



**Cwarel Isaf Institute**

---

Fredmund Malik

# Komplexität – was ist das?

**Modewort oder mehr?  
Kybernetisches Führungswissen  
Control of High Variety-Systems**

September 1998

[www.managementkybernetik.com](http://www.managementkybernetik.com)

## Inhalt

<b>Komplexität – was ist das?</b> .....	3
<b>1. Ein paar sprachliche Hinweise</b> .....	4
<b>2. Was ist Kybernetik</b> .....	4
<b>3. Einfache und komplexe Systeme</b> .....	5
<b>4. Komplexität kann gemessen werden</b> .....	6
<b>5. Management – Control oh High Variety-Systems</b> .....	8
<b>6. Das Gesetz der erforderlichen Varietät</b> .....	9

## Komplexität – was ist das?

Komplexität gehört seit einigen Jahren zu den wahrscheinlich täglich am häufigsten verwendeten Wörtern. Es wird von komplexen Systemen, komplexen Zusammenhängen, komplexen Problemen usw. gesprochen. In kaum einer Präsentation oder Diskussion von Führungskräften fehlt ein Bezug auf Komplexität – etwa von Märkten, von Produkten und von Prozessen. Woher kommt dieser Begriff? In welchem Zusammenhang ist er entstanden? Und wofür ist er wirklich wichtig?

Die meisten Menschen haben ein eher **intuitives Verständnis** für Komplexität. Sie scheint irgendwie zu tun zu haben mit schwierig, unverständlich, undurchschaubar, unerklärlich, kompliziert und dergleichen mehr. Auf weite Strecken – insbesondere im Alltag – mag dieses intuitive Verständnis ausreichend sein. In Zusammenhang mit **Management** ist es aber zumindest nützlich und für höhere Führungsaufgaben wohl notwendig, etwas vertiefere Kenntnisse über Komplexität zu haben.

In gewisser Weise kann Management nachgerade definiert werden als die Kunst, mit komplexen Systemen erfolgreich umzugehen, sie zum Beispiel in eine erwünschte Richtung zu steuern und ihr Verhalten so zu beeinflussen, dass bestimmte Ziele erreicht werden. Man kann auch sagen, Management bedeute, *ein System unter Kontrolle zu bringen und es unter Kontrolle zu halten*.

## 1. Ein paar sprachliche Hinweise

Die soeben verwendete Formulierung stösst gelegentlich auf Kritik, manchmal ziemlich harsche. Das ist bei jenen der Fall, die mit dem Wort "Kontrolle" ausschliesslich die Vorstellung von Macht, Zwang, Gewalt und Herrschaft verbinden, vielleicht auch Inspektion, Beschnüffelung, Aufsicht und dergleichen. Zugegebenermassen ist das eine der Bedeutungen dieses Wortes und in bestimmten Zusammenhängen wird es natürlich auch genau in diesem Sinne verwendet.

Wenn jemand aber zum Beispiel sagt, er *beherrsche* eine Sprache, dann hat das nichts mit Herrschaft und Macht im vorherigen Sinne zu tun, und schon gar nicht mit Gewalt oder Zwang. Es hat zu tun mit sich zurechtfinden, etwas können, die Sprache verstehen und sich mit ihrer Hilfe verständigen können. Das Wort "Kontrolle" hat eben auch noch andere Bedeutungen, was gelegentlich übersehen wird, – insbesondere von jenen Kritikern, die die Kybernetik in eine bestimmte ideologische Ecke stellen wollen. Kontrolle – vor allem auch das englische "to control" – kann auch heissen regeln, regulieren, steuern, lenken, beeinflussen, herbeiführen und beherrschen im Sinne des Beispiels mit der Sprache.

In diesem *zweiten* Sinne ist Kontrolle der Hauptforschungsgegenstand der Wissenschaft, die man Kybernetik nennt, so wie zum Beispiel Kraft einer der Hauptforschungsgegenstände der Physik ist. Das kommt sehr schön im Untertitel jenes Buches zum Ausdruck, mit dem der amerikanische Mathematiker Norbert Wiener 1948 den Grundstein zur Kybernetik als moderner Wissenschaft legte: *Cybernetics: or Control and Communication in the Animal and the Machine*.

## 2. Was ist Kybernetik

Das Wort "Kybernetik" kommt vom griechischen *gubernetes*, was so viel wie Steuermann heisst. Es findet sich heute noch in Begriffen, wie *Governor*, *Gouverneur* und *Governance*. Somit kann unter Kybernetik die Steuermannskunst oder einfach die Kunst der Steuerung – und etwas ausgeweitet, die Kunst der Steuerung, Regelung und Lenkung verstanden werden. Dass hinter dieser Kunst auch eine Wissenschaft steht, braucht man im Alltag nicht weiter zu beachten. Interessant und wichtig wird das erst, wenn man es mit Problemen zu tun hat, für deren Lösung das Alltagsverständnis allein nicht mehr ausreicht.

Wie Norbert Wiener zur Kybernetik kam, warum er sein Buch *Kybernetik* nannte, und wer sonst noch auf diesem Gebiet wichtig war, ist eine eigene Geschichte, die ich vielleicht gelegentlich einmal aufgreifen werde. Hier sei lediglich erwähnt, dass die Kybernetik vielleicht die **wichtigste** Wissenschaft des 20. Jahrhunderts ist, obwohl sie kein grosses öffentliches Aufsehen erregte. Über die Atomphysik beispielsweise wurde öffentlich viel intensiver diskutiert als über die Kybernetik. Ihre vollen Auswirkungen werden das 21. Jahrhundert prägen und unser Leben von Grund auf verändern. Ohne Kybernetik gäbe es weder Computer noch Roboter; es gäbe keine Elektronik und vor allem keine Informatik. Es gäbe kaum die rasanten Fortschritte in den biologischen Disziplinen und es gäbe vermutlich auch nicht die Gentechnik. Viele Gefahren, aber auch enorme Chancen. Wer die ersten vermeiden will, wird um die Kybernetik nicht herumkommen.

Es waren die **Kybernetik** und die eng mit ihr in Zusammenhang stehenden Gebiete der **Systemwissenschaften** und der **Informationstheorie**, die es ermöglicht haben, die dritte Grundgrösse der Natur, nämlich **Information**, überhaupt zu verstehen, zu erklären und sie schliesslich systematisch zu nutzen. Bis dahin "kannte" man in der Wissenschaft offiziell nur **zwei** elementare Grössen – **Materie** und **Energie**. Das sind die "Gegenstände", mit denen sich die Königsdisziplinen der Naturwissenschaften – Physik und Chemie – im Zuge der Aufklärung befassten und auf diese versuchte man, die Erscheinungsformen der Welt zu *reduzieren*. Ohne Zweifel hat uns dieser Forschungsansatz einen enormen Zuwachs an Erkenntnissen und in Folge an technischen Möglichkeiten gebracht.

Die *wirklich* guten Wissenschaftler waren mit dieser Grundphilosophie der Naturwissenschaften aber nie ganz zufrieden. Irgendetwas fehlte, – und zwar etwas Entscheidendes. Wenn man weiss, dass ein Gegenstand aus etwa 15 kg Kohle, 4 kg Stickstoff, 1 kg Kalk, 1/2 kg Phosphor und Schwefel, etwa 200 g Salz, 150 g Kali und Chlor und etwa 15 anderen Materialien sowie aus 4 – 5 Eimern Wasser besteht – was weiss man dann? Im Grunde gar nichts.

Geprägt durch die naturwissenschaftliche Denkweise und erzogen auf der Grundlage ihrer Logik werden nur die wenigsten auf die Idee kommen zu antworten: *Es kommt darauf an, wie man diese Materialien organisiert...* Genau **darauf** kommt es aber an.

Die genannten Rohmaterialien sind nämlich das, was wir erhalten, wenn wir einen Menschen in seine Bestandteile zerlegen. Es bleibt leider nichts besonders Bemerkenswertes übrig, wenn wir einem Lebewesen das nehmen, was es zum Lebewesen macht – nicht die **Materialien**, sondern ihre **Organisation**, die **Ordnung**, die sie aufweisen oder die **Information**, die darin steckt. Leben ist nicht in erster Linie Materie und Energie, sondern es ist **in-formierte** Materie und Energie. Nicht von ungefähr steht ja in der Genesis nicht: *Am Anfang war der Kohlenstoff*, sondern: *Am Anfang war das Wort* – also die Information.

Das ist es, was die Kybernetik wichtig und was sie hochinteressant macht. Eine ihrer bedeutendsten Einsichten ist es, dass Materie und Energie für den Charakter und die Fähigkeiten eines Systems relativ bedeutungslos sind. Woraus ein System besteht, ist nicht besonders wichtig. Was wesentlich ist, ist die die Grundelemente **ordnende** und **organisierende** Information. Dadurch erst werden die Bauelemente überhaupt zu einem System.

Dass das Wort "Kybernetik" als Folge ihrer eigenen Ergebnisse und Fortschritte inzwischen – aber wohl nur vorübergehend – zum Modebegriff geworden ist, ist kein Anlass zur Freude. Modewörter, wie Cyberspace, Cybernet, Cyberdisco, Cyberland bis hin zum Cyberporno, die mit der High Tech-, Informatik- und Internet-Euphorie aufgekommen sind, haben nichts mit Kybernetik zu tun, sondern sind reine Marketing-Gags.

Die interessantesten Entwicklungen spielen sich heute übrigens nicht in den technischen Gebieten oder in der Informatik ab. Davon wird nur am meisten gesprochen. Die stärksten Impulse gehen in die – und kommen aus den – **Biowissenschaften** und dort wiederum in erheb-

lichem Umfange aus den **Neurowissenschaften**, der Erforschung von Gehirnen und Zentralnervensystemen. Das ist weiter kaum verwunderlich, ist es doch das Zentralnervensystem zusammen mit dem Gehirn, das einen Organismus steuert, kontrolliert und lenkt. Das menschliche Zentralnervensystem ist möglicherweise das am höchsten entwickelte und komplexeste kybernetische System. Viele auf diesen Gebieten tätigen Wissenschaftler haben die Nützlichkeit der Kybernetik sofort erkannt, allen voran die eng mit Norbert Wiener in den späten 40er Jahren zusammenarbeitenden Biologen und Gehirnforscher Alfredo Rosenblueth und Julian Bigelow. Neurophysiologie ohne kybernetische Einsichten und Konzepte ist heute gar nicht mehr vorstellbar.

Ich sagte, dass die Kybernetik von hier ihr wichtigsten Impulse erhält, sie ist aber keineswegs mit der Neurophysiologie identisch. Sie ist vielmehr eine völlig eigenständige Wissenschaft. Die Basis der Kybernetik ist die Entdeckung, dass es **natürliche Gesetzmäßigkeiten** gibt, die die Kontrolle **aller** Systeme bestimmen und beherrschen, gleichgültig ob es sich um natürliche oder künstliche Systeme handelt, und gleichgültig ob es biologische, physikalische, technische, soziale oder ökonomische Systeme sind. Das ist es, was die Kybernetik zu einer grenzüberschreitenden – **transdisziplinären** – Wissenschaft macht, was wesentlich mehr und etwas anderes ist, als interdisziplinär. Und das war es, was Norbert Wiener zu dem vielsagenden Untertitel für sein Buch veranlasste: ... *in the animal and the machine ...*, womit er die Überwindung des Grabens zwischen der natürlichen und künstlichen Welt forderte.

### 3. Einfache und komplexe Systeme

Nach diesem kleinen Ausflug zu den wissenschaftlichen und geschichtlichen Grundlagen nun zurück zum Hauptthema, zu Komplexität. In der Kybernetik ist der Unterschied zwischen **einfachen** und **komplexen** Systemen sehr wichtig. Einfache Systeme stellen keine grossen Probleme, was ihre Steuerung, Regulierung und Lenkung – kurz, ihre Kontrolle – betrifft. Ernsthaftige Probleme treten auf – dann aber unerbittlich – wenn ein System komplex ist.

Was nämlich wirklich unter Kontrolle zu bringen ist, ist in Wahrheit nicht, wie man abgekürzt sagt, das System; genau genommen ist es die Komplexität des Systems. Die Kernfragen der Kybernetik sind somit von folgender Art: *Wie bringt man die Komplexität eines Systems unter Kontrolle? Wie steuert und reguliert man ein System, wenn es komplex ist? Wie muss die Struktur oder Architektur eines Systems beschaffen sein, damit man seine Komplexität überhaupt unter Kontrolle bringen kann?*

Das ist aber nur die eine Hälfte dessen, was die Kybernetik interessant und Komplexität wichtig macht. Die andere Hälfte hängt mit der Erkenntnis zusammen, dass **einfache** Systeme gewisse, sehr erwünschte Fähigkeiten gar nicht haben **können**. Wie der Biologe und Genetiker, Karsten Bresch, in seinem sehr lesenswerten und gut verständlichen Buch "Zwischenstufe Leben – Evolution ohne Ziel?"<sup>1</sup> sehr treffend sagte: "Höhere Fähigkeiten erwachsen nur aus mehr Komplexität."

Dieser Umstand wird häufig übersehen. In zahlreichen einschlägigen Büchern findet man Passagen, die sinngemäss lauten, dass man die Komplexität eines Systems **reduzieren** müsse, um es unter Kontrolle zu bringen. Das ist nur die halbe Wahrheit. Es wird selten erwähnt, dass man damit Gefahr läuft, das System selbst und seine wichtigsten Eigenschaften und Fähigkeiten zu **zerstören**. Damit zum Beispiel ein Organismus in einem höheren und anspruchsvollen Sinne lernen kann, muss er ein Mindestmass an Komplexität aufweisen. Unterhalb einer gewissen Grenze ist Lernen nicht möglich. Das selbe gilt für Wahrnehmung, für Kommunikation und zum Beispiel auch für die Fähigkeiten des Denkens und des Bewusstseins.

<sup>1</sup> München 1977

Man kann das sehr schön unmittelbar an den Entwicklungsstufen der Evolution und somit der verschiedenen Lebensarten sehen. Organismen niedriger Entwicklungsstufe sind zu gewissen Verhaltensweisen und Leistungen nicht fähig, zu denen die Organismen höherer Stufen gerade wegen ihrer grösseren Komplexität befähigt sind. Es ist ebenfalls sehr leicht sichtbar in dem oben verwendeten Beispiel mit den Rohmaterialien, aus denen ein Mensch besteht. Aus denselben Rohmaterialien bestehen ja auch viele andere Organismen. Nicht durch die materiellen Komponenten unterscheiden sie sich, sondern durch ihre Organisation und Komplexität.

Dasselbe gilt sinngemäss für technische Geräte und Unternehmen. Genau aus diesem Grunde ist es erforderlich, dass Führungskräfte ein zumindest rudimentäres Verständnis für Komplexität gewinnen, – und je höher man im Laufe seiner Karriere kommt oder kommen will, umso wichtiger wird das, und umso vertiefter muss dieses Verständnis sein. Kompetente Erfüllung insbesondere der Top Management-Aufgaben hängt unmittelbar von der Fähigkeit ab, mit Komplexität virtuos umzugehen.

## 4. Komplexität kann gemessen werden

Mein Vorschlag ist, Komplexität als eine *reale, objektive* Eigenschaft der Welt, sowohl der natürlichen wie der künstlichen Systeme anzusehen. Ich betone das deshalb, weil es auch andere Auffassungen gibt, nämlich Komplexität als Frage *subjektiver* Empfindungen zu verstehen. Obwohl dieser Aspekt auch eine Rolle spielt, empfehle ich doch, für den Anfang mit den objektiven Seiten zu beginnen.

Komplexität kann man messen, und zwar mit Hilfe des Komplexitätsmasses, das man Varietät nennt. So wie Länge oder Distanz mit Längenmassen, z.B. dem Meter gemessen wird, wird eben Komplexität mit Hilfe der **Varietät** gemessen.

Was ist Varietät? Es gibt, wie auf vielen Gebieten, mehrere Möglichkeiten, Varietät zu definieren. Für den Anfang ist die folgende Definition die brauchbarste: *Varietät ist die Anzahl möglicher, unterscheidbarer Zustände, die ein System haben kann.*

Es ist wohl am besten, anhand einiger Beispiele zu zeigen, um was es hier geht.

a) **Frage:** Wieviele unterscheidbare Zustände kann eine gewöhnliche Glühlampe haben?

**Antwort:** Zwei, nämlich "an" und "aus". Es sind noch andere Antworten möglich, aber das soll hier nicht interessieren. Für die meisten praktischen Zwecke reicht diese Antwort aus.

b) **Frage:** Wieviele unterscheidbare Zustände können fünf Glühlampen gemeinsam haben, wenn man unterstellt, dass jede einzelne Lampe "an" oder "aus" sein kann?

**Antwort:** Es sind  $2^5 = 32$  unterscheidbare Zustände. Wie kommt man dazu? Die Herleitung und Begründung der Lösung fällt in jenes Gebiet der Mathematik, das man als **Kombinatorik** bezeichnet. Hier geht es aber nicht um mathematische Fragen, die die meisten Leser wahrscheinlich ohnehin eher langweilen würden. Wichtig ist nur eines: die Zahl der Elemente

des Systems, nämlich der Glühlampen, hat um einen Faktor 5 zugenommen. Die Zahl der Zustände hingegen, die das System nun haben kann, ist um den Faktor 16 (!) gewachsen.

- c) **Frage:** Wieviele Zustände können 25 Glühlampen gemeinsam haben?

Antwort: Es sind  $2^{25}$  = rund 33 Millionen. Mit jeder zusätzlichen Lampe *verdoppelt* sich die Zahl der Zustände; mit jeder wegfallenden Lampe *halbiert* sie sich. Diese für komplexe Systeme ganz typische Tatsache war im Volksmund immer schon bekannt: *Kleine Ursache*, – grosse Wirkung – und sie ist eines der Hauptanliegen der modernen Ökosystem-Forschung.

Wahrscheinlich sieht man schon, worauf die Sache hinausläuft: ein System ist einfach, wenn es nur **wenige** verschiedene Zustände haben kann. Ein System ist komplex, wenn es **viele** verschiedene Zustände haben kann. Wieviel ist aber viel? Selbst sehr einfach erscheinende Systeme und solche, die von ihrer Grundstruktur her auch wirklich einfach sind, können eine immens hohe Zahl von Zuständen haben. Schon ganz geringfügige Veränderungen der Systemstruktur verändern die Komplexität so enorm, dass man unter Umständen erleben wird, dass die Varietät explodiert und plötzlich eine buchstäblich astronomisch hohe Zahl von Zuständen produziert werden kann, oder dass die Varietät zusammenbricht und nur noch ganz wenige Zustände auftreten.

Je komplexer ein System ist, umso grösser ist sein **Verhaltensspektrum**, umso **variantenreicher** kann es grundsätzlich auf Umweltveränderungen im Markt, bei den Kunden, Lieferanten, gegenüber den Konkurrenten, im politischen Bereich usw. reagieren. Gleichzeitig wird es aber umso **schwieriger** und **anspruchsvoller**, es unter Kontrolle zu halten und dafür zu sorgen, dass aus der grossen Zahl prinzipiell möglicher Aktionen (resp. Zustände) eine richtige oder gar die optimale zum Einsatz kommt.

Das Schachspiel kann das gut veranschaulichen: Am Anfang und am Schluss eines Spieles ist die Zahl der Züge deutlich begrenzt. Solange das Spiel aber in vollem Gange ist, gibt es für jeden der beiden Spieler eine sehr grosse Zahl von Möglichkeiten, auf die jeweils gegnerischen Züge zu antworten. Das macht das Spiel einerseits interessant; keine zwei Schachpartien verlaufen bekanntlich gleich. Es macht es aber auch schwierig und anspruchsvoll.

Das Schachspiel ist zwar schwierig, es hat aber immerhin den grossen Vorteil, dass man die Züge des Gegners sehen kann. Das Spiel ist in seiner Gesamtheit für beide Spieler völlig transparent, jeder kann alles beobachten, was auf dem Brett vor sich geht. Die Figuren sind bekannt und ihre Verhaltensmöglichkeiten – also ihre je spezifische Varietät – sind durch eindeutige und unabänderliche Regeln festgelegt. Obwohl deswegen zwar die Varietät jeder *einzelnen* Figur recht gering ist – die Bauern haben die kleinste, die Dame die grösste –, hat *das Schachspiel als Ganzes und als System* eine gigantische Varietät. Die Anzahl der möglichen Züge im Schachspiel beträgt  $10^{155}$ . Für mathematisch weniger Interessierte: das ist eine Zehn mit 155 Nullen. Zum Vergleich: die Zahl der Sterne in unserer Milchstrasse schätzt man auf  $10^{11}$ .

## 5. Management – Control of High Variety-Systems

Wirtschaft und Unternehmen sind allerdings nur bedingt mit Schach vergleichbar. Es wird zwar heute viel von "Playern" geredet und den "Rules of the Game", aber die Analogie trägt nicht weit genug. Zwischen Schach und Management gibt es gewichtige Unterschiede. In der Wirtschaft liegen weder die Figuren noch die Regeln fest. Beides kann sich permanent ändern und tut es auch – meistens ohne dass man davon ausreichend Kenntnis hat. In welchem Zustand das "Spiel" sich gerade befindet, welcher Player welchen Zug gemacht hat, welche Bedeutung und Wirkung er hat usw., lässt sich auch mit bester Marktforschung meistens nicht zweifelsfrei feststellen. Fast immer operiert man mit Wahrscheinlichkeiten und Vermutungen. Häufig ist nicht einmal klar, welches "Spiel" gerade gespielt wird. Ähnliches gilt für das Unternehmen selbst, wo es ja ebenfalls – ausgenommen die allereinfachsten Fälle – ziemlich schwierig ist, seinen Zustand hinlänglich genau und ausreichend schnell zu bestimmen. Daran haben auch die Fortschritte in der Informatik bisher wenig geändert. Man kann selten sicher sein, in welchen nächsten Zustand es sich unter Einwirkung aller Einflussgrößen bewegen wird, die meisten Informationen haben Wahrscheinlichkeitscharakter, vieles ist ungewiss, alles ist in ständiger Veränderung, und die Verhaltensvarietät jeder einzelnen "Figur" ist nicht nur sehr viel grösser als beim Schach, sie ist überhaupt nicht genau bestimmbar.

Es ist daher keinerlei Übertreibung, zu sagen, dass bereits mittelständische Unternehmen Systeme mit astronomischer Varietät sind, – **High Variety Systems** – wie man das in der Fachsprache nennt. Und daher lautet die Kernfrage von Management: *Wie bringt man ein High Variety-System unter Kontrolle?* Nicht umsonst hat einer der Pioniere der Managementkybernetik, der englische Kybernetiker Stafford Beer, in seinem Standardwerk gesagt: *"If cybernetics is the science of control, management is the profession of control..."*<sup>2</sup>

<sup>2</sup> Beer, Stafford, Decision and Control – The Meaning of Operational Research and Management Cybernetics, London 1966 und 1994, S. 239.

Aus der Sicht der Komplexität von Systemen ist somit jeder Manager, ob er will oder nicht, und ob er es weiss oder nicht, ein Kybernetiker – ein *gubernetes* – also ein Steuermann. Was nicht jeder weiss, ist, dass es eine **Wissenschaft** gibt, die ihm bei der Erfüllung seiner Aufgaben helfen kann, – und dass das **nicht** – wie die meisten glauben – in erster Linie die Betriebswirtschaftslehre oder die Wirtschaftswissenschaften sind, sondern die **Kybernetik**.

Es ist also die astronomisch grosse Zahl möglicher Zustände, die komplexe Systeme prinzipiell produzieren können, die ihre Steuerung und Regulierung zu einem Problem machen. Wie löst die **Natur** dieses Problem? Wer oder was steuert, regelt und kontrolliert ihre komplexen Systeme? So banal es einerseits ist, so bemerkenswert ist es in anderer Hinsicht: Natürliche Systeme haben **keine** Regler, sie regeln **sich selbst**; sie haben **keine** Organisatoren, sie organisieren **sich selbst**. Zwei der wichtigsten kybernetischen Prinzipien der Natur sind **Selbstregulierung** und **Selbstorganisation**. Es sind **universelle** Architektur- und Funktionsgesetzmässigkeiten der Natur.

Weil aber die Kybernetik als disziplinübergreifende Wissenschaft sich mit Systemen aller Art befasst, liegt der Gedanke nahe, diese Grundprinzipien auch bei technischen, wirtschaftlichen und sozialen Systemen zu suchen – und umgekehrt – sie auch auf diesen Gebieten anzuwenden. So sind es zum Beispiel kybernetische Fortschritte auf dem Gebiet der Regelungstechnik, die es ermöglichen, den Autofahrer dadurch zu entlasten, dass er viele Vorgänge, die er früher selbst zu überwachen und zu steuern hatte, den elektronischen Regulierungssystemen seines Fahrzeuges überlassen kann, z.B. dem ABS. Noch ausgeprägter zeigt sich das im Flugverkehr, wo es ein offenes, wenn auch von Piloten nicht gerne gehörtes Geheimnis ist, dass Flüge mit modernen Maschinen heute im Grunde selbstregulierend sein könnten, und die Risiken nicht mehr in der Technik, sondern beim Menschen liegen.

Bei den Systemen der Natur sind Selbstregulierung und Selbstorganisation Fähigkeiten, die in ihrer Struktur **eingebaut** sind. Es gibt keine anderen natürlichen Systeme. In den von Menschen geschaffenen Systemen, seien es technische oder soziale Systeme oder Mischformen, kommen Selbstregulierung und Selbstorganisation meistens **nicht von allein** vor; sie müssen vielmehr gezielt "hineinorganisiert" werden. Ihr Design muss bewusst und systematisch an den kybernetischen Funktions-Prinzipien orientiert werden. Insoweit das der Fall ist, spricht man

von **Systems-Design**. Die Grundstrategie kybernetischen Managements lautet somit: **Organisiere das Unternehmen so, dass es sich so weit wie möglich selbst organisieren und selbst regulieren kann.**

Damit lösen sich oft behauptete, aber nur scheinbare Widersprüche und Irrtümer rasch und leicht auf. Selbstverständlich ist eine vernünftige Anwendung der Kybernetik im Management nie – wie manche behaupteten – so zu verstehen gewesen, dass das Management gewissermassen abdankt und das Unternehmen sich selbst überlässt. Dasselbe gilt für die Politik und die Wirtschaft. "Laissez faire" war für kundige Leute weder jemals eine Lösung für die Führung von Unternehmen, noch für die Marktwirtschaft, noch etwa für die Gesellschaft. Niemand hat das deutlicher gemacht, als der meines Erachtens beste, schärfste und präziseste Denker, den der Liberalismus hervorgebracht hat, Friedrich A. von Hayek.

Ein anderer Irrtum kann hier beseitigt werden: Niemand hat je behauptet, dass man **alles** so organisieren **könne**, dass es sich selbst organisiert. Richtig verstandene Kybernetik ist bescheidener. Sie versucht, ihre Prinzipien dort anzuwenden, wo das **möglich** ist. Wenn es nicht möglich ist, muss man selbstverständlich zu anderen Steuerungs- und Regelungsformen greifen – oder man hat dann das betreffende System eben nicht unter Kontrolle – es ist out of control.

## 6. Das Gesetz der erforderlichen Varietät

Der letzte Gedanke führt unmittelbar zum zentralen Naturgesetz, das in der Kybernetik entdeckt wurde, das Gesetz der erforderlichen Varietät – **the law of requisite variety**. Sein Entdecker ist der britische Neurophysiologe und Kybernetiker, W. Ross Ashby, ein weiterer der grossen Pioniere. Daher wird es in der Literatur gelegentlich auch als "**Ashby's Law**" bezeichnet.

Wann er der Sache auf die Spur kam, ist nicht ganz gesichert. Am klarsten und präzisesten hat er das Prinzip in seinem Buch "*An Introduction to Cybernetics*" formuliert, das 1956 erschienen ist. Es lautet:

### **Only Variety can destroy Variety.**

Wie ist das zu verstehen? Das Ausmass, in dem es möglich ist, ein System unter Kontrolle zu bringen, hängt ab von dessen eigener Komplexität und von der Komplexität der Regulierung, die man zur Verfügung hat. Ich sagte weiter vorne schon, dass die Unterscheidung von "einfach" und "komplex" wichtig sei. Einfache Systeme kann man mit **einfachen** Mitteln unter Kontrolle bringen. Komplexe Systeme benötigen **komplexe** Mittel.

Im Grunde ist das – wie fast alle Naturgesetze – unmittelbar einleuchtend. Auch das Gravitationsgesetz liegt ja auf der Hand. Es ist so selbstverständlich, dass man nicht darauf achtet. Es gehört einfach zu unserer Welt und wir verhalten uns dementsprechend. Das Gravitationsgesetz ist ja nicht erst mit seinem Entdecker in die Welt gekommen. Es hat aber eben einen Newton gebraucht, um es zu entdecken, seine Relevanz zu erkennen und es schliesslich auch für den Menschen systematisch nutzbar zu machen. Ganz ähnlich ist es mit dem Gesetz von Ashby.

**Um ein System unter Kontrolle zu bringen, benötigt man mindestens so viel Varietät (oder Komplexität), wie das System selbst hat.** Wenn man – aus welchen Gründen auch immer – ein Varietätsdefizit hat, ist das System eben in dem Masse ausser Kontrolle. Man kann z.B. mit zwei Kommandos nicht drei Reaktionen bei einem Gerät bewirken. Mit einem Wortschatz von

dreitausend Wörtern kann man nicht Shakespeare ins Deutsche übersetzen, und wer nicht ein ansehnlich grosses Verhaltensrepertoire hat, kann kaum ein komplexes Unternehmen führen. Eine Fussballmannschaft muss mindestens ebenso gut sein wie die gegnerische, um eine Chance auf einen Sieg zu haben. Dasselbe gilt für Armeen, Schachspieler und konkurrierende Unternehmen. Banal? Vielleicht. Genauso banal wie unter dem Einfluss der Schwerkraft herabfallende Gegenstände. **Intellektuell** vielleicht banal, aber der Schlüssel zum Erfolg, wenn man in einer Konkurrenzwirtschaft **überleben will**.

Der weit verbreitete Slogan "Keep it simple" hat daher seine klare – allerdings eng begrenzte – Berechtigung. Wenn es gelingt, die Dinge einfach zu halten, können die Steuerungs- und Regulierungsmechanismen auch einfach sein. Andererseits haben – das ist, wie schon erwähnt, die Kehrseite – einfache Systeme niemals höhere Fähigkeiten. Wenn das Umfeld komplex ist, wenn Kunden immer anspruchsvoller und Konkurrenten immer besser werden, dann muss auch das Unternehmen in der Lage sein, ausreichende Komplexität zu entwickeln, um richtig reagieren zu können. "Keep it simple", ist somit nur die halbe Wahrheit, aber sie ist sehr wirksam, dort wo sie anwendbar ist. "Learn to cope with complexity", ist die andere Hälfte der Wahrheit. Je besser man mit Komplexität umgehen kann, umso besser kann man sich in einer immer komplexer werdenden Welt behaupten.

#### Zu diesem Thema relevante M.o.M.-Ausgaben:

8/97: Biologische Organismen als neues Modell?

2/98: In memoriam Hans Ulrich

4/98: Systemisches Denken – Systemisches Management

#### Für eine vertiefte Befassung:

Beer, Stafford, Decision and Control – The Meaning of Operational Research and Management Cybernetics, London 1966 und 1994

Beer, Stafford, The Heart of Enterprise, London 1979 und 1994

Malik, Fredmund, Strategie des Managements komplexer Systeme, 5. ergänzte und erweiterte Auflage, Bern/Stuttgart/Wien 1996

#### Für Spezialisten:

Ashby, W.R., An Introduction to Cybernetics, 5th Ed., London 1970

von Foerster, Heinz, Wissen und Gewissen, Frankfurt am Main 1993