraft von Flüssen bedeutet eben so schlagartig eine finanzielle Belastung wie etwa der Verlust der Immunabwehr des Menschen durch Streß, der über Krankheit und Leistungsabfall zu hohen Soziallasten führt.<sup>20</sup>

Diese Regeln sind sowohl schon in einzelnen Zellen anzutreffen wie im vielzelligen Organismus und genauso darüber hinaus in Populationen und Ökosystemen. All das macht die Biosphäre zu dem, was sie ist: zu einer in ihrer Art einzigartigen Superfabrik, die sich selbst steuert und reguliert, die allen äußeren Störfaktoren getrotzt und bis heute jene sensationelle Überlebenszeit von mehreren Milliarden Jahren aufzuweisen hat.<sup>22</sup>



## Verschachtelte Selbstregulation

Interessant ist die Tatsache, daß im Prinzip jedes System schon dadurch selbstregulierend und überlebensfähig ist, wenn seine Subsysteme selbstregulierend sind: so wie innerhalb der Biosphäre einzelne Ökosysteme, darin die Biotope und Populationen, innerhalb der Populationen das einzelne Lebewesen, darin das Organ, in diesen das Zellgewebe und darin wieder die einzelne Zelle und selbst deren winzige Organellen und Biomachines - wie bei den bekannten russischen Puppen. Die kybernetischen Grundregeln, wie wir sie im Fabrikationsbetrieb Zelle finden, sind dabei immer die gleichen, von den kleinsten Einheiten bis hinauf zu den größten Ökosystemen.<sup>21</sup>

Diese verschachtelte Selbstregulierung ist ein weiteres wesentliches Element lebender Systeme und macht den großen Unterschied der Biokybernetik gegenüber der Regeltechnik aus.\*<sup>2</sup> In der letzteren müssen nämlich die Führungsgrößen und Sollwerte immer von außen eingegeben werden; wie beim Thermostaten, wo der Sollwert nach dem Willen eines außerhalb des

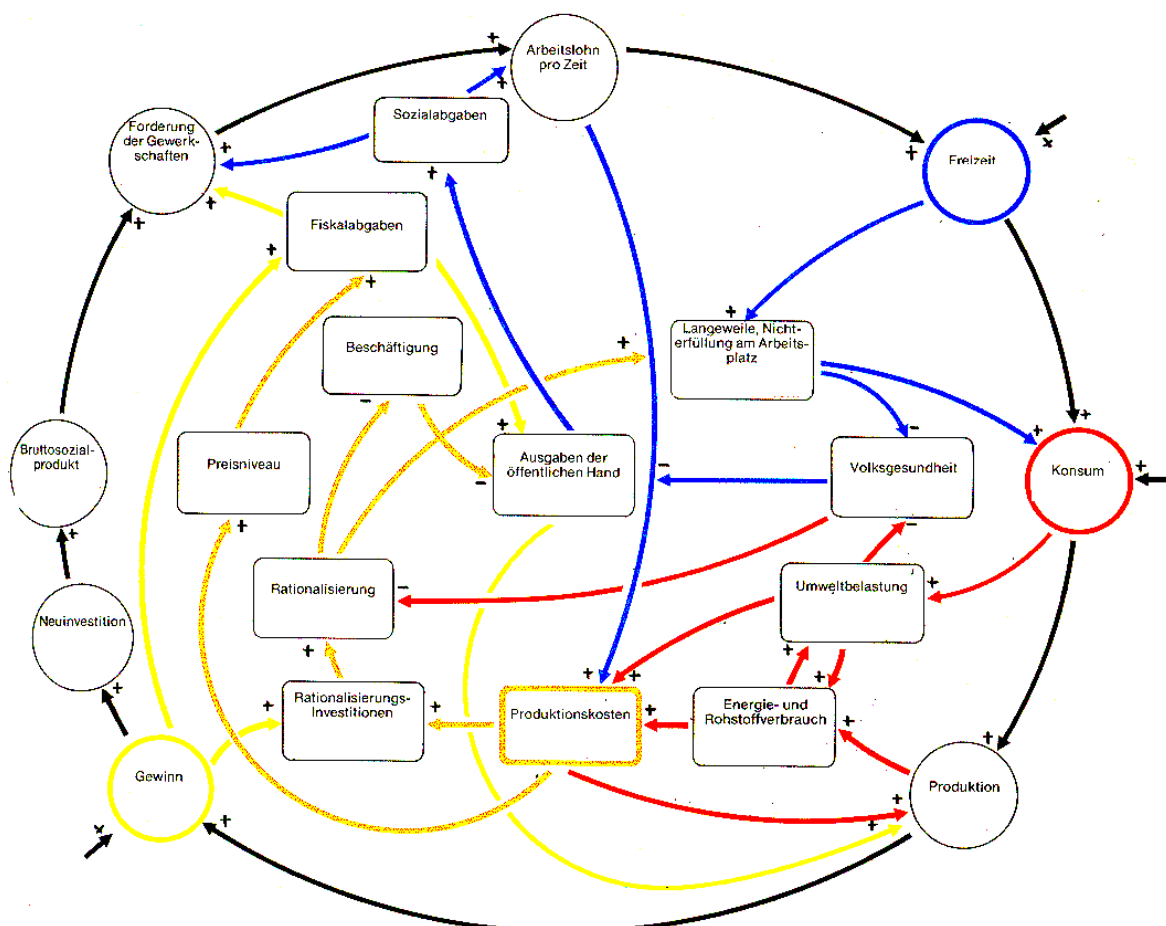
<sup>2</sup> \* Zunehmend können in der Volkswirtschaft kybernetische Studien und Doktorarbeiten beobachtet werden, die sich jedoch nicht an dem Urgrund der Kybernetik (nämlich an derjenigen biologischer Systeme) orientieren, sondern in der Tat an der Regeltechnik, also an einem unvollkommenen, für bestimmte Zwecke entwickelten Abbild des Originals. Auch der Ökophysiker WESLEY, der ein maschinelles »Iron-based-Life« für ebenso überlebensfähig hält wie das biologische »Carbon-based Life«, scheint gerade jenen fundamentalen inneren Organisationsunterschied nicht zu berücksichtigen.<sup>25</sup>

Regelkreises stehenden Menschen eingestellt werden muß. In der letzten Konsequenz wurde dieses Regeltechnikprinzip, etwa auf die Volkswirtschaft oder auf die Umweltproblematik übertragen, zu einem absoluten Dirigismus führen. Ein solcher ist aber in lebenden Systemen nirgendwo zu beobachten, demnach also offensichtlich nicht überlebensfähig. Ein Beispiel für die Wirkung solcher von außen vorgegebener Führungsgrößen bildet der nebenstehende Netzplan.

## Führungsgrößen in der Selbstregulation

Wenn wir also in richtige): Weise planen und unsere Grundregeln anwenden wollen, dann ist dies nur möglich, wenn wir auch solche Führungsgrößen und Sollwerte und damit letztendlich auch unsere Zielvorstellungen in die Selbstregelung mit einbeziehen und damit vom Zustand des Systems kontrollieren bzw. korrigieren lassen. Auch dies setzt wieder voraus, daß man die Vernetzungen kennt und versteht. Das erklärt noch einmal, warum die Erfassung der Vernetzung der zentrale Punkt unserer Betrachtungen sein muß.<sup>49</sup>

Gehen wir wieder zu den biochemischen Abläufen in einer Zelle zurück, wie sie aus dem Schaubild am Anfang dieses Kapitels hervorgehen. Genauso wie dort werden wir auch im System der Mensch-Umwelt-Beziehungen bereits schon dann wesentliche Aussagen erhalten, wenn wir nur wissen, daß etwa der ein oder andere Regelkreis gestoppt werden kann, Verbindungen unterbrochen oder neue aufgestellt werden können oder durch Einschleusen großer Mengen bestimmter »Substanzen« der Verlauf einer »chemischen Reaktion« in umgekehrte Richtung gelenkt wird, und wo und wann Energieumwandlungen oder Informationsübertragungen stattfinden müssen. All dies sind Wenn-Dann-Beziehungen, die bereits erkannt werden können, ohne daß jedesmal sämtliche quantitativen Details und Unterdetails bekannt sind. Denn diese verändern sich in einem lebendigen System sowieso laufend.



Der Kreislauf zwischen Produktion und Konsum (äußerer schwarzer Kreis) zeigt eine gewisse Ähnlichkeit zur Lohn-Preis-Spirale, solange von außen der Faktor »Wachstumsideologie« auf bestimmte Ansatzpunkte einwirkt. Von drei solchen Ansatzpunkten ausgehend (Konsum, Gewinn, Freizeit) haben wir die nächstfolgenden Wirkungen aufgezeigt, um die starke Vernetzung verschiedener Lebensbereiche auch auf der sozio-ökonomischen Denkebene sichtbar zu machen. Interessanterweise stellen alle diese Vernetzungen (zum Teil über minus/minus Zwischenstufen) positive Rückkoppelungskreise dar. Damit können sie letztenendes immer nur einen destabilisierenden Effekt auf das Sozialsystem haben (+ bedeutet grundsätzlich gleichgerichtete Wirkung, -grundsätzlich entgegengesetzte Wirkung).

## Technik als unvollständiger Abklatsch

Wie kommt es nun, daß dieses Organisationssystem in der von uns hervorgebrachten Zivilisation noch kaum vertreten ist, obgleich es - wie in unserem Schaubild angedeutet - auf geniale Weise schon in der kleinsten Zelle funktioniert?<sup>21</sup>

In den letzten 6000 Jahren (die innerhalb der gut 2 Millionen Jahre alten Evolution des Menschengeschlechts keineswegs eine lange Zeit sind) hat der Mensch in ganz eigenartiger Weise die in ihm selbst wohnenden Prinzipien der biologischen Welt, ihre Strukturen, Funktionen und Technologien nach außen projiziert. Sie wurden, wenn auch in unvollkommener Weise, zunächst unbewußt und neuerdings auch immer mehr bewußt (Bionik) als Technik für eine künstliche Umwelt umgesetzt; z. B.: Pumpen, Hebel, Filter, Batterien, Aerodynamik und selbst die Schrift und das Drucken.<sup>19</sup>

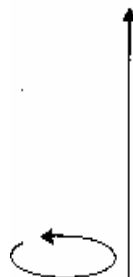
Doch eines haben wir der Natur kaum abgeschaut, nämlich ihre Organisation: ihre oben angeführten kybernetischen Grundgesetze, nach denen sie diese Techniken handhabt. So nutzen wir zwar ein großes FQld von Teilerkenntnissen, kümmern uns aber - fasziniert von unserer eigenen Schöpferleistung - weder um das Vorher noch um das Nachher eines Produktes, weder um seine Herkunft noch um seine Folgen, noch um seine Wechselwirkungen und Rückkoppelungen mit unserem Lebensraum. Wir steuern nur Einzelziele an, statt auch in Kreisprozessen zu denken.

Beides ist selbstverständlich nötig. Doch unsere Welt bedarf nicht einer Koexistenz von »kausal-logischem Denken« und »Regelkreis-Denken«, sondern einer echten Symbiose beider, d. h. einer Verbindung zwischen der Stabilisierung eines Zustandes und dessen qualitativer Weiterentwicklung.

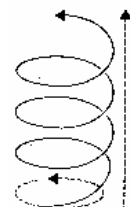
## Kybernetisches und technokratisches Denken

In Japan etwa, mit seiner aufgepfropften westlichen Zivilisation, existieren beide Denkart fast schizophoren nebeneinander. Der Kreis liegt dort sozusagen neben der geraden Linie, anstatt daß sich aus beiden eine neue Einheit bildet, die einerseits dem Kreisprozeß eine Richtung gibt und andererseits den Verlauf der geraden Linie in eine Art »atmende« Kreisbewegung verwandelt und sie so stabilisiert.<sup>7</sup>

Nicht miteinander kommunizierendes kreisförmiges (asiatisches) und geradliniges (abendländisches) Denken.



Die Helix als Symbol für modernes kybernetisches Denken (Symbiose aus kreisförmiger und geradliniger Bewegung).



Diese Symbiose ist im übrigen naturgegeben. Auch in der Biologie werden z. B. einzelne chemische oder physikalische Schritte in kleinen, geradlinigen, wenn man so will fachspezifischen Ursache-Wirkungsschritten vollzogen. Doch dies immer als Teilschrittchen größerer Kreisprozesse. Denn gleichzeitig wird deren Richtung, deren Nachschub, das Erkennen der Molekülgestalt oder die katalytische Aktivierung der gut 10000 Einzelreaktionen durch die Art der Systemvernetzung gesteuert. Die Kenntnis dieser 10000 Reaktionen hilft uns zwar die

Einzelschritte verstehen und sie vielleicht an Ort und Stelle zu beeinflussen, jedoch niemals, die Richtung des *Gesamtsystems* zu erkennen, Prognosen zu stellen oder gar die Entwicklung des Systems sinnvoll zu beeinflussen. Dazu müssen wir uns auf die Ebene der Vernetzungen begeben und sie mit ihren Rückkoppelungen und verschachtelten Regelkreisen verstehen lernen.

Der Übergang auf diese uns eigentlich eingeborene Mischung aus vernetztem Denken in Kreisläufen und unvernetzt geradlinigem Denken ist nicht leicht. Denn das erstere wurde uns bereits in der Schule ausgetrieben -was mit dafür verantwortlich ist, daß wir überhaupt Schwierigkeiten haben, uns in die Mensch-Umwelt-Beziehungen hineinzudenken.<sup>23</sup>

Längst gibt es jedoch von fachlicher Seite eine Reihe hervorragender Studien hierzu: intelligente vernetzte Systemmodelle, wie sie von forrester, meadows, odum oder in Deutschland von pestel, ellenberg, thoss, kumm und anderen entworfen wurden.<sup>24</sup> Darstellungen, die jedoch noch wenig ins Bewußtsein der Öffentlichkeit gedrungen sind. Und wenn, dann waren es letztenendes doch wieder einzelne Prognosen, die man aus der Vernetzung herausgriff, wie etwa die Notwendigkeit, das Nullwachstum anzustreben. Prognosen, die die Allgemeinheit jedoch nicht im Rahmen der Wechselwirkung von Systemen verstand, sondern wiederum nur als simples Einzelziel.

Wir versuchen daher mit dieser Broschüre den Politiker, den Beamten, den Unternehmer, den Planer und vor allem auch den Bürger nicht zuletzt an die »kybernetische« Fähigkeit seines Geistes zu erinnern, ihn wieder dafür zu interessieren, ihm zu zeigen, daß sich aus einer vernetzten Betrachtung profitieren läßt. Denn nur sie kann uns helfen, mit weniger Kraft und Energieeinsatz und damit auf elegantere Weise die Umwelt so zu gestalten, daß vieles von alleine in der richtigen Richtung läuft. Je technokratischer, je weniger im Verbund, je isolierter, fachspezifischer, kurz, je unvernetztereine Lösung ist, desto anfälliger für äußere Störungen wird sie wieder sein.

Erst wenn die Tatsache, daß auch in der Zivilisation nicht nur Fabriken miteinander, Flußsysteme miteinander, die Pflanzen- und Tierwelt miteinander vernetzt sind, sondern auch Flußsysteme mit Fabriken, Fabriken mit menschlichem Konsumverhalten, das Konsumverhalten mit der Steuergesetzgebung und diese über Landesentwicklungsplanungen mit der Lokalisation von Fabriken, diese mit einer Änderung im Verkehrsaufkommen und jenes mit der Siedlungsstruktur und diese vielleicht wieder mit Kriminalität und Drogensucht - erst dann kann man anfangen zu hoffen, richtige Entscheidungen und damit richtige Lösungen zu finden. Und richtig kann heute nur noch heißen: in Richtung auf ein langfristig überlebensfähiges System.

# Literaturhinweise

- 1 See: **Unesco-Programme** on *Man and the Biosphere* (MAB), e.g.:  
"Ecological Effects of Energy Utilisation in Urban and Industrial Systems", *MAB Report Series No. 13*, Bad Nauheim 1973; Unesco International working group on "Integrated Ecological Studies on Human Settlements", *MAB Report Series No. 31*, Paris 1975 and others; s. auch die bisherigen »Berichte des deutschen Nationalkomitees zum MAB-Projekt Nr. 11«, Bonn, sowie Arbeiten des Instituts für Siedlungs- und Wohnungswesen (Sonderforschungsbereich 26) zum MAB-Projekt Nr. 11, z. B.: »Die Grenzen des Wachstums für den Verdichtungsraum Frankfurt am Main«, Münster 1975; und andere.
- 2 Vergl. zahlreiche weitere Beispiele in F. VESTER: »Das Überlebensprogramm«, Kindler Verlag, München 1972 sowie überarbeitet als Fischer-Taschenbuch, Frankfurt 1975: see also M. TAGHI-FARVAR and J. P. MILTON (Ed.): "The Careless Tech-noiogy", Stacey, New York 1973; P. EHRlich: "Population, Resources, Environment" (deutsch: »Bevölkerungswachstum und Umweltkrise«), Freeman, San Francisco 1970.
- 3 Nach Arbeiten von H. JÜRGENSEN, vergl. *Die Zeit* v. 7. 2.76
- 4 W. E. OMEROD: "Ecological Effect of Control of African Trypanomiasis", *Science* **191**, 815 (1976); M. ELFOULY u. H. SCHIFFERS: »Die Sahel-Katastrophe - es war nicht nur der fehlende Regen«, *Bildd. Wissenschaft* **12**,50 (Dez. 1975)
- 5 See the report on the Aswan High Dam in "The Careless Tech-noiogy", loc. cit. 2; vergl. z. B. H. SCHAMPP: »Schwierigkeiten beim Assuan-Damm«, *Umschau* **72**, 538 (1972)
- 6 Nach Untersuchungen von N. JASOGLOU, Inst. f. Agrarwiss. d. Univ. Athen, und der Planungsabteilung G. ALEXOPULOS, Athen
- 7 F. VESTER: »Das Kybernetische Zeitalter - Neue Dimensionen des Denkens«, Kap. »Kybernetisches Wechselspiel«, S. 108 ff., S. Fischer, Frankfurt 1974
- 8 Nach W. SCHAFFER: »Der kritische Raum«, Kleine Senckenberg-Reihe Nr. 4, Frankfurt 1971
- 9 F. VESTER: »Der zweite Grad des Überlebens: Rettung der Population« in »Phänomen Stress«, S. 51 ff, dva, Stuttgart 1976
- 10 loc. cit. 7, Kap. »Kulturstufen«, S. 109 ff.
- 11 C. P. IDYLL: "The Anchovy Crisis", *Sci. American* **228**, 22 (June 1973); vergl. den Bericht von J. HATJE in *Die Zeit* v. 27.10.72
- 12 F. VESTER: »Eine superstabile Superfabrik« in *Zeitgem. Techn. Zeitgem. Form, Südd. Zeitg.* v. 27. 2. 76 resp. "A super stable superfactory", *Sca/a (Intern. Edit.) No 5*, 42 (1976)
- 13 F. VESTER: »Mobilisierung des Unternehmertums zum kybernetischen Denken«, 5. Symposium f. wirtschaftl. u. rechtl. Fragen d. Umweltschutzes, St. Gallen 1975 (in press)
- 14 F. VESTER: »Design für eine Umwelt des Überlebens«, *Form* **60**, **IV**, 4 (1972); id. "Cybernetic Control", *Architectural Design* **44**, 1, 7 (1974); id. "L'ambiente e l'età della crisi", *Design No. 4*, 54 (1975)
- 15 F. VESTER: "Wachsende Systeme«, Westermann Taschenbuch, Braunschweig 1976
- 16 loc. cit. 7, Kap. »Energie für Übermorgen«, S. 249ff.; Arbeitsgem. Umwelt d. Techn. Hochschule Zürich: »Umdenken-Umschwenken« sowie »Alternativ-Katalog«, beide Gottlieb Duttweiler Institut, Rüschlikon/Schweiz
- 17 "Recycling in der Materialwirtschaft", *Expandierende Märkte* **5**, Spiegel-Verlag, Hamburg 1975; "Recycling: Lösung der Umweltkrise", *Brennpunkte 2* (1975), dva, Stuttgart; Aktion Saubere Landschaft (Hrsg.): "Recyclingfibel", Ingolstadt 1975
- 18 vergl. E. F. SCHUMACHER: »Es geht auch anders - Technik und Wirtschaft nach Menschenmaß«, Desch-Verlag, München 1974; s. auch die Beispiele in loc. cit. 7, S. 110ff.sowie loc.cit. 13
- 19 F. R. PATURI: »Geniale Ingenieure der Natur«, Econ, Düsseldorf 1974; I. RECHENBERG: »Bionik, Evolution und Optimierung«, *Naturwiss. Rdsch.* **26**, 465 (1973); loc. cit. 7, Kap. »Schatzkiste des Lebendigen«, S. 95 ff.
- 20 loc. cit. 9, »Technik und Bionik«, S. 155 ff.
- 21 Näheres hierzu vergl. den Textbuchband P. SPITZAUER (Hrsg.): »Netzwerk Zelle«, Kiepenheuer u. Witsch, Köln 1975
- 22 L. THOMAS: »Das Leben überlebt - Geheimnis der Zellen« (engl. "TheLifesof a Cell"), Kiepenheuer u. Witsch, Köln 1976
- 23 aus F. VESTER: »Denken, Lernen, Vergessen«, dva, Stuttgart 1975
- 24 J. W. FORRESTER: »Der teuflische Regelkreis« (engl. "World Dynamics"), dva, Stuttgart 1972; D. MEADOWS: »Die Grenzen des Wachstums« (engl. "The Limits to Growth"), dva, Stuttgart 1972; id.: "Toward Global Equilibrium", Wright Allen Press, Cambridge 1973; H. T. ODUM: "Environment, Power, Society", Wiley Interscience, New York 1971; M. MESAROVIC u. E. PESTEL: »Menschheit am Wendepunkt - 2. Bericht an den Club of Rome«, dva, Stuttgart 1974; H. ELLENBERG (Hrsg.): »ökosystemforschung«, Springer-Verlag, Berlin, Heidelberg, New York 1973;
- R. THOSS et al.: »Ein integriertes Optimierungsmodell zur Verbesserung des Umweltschutzes« und weitere Arbeitsberichte des Sonderforschungsbereichs 26: Raumordnung und Raumwirtschaft, Münster; J. KUMM: »Wirtschaftswachstum, Umweltschutz, Lebensqualität - eine systemanalytische Umweltstudie für die Bundesrepublik Deutschland bis zum Jahre 2000«, dva, Stuttgart 1975; vergl. auch M. SIEBKER: »An den Grenzen des Wachstumsmodellierens«, *Umschau* **75**, 203 (1975) sowie F. VESTER: »Kybernetisches Denken in der Technologie« in »H. v. NUSSBAUM (Hrsg.): »Die Zukunft des Wachstums - kritische Antworten zum Bericht des Club of Rome«, Berteismann. Gütersloh 1973
- 25 J. P. WESLEY: "Ecophysics", C. C. Thomas, Springfield/Ill. 1974
- 26 Vergl. loc. cit. 7, Kap. »Die Auferstehung des Datenfriedhofs S. 332 ff.», M. MARUYAMA: "Paradigmatology and its application to cross-disciplinary, cross-professional and cross-cultural communication", Proc. of 40. Intern. Congr. Anthropol. Ethnol. Sciences, Chicago 1973; loc. cit. 2, Kap. »Lücken der Forschung«, S. 233 ff.

- und Kap. »Ein Studium der Umweltwissenschaften«, S. 241 ff.; R. DILCHER: »Interdisziplinäre Studiengänge für Stadtplaner«, Schriftenreihe d. Bundesmin. f. Raumordnung, Bauwesen u. Städtebau, Bonn 1974
- 27 M. W'NKLER: »Untersuchungen zur Statistik und Dynamik von Ökosystemen«, *Mittig, d. Zool. Ges. Braunau /Österreich* **1**, 51 (1975)
- 28 J. REICHHOLF: »Begründung einer ökologischen Strategie der Jagd auf Enten«, *Anzeiger d. Ornithol. Ges. in Bayern* **12**, 237 (1973)
- 29 G. QERISCH: "Periodische Signale steuern die Musterbildung in Zellverbänden«, *Die Naturwiss.* **58**, 430 (1971); A. ROBERTSON et al.: "Control of Aggregation ...", *Science* **175**, 333 (1972)
- 30 Vergl. loc. cit. 7, Kap. »Hundert Megatonnen im Gewitter«, S. 171 ff.
- 31 As an example for a bionic Computer device see K. SMITH: "A Computer that learns like a brain", *New Sc/enf;st43,473* (1969)
- 32 F. VESTER et al.: "Planning and Rationalization During Search Processes", *Kommunikation (Schnelle, Quickborn) V*, 111 (1969); id.: "The Psychological and Sociological Effects of Network Planning upon Groups", *ibid.* **V**, 183 (1969)
- 33 H. SCHAEFER u. M. BLOHMKE: »Sozialmedizin«, Thieme, Stuttgart 1972
- 34 F. VESTER u. G. HENSCHHEL: »Krebs und Zelle - Fehlgesteuertes Leben«, dtv-Taschenbuch, München 1976 (in press)
- 35 loc. cit. 9, S. 139 u. 163
- 36 H. J. ELSTER: »Stoff haushält und Selbstreinigung der Seen« in »Wasser und Abwasser«, Bundesmin. f. Land- u. Forstwirtschaft., Wien 1973; als Beispiel für Wasser- und Bodenökologische Nutzungsplanung vergl. F. W. DÄMMEN et al.: »Neue Wege der graphischen u. kartograph. Veranschaul. von Vielfaktorenkom-plexen«, *Dechemiana* **129**, 145 (1976); id., *Niederrhein. Jahrb.* **12,63**(19733)
- 37 On more-dimensional models and hysteresis see E. C. ZIEMAN: "Catastroph Theory", *Sci. American* **234**, 65 (Apr. 1976)
- 38 R. SCHAEDE: »Die pflanzlichen Symbiosen«, Stuttgart 1962; vergl. auch loc. cit. 19 und loc. cit. 22
- 39 H. GÜSTEN: »So durchlöchern wir die Atmosphäre« *Bild d. Wissenschaft* **13**, 66 (März 1976); P. BÖGER: »Ist der Sauerstoff der Luft in Gefahr?«, *Naturwiss. Rdsch.* **29**, (1976) (in press); S. C. WOFSYetal.: "Freon consumption: Implications for atmospheric ozone", *Sc/ence* **187**, 535 (1975); H. S. JOHNSTON: "Pollution oftheStratosphere", *Ann. Rev.of Phys. Cfem;stry***26,315**(1975)
- 40 Vergl. den Ideenwettbewerb: »Wege aus dem Chaos« in H. F. ERB u. F. VESTER (Hrsg.): »Unsere Städte sollen leben«, dva, Stuttgart 1972
- 41 A. C. PICARDI: "Practical and ethical issues of development in traditional societies: insights from a system-dynamics in pastoral WestAfrica", *Simulation* **1976,1** (1976)
- 42 P. CLOUD: »Hilfsquellen, Bevölkerungszahl und Lebensinhalt«, *Umschau* **70**, 591 (1970); K. M. MEYER-ABICH: »Wertsetzung bei beschränkten Ressourcen« in J. WOLFF (Hrsg.): »Wirtschaftspolitik in der Umweltkrise«, dva, Stuttgart 1974; H. GRUHL: "Ein Planet wird geplündert«, S. Fischer, Frankfurt 1976
- 43 G. MICHAL: "Biochemical Pathways" (Wall chart), Boehringer-Mannheim, Biochem. Div. Tutzing (1975)
- 44 A. CHARNES and W. R. LYNN: "Mathematical Analysis of De-cision Problems in Ecology", see also A. RUBERTI and R. R. MOHLER: "Variable Structure Systems with Application to Economics and Biology", both Springer-Verlag, Berlin, Heidelberg, New York 1975
- 45V. L. PARSEGAN: "This Cybernetic World", Doubleday, New York 1972; E. BATSCHELET: "Introduction to Methematics for Life Scientists", Springer-Verlag, Berlin, Heidelberg, New York 1975
- 46 K. LICKINT: »Die menschlichen Lebensbedingungen - Medizinische Environologie I«, Dtsch. Ärzteverlag, Löwenich/Köln 1974; S. J. KAPLAN and E. KIVY-ROSENBERG (Edit.): "Ecology and the Quality of Life", C. C. Thomas, Springfield/Ill. 1973
- 47 loc. cit. 7, Kap. »Medizinische Konflikte«, S. 56 ff.
- 48 F. W. PAULY: "Soil Fertility", Hilger, London 1967; vergl. auch loc. cit. 7, Kap. »Anbau«, S. 135 ff. sowie DAHMEN, loc. cit. 36.
- 49 Vergl. z. B. K. W. DEUTSCH: »Politische Kybernetik« (engl. "The Nerves of Government: Models of Political Communication and Control"), Rombach, Freiburg 1970; A. ADAM: »Informatik -Probleme der Mit- und Umwelt«, Westdeutscher Verlag, Opiaden 1971; K. M. MEYER-ABICH: »Die ökologische Grenze des herkömmlichen Wirtschaftswachstums« in »Die Zukunft des Wachstums« loc. cit. 24; F. VESTER: »Prinzip und Bedeutung kybernetischer Technologien« in »Wirtschaftspdlitik in der Umweltkrise« loc. cit. 42.
- 50 Nach J. KUMM (loc. cit. 24) wird selbst eine dynamisierte Input-Output-Analyse nur kurzfristige Abläufe innerhalb des kybernetischen Geschehens erfassen können; vergl. auch loc. cit. 7, Kap. "Computer", S. 123 ff.
- 51 Mit freundl. Genehmigung aus dem Archiv von W. H. DAHMEN, Siegburg, vergl. loc. cit. 36.
- 52 Ein aufschlußreiches Simulationsexperiment über die Folgen unverbundener Planung zeigt die Studie von C. D. DÖRNER, *Bild d. Wissenschaft* **12,48** (Febr. 1975).