

## 3 Perspektive „Systemtheorie“

### 3.1 Der Informationszyklus

Potentiale, gleich in welcher Form, finden Wege, sich zu entladen, aber was geschieht während der Entladung? Immer entsteht etwas, ob wir es so gewollt oder berechnet oder vorhergesehen haben. Im Anfang ist immer das Potential, gegebenenfalls mit einer von gewissen Widerständen geleiteten Wechselwirkung. Potential und Wechselwirkungswiderstand sind *potentielle Information*. Während des Flusses einer Wechselwirkung geschieht *prozessuelle Information*. Entsprechend gestaltet sich das Relikt der Wechselwirkung, und sei es nur die Aktivierung einer Synapse in einem menschlichen Gehirn. Das „Relikt“ aber ist im selben Augenblick schon wieder bereit, als potentielle Information zu wirken.... (Wir erkennen den Zyklus.)

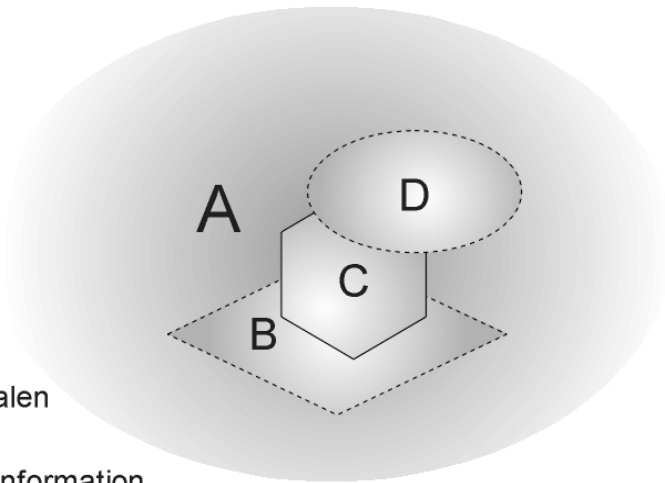
Nun wird die physikalische Eigenschaft von Information erklärbar: Wo ein Potential zur Entladung kommt, ist Energie im Spiel. Um ein generelles Schema zu erhalten, sei diese Energie mit  $W$  bezeichnet, entsprechend SI-Norm für Arbeit, = Joule. Die durch Größen der Wechselwirkungsparameter und Wechselwirkungswiderstände bedingte Information erhalte die Bezeichnung  $\Delta$ , zu verstehen als ein im Fluß ( $\leq$  Nano- bis  $\geq$  TeraSekunden) befindliches *Gefüge von Relationen*. Ein System besteht somit aus [Information mal Energie],  $\equiv \Delta W$ . Da das im Fluß befindliche Gefüge von Relationen sich mit dem Informationszyklus ändert, ist auch der Fortgang seiner Entwicklung objektiv, d.h. über alle menschlichen Vorstellungen hinaus, unvorhersehbar. Nur bestimmte Erfahrungen könnten das Ergebnis eines Prozesses begrenzt vorhersehbar erscheinen lassen. Jedenfalls baut jeder Schritt, ob bekannt oder unbekannt, auf dem vorherigen auf und hinterläßt ein temporäres Relikt. Wir sehen den Zyklus, in welchem *potentielle Information* (= Potential und Wechselwirkungswiderstand) fortwährend durch *prozessuelle Information* erhöht wird.

Universal gültig:

Information in Prozessen  
jeglicher Art konstituiert  
sich in Zyklen !

Die Symbolik zeigt:

- A = potentielle Information
- B = Gefälle zwischen Potentialen
- C = prozessuelle Information
- D = resultierende potentielle Information,  
bereit für Integration in A



**Bild 1: Der Informationszyklus**

Informationszyklen treten als Ergebnis von Wechselwirkungen auf und können durch das jeweilige Relikt [D] die Vorlage für weitere Wechselwirkungen bilden. Dazwischen liegen qualitativ erscheinende Effekte; diese sind aber nur subjektiv bewertbar und deshalb aus der Suche nach den universalen Prinzipien herauszuhalten. Beispiel: Der Schlag mit dem Hammer auf ein Stück Blech ist „Energie mal prozessuelle Information“, um ein Relikt früherer Prozesse zu verändern; das neuerliche Produkt kann für ein Individuum nützlich, für ein anderes sinnlos sein, gleichgültig, wie nützlich oder sinnlos das Ausgangsprodukt vorher gewesen ist... Der Schlag mit dem Hammer auf ein Stück Blech ist als Wechselwirkung zu verstehen. Er kann also der *Zerstörung* einer nützlichen Form dienen, aber auch der Bildung einer neuen nützlichen Form. Dadurch wird deutlich, daß der Unterschied durch das informationale Moment [ $\Delta$ ] getragen wird, welches mit der Wechselwirkung einhergeht.  $\Delta$  ist insoweit weder „bit“ noch „Wort“ oder anders ein im Sinne der Informationstheorie (SHANNON) zu verstehender Code sondern (das ist zu betonen) ein hochdynamisch im Fluß befindliches „Relationengefüge“. (Darüber wird noch ausführlich gesprochen.)

So ist im Fokus zu behalten, daß es immer in einem individuell qualitativ bewegten Urteil liegt, über Zerstörung und Nutzen dessen, was geschieht, zu befinden. Universal gesehen muß jedes System gemäß seinen eigenen Ansprüchen zur Selbsterhaltung verfahren. Der  $\Delta W$ -Verbrauch, den wir jetzt als physikalische Bedingung der Wechselwirkung verstehen, muß wertfrei als *Träger* relativ qualitativer Momente gesehen werden. Die in  $\Delta W$  implizierte Information ist objektiv qualitativ neutral. Erst in der subjektiven Auswirkung eines Geschehens entsteht das, was mit einem subjektiv *qualitativen* Prädikat versehen werden kann.

Auffällig bei konsequentem Studium ist, daß „Information“ (universal gesehen) das Einzige ist, was sich in der Natur überhaupt vermehrt und was vom Menschen vermehrt werden kann. Aber auch Minderung bis Vernichtung sind vorstellbar. Nach derzeitigem Kenntnisstand der Astrophysik könnte man annehmen, daß die Energiedichte im Universum abnimmt, während, wie nun zu sehen ist, die Informationsdichte zunimmt. (Ein solcher Effekt sollte nicht unterschätzt werden, auch wenn die Größenunterschiede und Zeitabstände zur Unterschätzung solcher Prozesse verleiten.)

In natürlichen Systemen bedingen sich Information und Energie gegenseitig. Was der Mensch – direkt oder indirekt – wahrnehmen kann, das sind Wechselwirkungen oder Folgen davon. Wechselwirkungen setzen Relationen von Potentialen voraus; Relationen sind Basis für „Information“. (Darauf wird noch besonders eingegangen.) Änderungen eines Relationengefüges energetischer, materieller oder geistiger Art werden (man beachte die begriffliche Setzung) *verursacht*; was daraus entsteht und welche Konsequenzen es hat, das hängt davon ab, welches System von welchen Events wie berührt wird. Beispiel: Ein Buch steht zehn Jahre im Schrank. Es repräsentiert „potentielle Information“. Nach solch langer Zeit findet der Besitzer jenes Buches einen Artikel, der ihn bewegt und der nun in den Aktivitäten des Besitzers – im Sinne von „prozessualer Information“ – wirksam wird. Soweit also der

Ansatz, um die Wirkung von Relationen als Ursache von Potentialen, und die damit ausgelösten Wechselwirkungen als die *eine universale Kraft* zu verstehen, als jene Kraft, der die Entstehung wie auch das Werden, Wirken und Vergehen von Systemen folgt, und dieses im Wechselspiel von prozessueller und potentieller Information. Das Relationengefüge in  $\Delta$  ist von der Kreatur im allgemeinen nur holzschnittartig kontrollierbar...

## 3.2 Ursprung von Systemen

Die Ausführungen der vorliegenden Niederschrift sind also verwoben mit Denkmustern der „Allgemeinen Systemtheorie“. Diese ist z.B. mit der wunderbaren Einsicht befaßt, daß natürliche Systeme klar definierbare Eigenschaften aufweisen, die von System zu System – unabhängig von jeweils gegebenen Formen und Funktionen – wiederzufinden sind. Die Allgemeine Systemtheorie wurde hauptsächlich durch LUDWIG VON BERTALANFFY seit den Jahren nach 1940 initiiert.

Über ihn ist im Brockhaus (c) zu lesen:

...kanadischer Biologe österreichischer Herkunft, \* Atzgersdorf (heute zu Wien) 19.9.1901, + Buffalo (New York) 12.6.1972; Professor (ab 1940) u.a. in Wien, Ottawa und Edmonton. Arbeitsgebiete: Physiologie, Biophysik, Krebsforschung, Systemtheorie; prägte den Begriff des Fließgleichgewichts.

Seine Forderung nach einer Allgemeinen Systemtheorie ist also naturwissenschaftlich motiviert. Sie kommt heute jedenfalls all den Wissenschaftsthemen zugute, in denen er tätig war. Seine Wirkung reicht aber weiter: Zunächst waren es Biologen, die das Systemdenken übernahmen, dann folgten Soziologen. Ab den Jahren nach 1970 etablierte sich das Systemdenken auch in technischen Entwicklungen, in Marktforschung und industrieller Produktion. Auch für Arbeitsorganisation und Personalführung erweist sich

das Systemdenken als Orientierungshilfe. Systemtheorien geben dem Menschen eine Basis, um über bestimmte Form- und Funktionseigenschaften verschiedener Systeme und Systemarten mit gleichen Begriffen sprechen zu können. Das wiederum kommt dem edelsten Anliegen von Wissenschaft entgegen, nämlich Denkräume zu entwickeln, wo die Ursachen aller Erscheinungen sich gleichen. In diesem Sinne ist es nicht vermessen, theoretische Erwägungen anzuführen, die dem Verständnis von Anfang und Werden unserer Welt sowie der Einschätzung der Ressourcen unserer Existenz dienen.

Die *eine universale Bedingung* (wie oben angeführt) kommt durch das Prinzip von Wechselwirkungen zum Ausdruck. Aus Wechselwirkungen gehen Dinge und Gedanken hervor. Die Wechselwirkungen beruhen auf Relationen. Das gilt, ob wir an subnukleare Teilchen denken, an Gravitation und andere elementare Kräfte. Das Universum ist mit Wechselwirkungen aller nur denkbaren Art befaßt. Wechselwirkungen geschehen grundsätzlich bedingt durch das Erwachen von Potentialen. So erkennen wir Wechselwirkung als Prozeß, in welchem sich Potentiale zu erschöpfen suchen (Energie, in welcher Zustandsform auch immer). Das kann im Einzelfall unmittelbar geschehen. In den meisten Fällen aber werden bei der Entladung von Potentialen gewisse Widerstände überwunden. Solche Wechselwirkungswiderstände können mechanischer, elektrischer oder gravitativer Art sein; soziologisch treffen wir auf Widerstände, die beispielsweise physiologisch bis psychologisch bedingt sind. In vorliegender Schrift sind sie einfach als Wechselwirkungswiderstände bezeichnet. Neben der Größe des Potentials sind es die Wechselwirkungswiderstände, welche das informationale Geschehen einer Wechselwirkung mit gestalten, sei es physikalischer, physiologischer, psychologischer oder soziologischer Art.

Um solche Prozesse in einen Makrogedanken zu fassen, stelle man sich Wechselwirkungen als Linien vor, die unter den Bedingun-

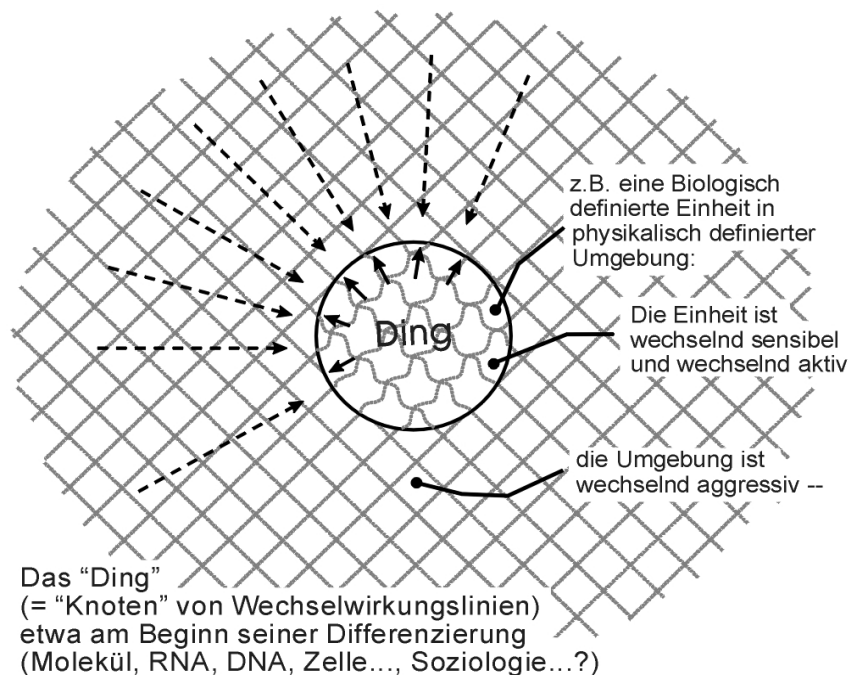
gen von Wechselwirkungswiderständen sich verknoten, so daß sie uns dann als Systeme erscheinen. In unserem Makrogedanken treten sie als zeitliche und räumliche Verdichtungen solcher Knoten in Erscheinung, gleich ob als Kraft oder Gegenstand (Bild 2 symbolisiert diesen Gedanken).

Nebenbei entstehen Effekte, welche systemtheoretisch zu bedenken sind: Natürliche Systeme neigen dem Anschein nach zur „Selbsterhaltung“. Nehmen wir an, das „Ding“ sei ein soeben entstandener Atomkern, so ist klar, daß er nur bestehen kann, weil im Entstehungsprozeß sich eine Art Abwehr gegen Änderungen des erreichten Zustands ergeben hat. Die Physik dazu ist bekannt. Hier aber interessiert eine erste Erscheinung eben des Prinzips „System“. Handelt es sich um ein Atom, so können auch Eigenschaften entstanden sein, welche die Verbindung mit bestimmten anderen und/oder gleichen Atomen begünstigen. Das Atom tritt dann ggf. auf einer nächsten Ranghöhe in Wechselwirkung mit anderen, mit denen es gemeinsam ein Molekül bilden kann etc. Bei der Molekülbildung verläuft der Prozeß nicht anders; es entsteht ein inneres Funktionen- und Kräftegefüge, in welchem möglicherweise Eigenschaften erscheinen, die den Eindruck vermitteln, als seien sie zur Bewahrung des Kräftegefüges entstanden, obwohl solche Erscheinungen seit der physikalischen Aufklärung uns einfach als physikalisch verifizierbare Normalität begegnen. Systemtheoretisch handelt es sich schlicht um die *Emergenz*, d.h. um Erscheinungen, die nicht aus den Eigenschaften der jeweiligen Systemkonstituenten allein, sondern aus ihrem *Zusammenwirken* zu erklären sind.

Anmerkung: Astrophysiker betonen gern, wie einmalig die Bedingungen für die Entstehung unseres Universums, aber auch die Bedingungen für Leben auf unserem Planeten seien. Ein extrem schmaler Grad, auf dem sich alle Existenzen bewegen. Sehen wir aber auf die Zusammenhänge von „Information“ und „System“, dann muß die Vorstellung von der „Einmaligkeit“ zurücktreten.

Immer sehen wir eine Verknotung von Wechselwirkungslinien, bedingt offen aber auch Angriffen ausgesetzt, differenziert gegen

die Umwelt, tendenziell geschlossen, gelegentlich aber auch mit „sozialen Ambitionen“. Es ist wohl eines der universalen Grundprinzipien, daß Wechselwirkungen in Zeitspannen  $\leq$  Nano- bis  $\geq$  TeraSekunden entstehen, bestehen und vergehen. Während des Bestehens von Wechselwirkungen, erscheinen sie nach menschlichen Maßstäben als Entität, die wir als System bezeichnen, ohne daß die darin maßgeblichen Wechselwirkungen bis zur molekularen und atomaren Ebene hin wahrgenommen werden, weshalb sie auch das Bewußtsein nicht tangieren. Je nach Fokus erscheinen Wechselwirkungen als abgegrenzt gegen Umwelteinflüsse, aber es ist auch wahr, daß sie über die Abgrenzung hinweg mit der Umwelt kommunizieren. Das wiederum gibt den Hinweis, daß Systeme, respektive Wechselwirkungen, nicht für sich allein, sondern in Abhängigkeit vom universalen Gesamtsystem existieren.



### **Bild 2: Verknötung von Wechselwirkungslinien**

*Urprinzip der Bildung von Systemen, symbolisch dargestellt als die erste Neigung zur Differenzierung innerhalb des Feldes universaler Wechselwirkungslinien; insoweit ist der Anfang vor mehr als  $10^{10}$  Jahren, genau wie noch heute überall und in jeder Sekunde vorstellbar.*

### 3.3 Erscheinungsweise von Systemen

Systeme erscheinen dem Menschen funktional, räumlich und zeitlich ausgedehnt. Das gilt vom Atomkern bis hin zu unserem Universum. Aus menschlicher Sicht ist zu berücksichtigen, daß in einem Augenblick immer nur Teile eines Systems sichtbar oder anders erfahrbar sind, und daß die Wahrnehmung von Eigenschaften, wie z.B. „Komplexität“, davon abhängt, welches System in welcher Situation und mit welchem „Gewicht“ mit einem anderen System in Wechselwirkung tritt. Was die Wahrnehmung des einen Systems berührt, kann immer als Erscheinung oder Wirkung des anderen Systems gedacht werden, unabhängig davon, wie groß der Rangordnungsunterschied der Systeme auch sei.

Um einige Prinzipien der Existenz von Systemen zu ergründen und zu beschreiben, müssen wir Begriffe und Vorstellungen entwickeln, welche sich in Kontexten für alle, d.h. für kleinste bis größte Systeme, benützen lassen. Das kann z.B. mit der Feststellung beginnen, daß ein System eine Dauer und eine Komplexität hat. Die Dauer wird durch Zeitabstände und Zahl möglicher Events repräsentiert, die Komplexität durch Beziehungen der Konstituenten je innerhalb eines Systems. So kann beispielsweise ein dargebotenes Musikstück als System verstanden werden, in welchem die Räumlichkeit je durch scheinbar parallel wirkende Noten repräsentiert ist, und die Zeitlichkeit durch konstitutive Änderungen (z.B. aufeinander folgend oder fließend veränderliche notative, dynamische und rhythmische Momente). Ganz ähnlich kann das Zusammenwirken von Menschen gesehen werden, ob in einem Unternehmen, einer politischen Partei, im Sportverein oder im Straßenverkehr.

Einige Arten von Ausdehnungen der Systeme sind direkt physikalisch definierbar, wie z.B. eben „räumlich“ und „zeitlich“. Im universalen Aspekt mag dann auch eine raumzeitliche Distanz mit ihrer Eigenschaft als „Wechselwirkungswiderstand“ in Betracht

kommen. Im übrigen ist die Bestimmung der Zahl von Konstituenten und deren Eigenschaft, Präsenz und Dauer im System von Interesse, um mögliche Einflüsse auf Funktionalität und andere Eigenschaften des fokalen Systems abschätzen zu können.

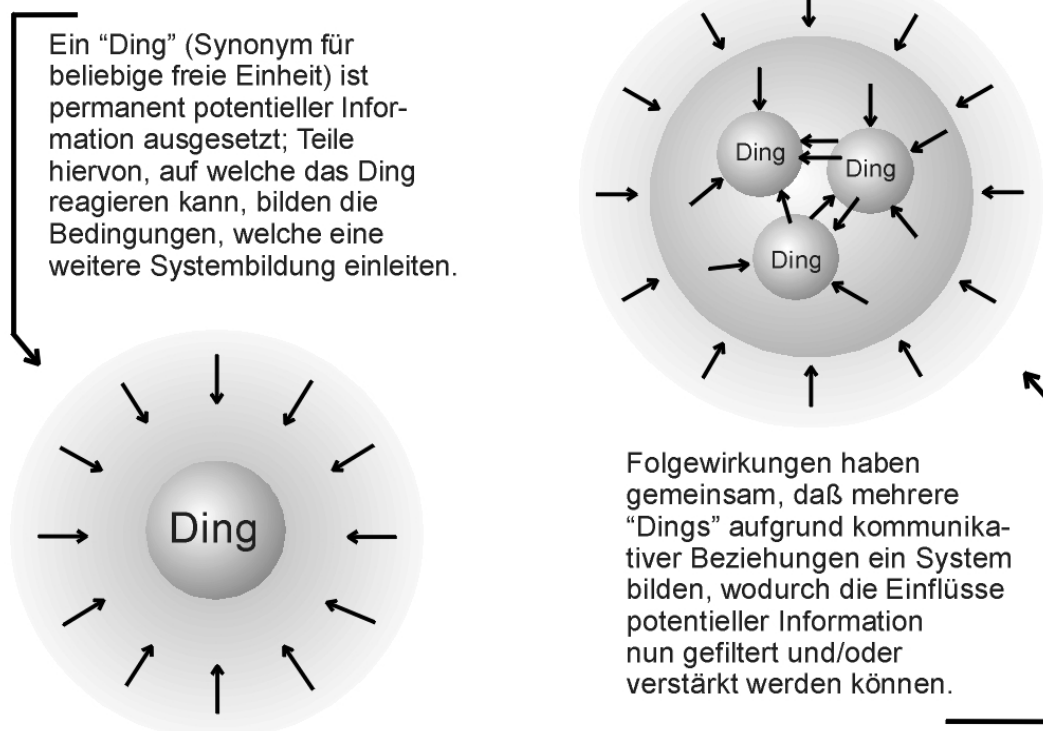
Wie kann eine Beurteilung von Systemen zustande kommen, welche Art von Recherchen können dazu beitragen, daß wir Systemeigenschaften besser verstehen und nützen? Die ersten Eindrücke, die wir von einem System erhalten, können also Empfindungen sein, die mit Funktionalität, Komplexität und Dauer zu tun haben. Anschließend aber erhebt sich die Frage nach *Emergenz* und *Kontingenz*. Als Emergenz wird die Ansammlung von Eigenschaften eines Systems bezeichnet, die aus der Alleinheit der Konstituenten nicht erklärbar sind, die also erst durch ihr Zusammenwirken, d.h. als Eigenschaft des inneren Relationengefüges entstehen. Als Kontingenz wird die Größe an Operationsalternativen eines Systems (nach innen oder nach außen gerichtet) bezeichnet. In beiden Fällen erhalten wir wieder den Hinweis, daß bei angenommen gleichem Energieniveau eines Systems die Unterschiede von Eigenschaften und Operationsalternativen rein *informational* darstellbar sind.

Das Bestehen eines Systems kann – locker gesagt – als Ansammlung von Systemkonstituenten gedacht werden, die untereinander in Wechselwirkung stehen. Aber woraus bestehen diese Konstituenten? Bei konsequent genauem Hinsehen bestätigt sich die an sich bekannte Tatsache, daß jede Konstituente wieder aus Systemen besteht. Als Folge stellt sich heraus, daß – mit Blick auf den Makrogedanken in Bild 2 – jeder „Knoten“ jederzeit mit einem oder mit vielen anderen wiederum in Wechselwirkungen eintreten kann. Daraus ergeben sich zusätzliche „Wechselwirkungslinien“ mit der Neigung, neue Knoten zu bilden usw. Als Folge davon könnten sich z.B. unterschiedliche Ranghöhen der Knoten ergeben. Im übrigen sieht es so aus, als müßten die Wechselwirkungslinien im Prozeß der Systementstehung inflationieren. Zu recht darf man fragen, wieviel Wechselwirkungslinien unser Uni-

versum wohl überhaupt zulassen kann. Aber hier wirken die Größen von Wechselwirkungswiderständen und die Endlichkeit von Energie im Universum regulierend bis begrenzend.

Wechselwirkungen halten sich also je nach Verfügbarkeit ihrer universalen Voraussetzungen in Grenzen. Jedoch wo die Voraussetzungen genügen, kann man davon ausgehen, daß die in Wechselwirkungen residenten informationalen Momente jeden Energieumsatz *formativ* und/oder *modulativ* begleiten.

Typische Phase bei einer Systementstehung:



**Bild 3:** *Beginn der Existenz- und Entwicklungsfähigkeit von Systemen durch Kommunikation, d.h. durch qualitativ dotierte Wechselwirkungen zwischen den Systemkonstituenten*

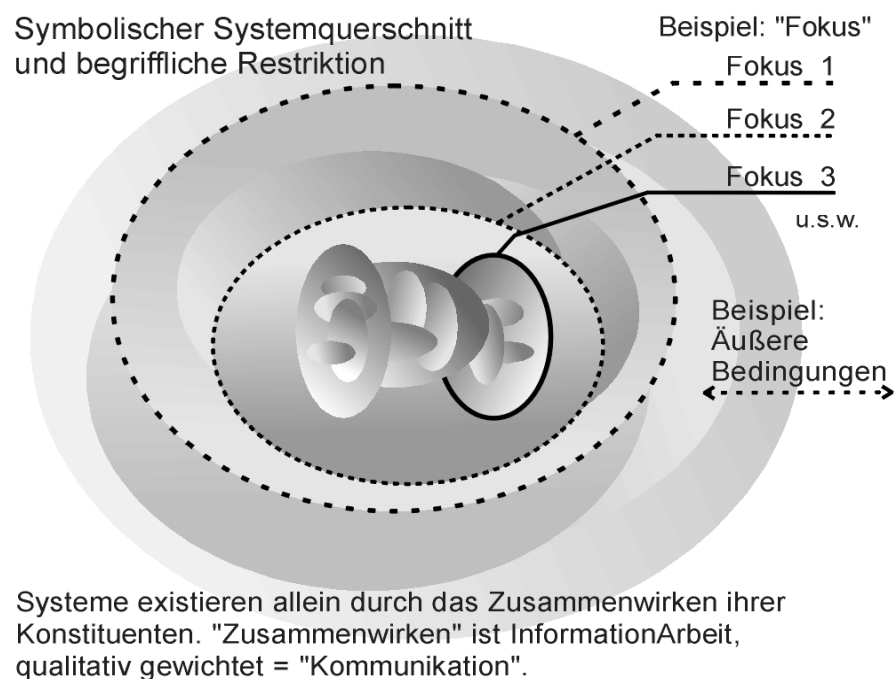
Wo nun ein System, wie z.B. Unternehmen, seine Systemressource (Potentiale und Wechselwirkungen) übermäßig verbraucht, führt das möglicherweise zur Inflation von potentieller Information, die oft mangels qualitativer Implikationen als Relikte nutzlos sind, ver-

ursacht durch ungenügende qualitative Implikationen der prozessuellen Information. Ein solches System neigt dann zur Erstarrung, die zur Selbsterhaltung nötige Produktivität neigt sich dem Ende zu.

Ausgehend vom Urprinzip einer Systementstehung kann eine Art der Fortentwicklung so gesehen werden, wie in Bild 3 gezeigt. Die Grafik symbolisiert eine fortgeschrittene Verhaltensoption: Die Gleichheit der Zahl äußerer „reaktionfordernder“ Einflüsse (= äußere Pfeile) und die in der rechten Figur gezeigte Verringerung der Einflüsse „pro Ding“ zeigt einen denkbaren Beginn von „Aufgabenteilung“ bereits während der Systementstehung. Auch die Filterung äußerer Einflüsse ist sichtbar, ein Kriterium, das die Systemeigenschaft begründet, das Wahrgenommene – psychologisch gesagt – zu „Interpretieren“. Es zeigt sich einmal mehr, daß die für das System selbst nützliche Produktivität der Wechselwirkungen für dessen Existenz- und Entwicklungsfähigkeit maßgebend sind. Ist die so verstandene Kommunikation der möglichen Konstituenten unerheblich, so kommt die Systembildung nicht in Gang; ist sie extrem, so wird die Systembildung gestört. In der Spanne zwischen Unerheblich und Extrem bildet sich das Feld ab, wo in der Kommunikation der Konstituenten ein gestaltendes Eingreifen im Interesse des Systems möglich ist.

Bild 3 ist ein Anlaß, auch an das Prinzip einer „Physiologie“ zu denken. Systeme haben – neben ihrer Beteiligung an relativ äußeren Wechselwirkungen – eine innere „Kommunikation“ ihrer Konstituenten. Diese vollzieht sich je nach ihren Funktionen sowie nach Art und Konsequenz der Filterung äußerer Einflüsse. Insgesamt geht es hauptsächlich um Stoffwechsel und Wirkungsmöglichkeiten des ranghöheren Systems. Auch die Konstituenten selbst entwickeln je eine „Physiologie“, gleichgültig aus wie vielen Wechselwirkungslinien, mit welcher Dauer und Komplexität, und aus wie vielen geschützten und ungeschützten, spontan auftretenden Konstituenten sie in einem Augenblick bestehen. Unter solchen Vorgaben muß ihre „Produktivität“ [+/-] angenommen werden.

Als verantwortlich dafür kann man physikalische, jedoch mehr noch relativ qualitative Gesichtspunkte annehmen. Diese beeinflussen dadurch auch die Wechselwirkungen des ranghöheren Systems. Naturwissenschaftlich gesehen, kann für natürliche Systeme eine Art Epigenese der qualitativen Eigenschaften und Verhaltensweisen angenommen werden. Auch das trägt zu der hier vertretenen Auffassung bei, daß eine „Selbstorganisation“ (Abschnitt 1) nicht angenommen werden kann. Es sind vielmehr immer die Bedingungen, welche die Kommunikation der Konstituenten zum System machen. Sicher sind es dann die qualitativen Implikationen der Kommunikation, welche über Komplexität und Dauer des Systems entscheiden. Die Dynamik eines Relationengefüges kann sich je nach Systemverfassung und Fokus in Ereignisfolgen von Sekundenbruchteilen bis Jahrtausenden zeigen.



**Bild 4:** *Was wir sehen, ist immer nur Teil eines „Systems“*  
*Wir setzen bewusst oder unbewußt einen Fokus, zweckmäßig vielleicht eine oder zwei Ebenen über dem zu analysierenden Systempart*

### 3.4 Adaptation klassischer Systemgedanken

Seit Urzeiten ist der Mensch fasziniert davon, daß in der Natur Gebilde entstehen, die sich kurz- oder längerfristig selbst erhalten, und daß das Zusammenwirken der selben häufig höhere Gebilde mit höheren Funktionen zeigt. Bemerkenswertes Beispiel ist das Gebilde „Mensch“ und seine Neigung zur Bildung soziologisch definierter Wesenheiten. Der Begriff „System“ ist aus unserer Sprache nicht mehr wegzudenken. Allen voran die Naturwissenschaften sind auf diesen Begriff angewiesen, denn alle Phänomene, mit denen die Naturwissenschaften befaßt sind, resultieren *aus* oder sind Momente *in* Prozessen, in denen gewisse „Verdichtungen von Wechselwirkungslinien“ die Definition von Systemen ermöglichen. Darüber hinaus hat die mit „System“ verbundene Vorstellung von Gliederung dazu geführt, daß dieser Begriff auch in Soziologie, Wirtschaft und Politik benützt wird, um nach gewissen Ordnungsprinzipien entwickelte Schemata als höherwertig zu kennzeichnen. Jedoch: Schemata sind a priori anonyme Strukturen, die erst in der Wahrnehmung und dort im Zusammenhang mit vorhandenen Denkmustern und/oder Konventionen Bilder und Abläufe signalisieren, denen man das Systematische unterstellen kann. Form und Funktion eines Systems indessen sind Ausdruck der Kommunikation seiner Konstituenten (wir kommen darauf noch zurück). Die Aufgabe von Lexika ist es freilich, Begriffe nach der Art ihres Gebrauchs zu erklären, und so kommt es, daß man unter dem Begriff „System“ auf viele Anwendungen trifft. Jenseits vielfältiger abstrakt philosophischer Definitionen müssen wir aber die Auffassung entwickeln, daß Systeme nur als Erscheinung und Teil von Prozessen existieren, und das heißt: durch die Kommunikation ihrer Konstituenten.

*Zunächst also „System“:*

Reale Anwendbarkeit bietet eine in den Ingenieurwissenschaften angebrachte Definition (Querschnitt):

Der Begriff „System“ wird verwendet, um eine Vielheit von Einheiten zu benennen, Einheiten, die selbst Systeme sind, und die nach Art ihrer Wechselwirkungen mit anderen auch Funktionen höherer Ordnung bilden.

Der COLLOQUIUM VERLAG brachte 1972 eine Sammlung von Beiträgen unter dem Titel *SYSTEMTHEORIE* heraus, in welcher auch LUDWIG VON BERTALANFFY den Leitbeitrag stellt. Er schreibt:

„Eine allgemeine Definition ist: Ein System ist eine Menge ... von Elementen, zwischen denen Wechselbeziehungen bestehen. Beispiele sind ein Atom als System physikalischer Elementarpartikel, eine lebende Zelle als System sehr zahlreicher organischer Verbindungen ... enzymatischer Reaktionen, eine menschliche Gesellschaft als System vieler Individuen, ...“

und er erinnert ausdrücklich an Aristoteles:

„Das Ganze ist mehr als die Summe seiner Teile...“

um sogleich darauf hinzuweisen (sinngemäß), daß in einem System eben nicht nur die Teile sondern *ihre Beziehungen zueinander* erkannt werden müssen. Für das „Mehr“ im „Ganzen“ benützen naturwissenschaftliche Systemtheorien den Begriff *Emergenz*. Denn das ist eine der grundlegenden Erkenntnisse: Kaum hat sich ein System konstituiert, so zeigt es Eigenschaften, von denen einige nicht mehr allein aus den Eigenschaften der Konstituenten erklärbar sind, d.h. jedes System entwickelt seine eigene Individualität. Die Beurteilung der *Beziehungen*, genauer der *Wechselwirkungen* der Systemkonstituenten, gehört deshalb zum Allgemeingut aller Systemtheorien. Das ist jedoch in der ganzen Fülle der Konsequenzen nicht immer angemessen berücksichtigt.

Der Systembegriff wird in Diskussionen für viele Dinge und auch für Gedanken benützt, um zu transportieren oder auch sich selber

klar zu machen, daß darin eine mehrgliedrige Ordnung anzutreffen sei. Jedoch, wie noch zu sehen sein wird, impliziert „Ordnung“ keineswegs, daß es sich um ein *System* handelt. Ordnung: das ist ein Begriff, welcher im Grunde nur ein Erscheinungsbild (sei es statischer oder dynamischer Natur) bezeichnen kann. Man muß über die oben getroffenen und zitierten Feststellungen hinausgehen und darauf bestehen, daß es immer und grundsätzlich das *Zusammenwirken* von Einheiten ist, d.h. „Kommunikation“, also ein Prozeß, der als Form und Funktion in Erscheinung tritt und nur daher die Bezeichnung „System“ verdient. Beispiel „Fragebogen“: Weder ist er ein System, noch hat er eins... Beispiel Computer: Wenn ausgeschaltet, ist der Computer kein System; „Struktur“, ja, „potentielle Information“, durchaus. Aber erst wenn er eingeschaltet ist, ist er ein System. Energie wird dem Computer zugeführt, damit unter den gegebenen technischen Bedingungen für die Wechselwirkungen seiner Konstituenten ein Träger verfügbar ist. Was den Computer ggf. zum System macht, ist *nicht die Energie* sondern es sind die Wechselwirkungen seiner Komponenten. Erst durch die Wechselwirkungen kann der Computer Funktionen zeigen, durch welche er als eine Repräsentation von Eigenschaften bewußt wird, die ihn als ein System ausweisen, das mit dem Wort „Computer“ allgemein verbunden wird. Weiteres Beispiel: Der Mensch ist ein System. Wenn die Organe und Zellen, also die Konstituenten des Systems nicht mehr kommunizieren, ist er tot; kommunizieren seine Konstituenten nicht den Bedingungen ihrer Existenz gemäß, so ist er krank.

Systeme bestehen aus Wechselwirkungen und sind insofern als Prozesse zu verstehen. Sie vermitteln zusätzlich den Anschein, eine Neigung zur Selbstordnung zu besitzen, was aber nur daher rührt, daß die sich gegenseitig ein- und ausschließenden, sich abschwächenden und verstärkenden Wechselwirkungen der Konstituenten einen Prozeß repräsentieren, der je nach physikalischen bis physiologischen Bedingungen das Beziehungsgefüge modifiziert, so daß im Blickfeld des Menschen eine gewisse Ordnung zu herrschen scheint.

### 3.5 Kritische Abgrenzung

Naturwissenschaften ankern zunehmend an Denkmustern der Allgemeinen Systemtheorie. Auch für Soziologen sowie für Wirtschaftswissenschaftler (z.B. in Führung und Organisation) ist es mindestens heuristisch ergiebig, auf die Allgemeine Systemtheorie zu rekurrieren. Man denke an Begriffe mit Signalwirkung, wie „Organisation“, „Evolution“, „Regelkreise“ u.a.

LUDWIG VON BERTALANFFY befaßte sich als Biologe mit offenen Systemen und forderte bereits in den Jahren nach 1940 die Entwicklung einer Allgemeinen Systemtheorie, mit dem Grundmotiv, daß Prinzipien von Systemen in allen Phänomenen der vom Menschen gesehenen Welt sich als gleich erweisen müssen. Daraus beziehbare Schlüsse könnten die Diskussion durch alle Naturwissenschaften hindurch, also interdisziplinär bereichern. BERTALANFFY geht zurecht von der Erscheinung aus, daß materielle Einheiten aus Einheiten gleicher oder geringerer Ordnungsränge bestehen, die untereinander in Beziehung stehen. Seine Allgemeine Systemtheorie ist also noch vorwiegend naturwissenschaftlich motiviert.

Seit den Jahren nach 1970 etabliert sich eine Allgemeine Systemtheorie, deren Motive erheblich ausgeweitet sind. Starke Impulse gingen von ERICH JANTSCH (Selbstorganisation), NIKLAS LUHMANN (Soziologische Systeme), FRANZ M. WUKETITS (Systeme und Logik aus wissenschaftstheoretischer Sicht) sowie von JÜRGEN HABERMAS (Kommunikatives Handeln) aus; RUPERT RIEDL bereicherte mit seinen Werken *DIE STRATEGIE DER GENESIS* und *DIE ORDNUNG DES LEBENDIGEN* die Erkenntnisse des biologischen Werdens mit der Darstellung von auf unterschiedlichen Ebenen wiederkehrenden, im Prinzip aber gleichen Erscheinungen, wodurch nicht nur das Systemdenken ein weiteres mal gestärkt sondern auch ein deutlicher Hinweis auf informationale Gebundenheiten von Prozessen gegeben wurde. Seit den Jahren nach 1980 konnte sich kaum ein Wissenschaftler dem Systemdenken mehr entziehen, was in der Folge auf die Verfassung verschiedener wissenschaftlicher Diszi-

plinen zurückwirkte. Inspiriert von NIKLAS LUHMANN u.a. hielten Systemtheorien Einzug in die Kommunikationswissenschaften (ULRICH SAXER, Originalbeitrag in *KOMMUNIKATIONSTHEORIEN*, Hg. BURKART/HÖMBERG 1995) sowie in die Soziologie. Hier sei besonders HELMUT WILLKE genannt (*SYSTEMTHEORIE I bis III*, entstanden 1986 bis 2001), der durch das Anlegen systemtheoretischer Grundmuster an gesellschaftliche Phänomene wesentlich zur Schärfung des disziplinären Profils der Soziologie beiträgt. Insgesamt zur soziologisch motivierten Systemtheorie ist bemerkenswert, daß Prozesse verschiedener Kategorie als Systeme untersucht werden. Das deckt sich auch mit den in *KOMMUNIKATION – ALLGEMEINES PRINZIP*, vom Autor der vorliegenden Niederschrift seit 1980 entwickelten Vorstellungen, welche mit dem Begriff „Kommunikation-System-Dualität“ eine Denkbrücke vorschlagen, geeignet, den Umgang mit Prozessen, mit Systembildung und Auswirkungen auf andere Systeme zu erleichtern.

Nun kann man über die Bedingungen für die Entstehung von Systemen trefflich spekulieren, um den Prinzipien von Systemen auf den Grund zu gehen. Dazu das folgende Beispiel: Kennzeichnend für die Entstehung von Systemen sei, daß sich Einheiten bis hin zu einem (gedachten) „Urstoff“ erst einmal *unterscheiden*, weil nur aus der Unterschiedenheit der Anlaß zur Wechselbeziehung erwachsen könne. So setze bereits das nach einem Urknall gegebene „Energimeer“ die Fluktuation von Teilchen voraus, um Differenzierungen zu erhalten, welche die Voraussetzung zur Bildung von Galaxien sind. Einheiten müßten also voneinander abgegrenzt und verschieden sein, um in Wechselwirkungen eintreten zu können; das sei die Voraussetzung sowie auch der Antrieb für die Bildung von Systemen. Hiernach müßte sich die Allgemeine Systemtheorie auf das Moment *Differenzierung* fixieren. Wenn das richtig wäre, könnte es Menschen und ähnliche Systeme, die sich biologisch oder auch anders vermehren, nicht geben. Dazu die Position des Autors der vorliegenden Niederschrift: Die Frage, ob das Moment „Differenzierung“ die Bildung von Systemen prinzipiell begünstigt, d.h.

ob man das Moment Differenzierung als einen Kernbegriff der Allgemeinen Systemtheorie betrachten soll, rührt kritisch an ein Beispiel aus der Biologie: Bezüglich der Zellteilung in Wachstumsprozessen (von Programmvarianten in den Genen einmal abgesehen) kennt man die Differenzierung auch als gelegentliche *Folge* der Gleichheit von Molekülen (z.B. DNA). Ferner ist zu bedenken, daß aufgrund genetischer Bedingungen und innerhalb ein und des selben Organs die Zellteilung zu Aggregaten zunächst gleicher Zellen führt; und doch ist klar, daß diese Zellen zueinander Wechselbeziehungen aufbauen, wodurch sie – obwohl gleich – Konstituenten *eines* Systems sind. Würde also in der Ungleichheit von Systemkonstituenten die Voraussetzung zur Systembildung gesehen, dann könnte das die Analyse behindern. Dagegen hilft folgende Überlegung: Allein schon aufgrund der Abgrenzung je Zelle können Wechselwirkungen zustandekommen. Gravierend ist, daß solche Wechselwirkungen eine weitergehende Differenzierung (z.B. innerhalb des Organs) steuern können. Daraus wiederum kann man lernen, daß Gleichheit von in einen Verbund gestellten lebenden Organismen geeignet ist, gewisse *Differenzierungen zu provozieren* oder sogar *zu erzwingen*.

Die verschiedentlich vorgebrachte Forderung, daß die Unterscheidung von Einheiten erforderlich ist, um Wechselbeziehungen zu entwickeln, ist nicht zu widerlegen; man sieht aber auch, daß sie je nach Art der betrachteten Systeme zu relativieren ist. Lebende Organismen, d.h. Individuen, und seien sie noch so gleich, können – allein der Tatsache des Nicht-allein-seins ausgesetzt – in Wechselwirkung treten, woraus *folgend* sich die Neigung zur Differenzierung ergibt. Interessant ist das Beispiel Zellteilung: Man sieht hier, daß ein Individuum Zelle selbst identische Molekülketten produziert, die sich danach von ihrem Versursacher trennen, wiewohl sie zunächst ja gleich sind. Wahrscheinlich ist das eine elementare Begleiterscheinung eben der Tatsache, daß jede lebende Einheit dazu neigt oder danach strebt, ein Eigenleben zu führen, in welchem die Nebeneinheit einen Teil der Umwelt bildet,

*von welchem es sich zu differenzieren gilt.* Das hat höheren Rang als die Beobachtung einer evtl. vorher dagewesenen Differenz. Man sieht also folgendes: *Wechselwirkung* und *Differenzierung* sind so wenig nach ihrer Erstgeburt entscheidbar wie „Ei oder Henne“. Soziologisch ist am Besten nachvollziehbar, daß jedes Individuum für sich nach einer freien Plattform sucht und sogar dazu neigt, sie nötigenfalls selbst zu schaffen, und sei es nur, wie in soziologischen Prozessen zu beobachten, um sich in der Gemeinschaft zu messen. Allianzen oder anders gelagerte, meist temporäre Subsysteme, treten dann eher je nach ihrer relativen ökonomischen, strategischen oder politischen Nützlichkeit in Erscheinung.

In der Soziologie wird neben Systemen auch eine System-Vorstufe gesehen. Hauptsächlich LUHMANN, und weitergeführt von WILLKE, benennen solche mit „Quasisystem“. Dieser Begriff ist problematisch, weil der Übergang vom Quasisystem zum System (er wird hauptsächlich evolutiv verstanden) nicht allgemeingültig definiert werden kann. Dazu die Position des Autors der vorliegenden Niederschrift: Systeme haben eine *Dauer* und eine *Komplexität*. Soweit besteht kein Dissens. Schwierigkeiten entstehen aber, wenn die Frage zu klären ist, *ab welcher Dauer* und/oder *ab welcher Komplexität* ein Quasisystem als System zu klassifizieren sei. Wir haben doch lernen müssen, daß Systeme aus Kommunikation bestehen, und das heißt: Ein System beginnt und endet mit Beginn und/oder Ende einer Kommunikation (resp. Wechselwirkung). Unter 3.2 und 3.3 wurde bearbeitet, daß Systeme durch Wechselwirkungen bestehen, und daß Dauer und Komplexität (welcher Größen auch immer) unbedingte Systemparameter sind. So gesehen ist ein System niemals ein Quasisystem. Selbst Systeme, die nach den genannten Parametern als klein zu bezeichnen wären, können – aus Menschensicht – im Spiel von Wechselwirkungen erhebliche Effekte nach sich ziehen. Eine Systemphilosophie, welche die Vorstellung von „Quasisystemen“ erzeugen und pflegen möchte, kann nur Verwirrung stiften. Man stelle sich vergleichsweise eine Physik vor, wo kleine Ströme etwa nur „Quasiströme“ sind...

### 3.6 Kriterien der Allgemeinen Systemtheorie

Die Wissenschaft von den Systemen hat bisher große Verdienste dadurch, daß sie Zusammenhänge der Begriffe „Organisation“, „Struktur“, „Prozeß“ sowie die Umsetzung der selben in Modellen von Biologie, Soziologie, Psychologie, Kybernetik (bis Datentechnik) und Philosophie in Teilen ihrer Allgemeingültigkeit bewußt macht. Aber es sieht so aus, als würde das *informationale* Moment in Wechselwirkungen bisher vernachlässigt. Mit vorliegender Niederschrift soll der Blick deshalb um so mehr auf das informationale Moment gelenkt werden. Es soll sich zeigen, wie allein durch das fortgesetzte physikalische bis biologische Reagieren Information und (relative) Qualität implizierende Arbeit umgesetzt werden.

Der Mensch nennt es „Prozeß“ oder „System“. Um mit den Funktionen analytisch umzugehen, wird das Prinzip „System“ mit vorliegender Studie als in *Energie* und *Information* teilbar betrachtet (ganz ähnlich, wie auch die an sich unteilbare elektrische Arbeit nach Strom und Spannung getrennt betrachtet und zur Nutzung berechnet werden kann). Die Trennung Energie / Information ebnet den Weg zur Transformation in ökonomischen Betrachtungen (später in Abschnitt 5 behandelt).

Die vorliegende Niederschrift ist dafür offen, daß man für „System“ gleichwertig „Gefüge von Wechselwirkungen“ einsetzt. Der Grund: Kein System im Universum besteht für sich allein, etwa unabhängig von Einflüssen aus anderen Systemen, gleich ob höheren oder geringeren Ordnungsranges. Hier ist noch auf ein wesentliches Merkmal von Systemen hinzuweisen: Von „Qualität“ wissen wir, daß diese nur individuell bzw. subjektiv relativ bewertet werden kann. Wenn wir aber nach der Beständigkeit eines Systems fragen, kommt „Produktivität“ ins Spiel. Produktivität ist mit nützlicher Qualität der Wechselwirkungen gleichzusetzen, wobei „nützlich“ für das fokale System selbst (z.B. für seine Exi-

stanz- und Entwicklungsfähigkeit) wie auch für andere Systeme gelten kann. Solche *Qualität* wird – physikalisch – getragen von Information, verstanden als Beitrag zur Existenz- und Entwicklungsfähigkeit eines Systems, gleichgültig welcher Ordnungsranghöhe es zuzurechnen ist.

Völlig zurecht geht man inzwischen davon aus, daß eine gut fundierte Allgemeine Systemtheorie eine Denkbasis für alle Wissenschaften sein kann, wie z.B. zur Erklärung von biologisch, physikalisch, kybernetisch, ökonomisch bis psychisch zu ordnenden Phänomenen. Jeder Mensch kann von der Übung profitieren, die Welt und ihre Teile als Systeme, d.h. als *Gefüge von Wechselwirkungen* zu denken. Beispiel: Ist der Wald ein System, so ist dieser in Verbindung mit dem Spaziergänger darin bereits ein neues System...; zwei Kraftfahrzeuge mit Fahrer begegnen sich auf der Straße, also zwei sehr ähnliche Systeme, und ihre Begegnung ist ein weiteres System, und je nach Ausgang der Begegnung haben die Folgen geringere oder höhere Relevanz... für wen oder was auch immer.

### *Begriffe kritisch gesehen*

Das naturwissenschaftlich und technologisch orientierte Gedankengut hat allerdings auch dazu geführt, daß Begriffe daraus in alltäglichen Beziehungen benützt werden. Beispielsweise in technologischen Projekten ist die Mode in Gebrauch, daß Information „gegeben“ oder „gesendet“ werde. So heißt es in der Alltagssprache, obwohl Information dem Grundprinzip nach – bewußt oder unbewußt – *verursacht* wird, so daß sie als potentielle Information sich zur Teilhabe an anderen Wechselwirkungen anbietet. Und man sagt, sie werde „empfangen“, wiewohl das wirkliche Empfangen nur auf Signale zutrifft, die zu Reaktionen führen, und es kommt noch hinzu, daß die informationale Umsetzung, d.h. die Reaktion, keineswegs mit der ursächlichen potentiellen Information übereinstimmen muß. Das kann mit der Konstitution des reagierenden Systems, aber auch mit einem Wechselwirkungs-

widerstand zusammenhängen. Nehmen wir nur das folgende Beispiel: Medien *verursachen* potentielle Information; hiervon werden in Millionen von Menschen Prozesse angeregt; aber welche Teile von potentieller Information im Einzelfall als prozessuelle Information *wann, wie* und *mit welchem Gewicht* umgesetzt werden, das entscheidet sich je Individuum je nach dessen momentanen Vorbedingungen, wie Vorwissen, Aufnahmebereitschaft, Neigung u.a. Man muß sich auf folgende Bedingungen einstellen: Information geschieht in den *Prozessen* eines Systems, bei höheren Individuen beispielsweise in Sinnesorganen, Nervensystem und Bewußtsein. Wie könnte ich sagen, „ich erwarte die Umsetzung der von mir gegebenen Information“, wenn doch völlig offen ist, was im Wechselwirkungs-Teilnehmer aus dieser Information entsteht?... *Verursachte* Information kann objektiv immer nur *potentielle Information* sein. Die ganze oder teilweise Einbeziehung in die Verursachung neuer Information kann in Abständen von Sekunden oder erst nach Jahrzehnten erfolgen, wo potentielle Information zu Reaktionen führt, gleich ob naturgegeben oder von einem Verursacher erwartet. Hier können dann die in einem sozialen Gefüge gewachsenen Konventionen eine wichtige Rolle spielen, wie z.B. Gesetze, Nachrichten von Generation zu Generation.

Verursachen *von* und Reagieren *auf* Information setzen gleichermaßen voraus, daß Arbeit stattfindet. Das zeigt ein weiteres mal, daß der mit Verursachen und Umsetzen von Information einhergehende Ressourcenverbrauch zu Lasten des Prozesses geht und nicht zu Lasten eines einzelnen Wechselwirkungsteilnehmers. Und weil Arbeit niemals ohne das Moment Information umgesetzt wird, ist es zweckmäßig, sich *Arbeit* und *Information* zwar getrennt berechenbar, aber als Erscheinungs- oder Wirkungsursache doch als *Einheit* vorzustellen. Dadurch geben sich das „Verursachen *von*“ und das „Reagieren *auf*“ Information einheitlich als [*Information mal Arbeit*]  $\equiv \Delta W$  der betreffenden Wechselwirkungen, d.h. des Prozesses, d.h. des Systems zu erkennen. Das trifft auch zu, wenn

beispielsweise die Produktion eines Textes tausend Nutzern zugute kommt: Der Aufwand an  $\Delta W$  für die einmalige Produktion verursacht potentielle Information. Der Verbrauch an  $\Delta W$  für die tausendfache Umsetzung ist nach anderen Gesichtspunkten zu beurteilen. Gebrauch und Bedeutung der Begriffe „System“ und „Information“ werden zunehmend das hier angerissene Prinzip „ $\Delta W$ “ bestätigen. Argument:

- Systeme verursachen aufgrund des Umsatzes von Arbeit Signale, welche a priori strukturelle Effekte zur Folge haben können (intern wie nach außen gerichtet), insoweit sie sich dann als *potentielle Information* zur Teilnahme an anderen Wechselwirkungen anbieten...
- Systeme reagieren auf temporär wie spatial erscheinende Änderungen der inneren und äußeren Existenzbedingungen: Sie „reagieren“ auf offerierte potentielle Information oder Teile davon unter *Aufwand von Arbeit*...
- Das Reagieren bewirkt in einem oder mehreren Systemen auf einer oder mehreren Systemebenen temporäre und/oder spatiale und andere Änderungen: *Aufwand = Arbeit*...

Das Verursachen *von* und Reagieren *auf* Änderungen von physikalisch verifizierbaren Ereignissen ist für alle beteiligten Systemkonstituenten mit dem Aufwand von Arbeit verbunden. Ökonomisch relevant ist die *Wechselwirkung* selbst, da sie ihre eigene Ressource  $\Delta W$  verbraucht, ohne Sicherheit, durch diesen Prozeß genügend für die Existenz- und Entwicklungsfähigkeit der Konstituenten zu gewinnen. Diese Vorstellung ist zum Verständnis aller weiteren Darlegungen wichtig: Eine Wechselwirkung verbraucht  $\Delta W$  „solange der Vorrat reicht“; eine Wechselwirkung kann aber auch der Produktivität mächtig sein, Produktivität, die während des Verbrauchs an  $\Delta W$  so viel an selbst verwertbarer potentieller Information erzeugt, daß die einmal begonnene Wechselwirkung eine Zeit lang selbsttätig fortbestehen kann. Dieses Prinzip läßt sich leicht auf den Vergleich eines einzelligen Lebe-

wesens mit der Zelle des Körpers eines Warmblüters allgemein oder eines Menschen übertragen. Das selbe noch mal anders ausgedrückt: Die Wechselwirkung des Systems „Verursacher / Reagierer“ verbraucht  $\Delta W$ , um  $\Delta W$  zu erhalten, vielleicht mehr Information für weniger Arbeit oder mehr Arbeit für weniger Information, vielleicht mehr für den einen und weniger für den anderen Wechselwirkungsteilnehmer. Diese Sequenz benennt Erscheinungsphasen, welche mit der Wortverbindung [Information mal Arbeit]  $\equiv \Delta W$  wohl am Zutreffendsten bezeichnet wird.