

Wolfgang Pahl

UMDENKEN STATT APFELBÄUMCHEN PFLANZEN

Plädoyer für ein evolutionäres Weltbild

Als die Dynamik der Materie den gewaltigen Sprung zum Bewußtsein unternahm, ließ das einen Sprung in uns zurück, den es heute zu kitten und zu glätten gilt.

Dieses Buch will zeigen, daß die darin begründeten Kinderkrankheiten des Menschengeschlechts verstehbar sind, verzeihlich sogar, und daß wir sie überleben können, wenn wir uns als Hoffnungsträger im Rahmen einer universalen Evolution verstehen; als Schöpfung eines Prozesses, der zwischen dem Mikrokosmos der Quanten und der Weite des Alls die Wunder der Komplexität hervorbrachte: Leben und Geist.

Denn die Evolution ist Wesen, Herz und Hirn der Wirklichkeit – wir müssen das besser verstehen lernen, wenn wir weiterhin an dieser Wirklichkeit teilnehmen wollen.

EINLEITUNG

Dieses Buch unternimmt den Versuch zu zeigen, daß einerseits Naturwissenschaft keine menschenfeindliche Geheimlehre ist, andererseits Religion nicht pauschal mit versteinertem Mummenschanz gleichgesetzt werden darf – wobei allerdings, wie ich schon jetzt vorausschicke, eine recht eigenwillige Definition von ›Religion‹ Anwendung finden wird. Beide sind vielmehr des Menschen Zugang zur Wirklichkeit, und beide können uns anleiten, mit dem zweischneidigen Schwert unserer Fähigkeit zur Selbstreflexion – dem Nachdenken über uns selbst – umzugehen. Denn die Errungenschaft der Freiheit von Denken und Handeln ist unauflöslich mit der quälenden Frage verbunden, worin Ursprung und Bestimmung des Menschen und des Kosmos begründet sind, kurz: was der Sinn allen Daseins ist.

Wir begeben uns damit in ein sich nur sehr zäh anfüllendes Vakuum, denn wer von der ›materiellen‹ Fakultät wollte schon etwas von den ›geistigen‹ Lehrstühlen wissen – und umgekehrt. Verständlich auch die enttäuschte

Abkehr vieler von beiden Instanzen. Denn so, wie die Religion in einer tiefen Krise steckt, weil sie ihre Inhalte (einschließlich offensichtlicher, aber nicht eingestandener Irrtümer) in einer beharrlich konservierten Form anbietet, die sich von der voranschreitenden Menschheit schwer entfremdet hat, so ist andererseits auch den aufgeschlossenen Naturwissenschaften vorzuwerfen, daß sie – trotz leidlich funktionierender Selbstkritik – ihrerseits keine rechte Form gefunden haben, um die wichtigen (vielleicht überlebenswichtigen) philosophischen Konsequenzen des Erkenntnisfortschrittes an eine breite Öffentlichkeit zu tragen.

Es ist ein keineswegs zufälliges Zusammentreffen, wenn in dieser Situation die Menschheit von Krisen geschüttelt wird. Fast schämt man sich, den Reigen der feilgebotenen Weltbilder um ein weiteres aufzublähen. Jedoch bedürfen wir schleunigst eines solchen Paradigmas, das alten wie neuen Einsichten konsistent Rechnung trägt. Beruhigenderweise sind die ursprünglichen Ansätze der Religionen gemeinsam mit der modernen Wissenschaft durchaus in der Lage, die Fundamente dafür bereitzustellen.

Dazu muß weder erstere zur naiven Natur-Mystik verniedlicht werden, noch wollen wir letztere bis in esoterische Grenzbereiche strapazieren. Hier soll es einfach darum gehen, mit verfügbarem Rüstzeug unseren Bedürfnissen gerecht zu werden – und diese sind zweigeteilt: So spiegelt es die Asymmetrie unseres Gehirns wider, dessen linke Hälfte zergliedernd und rational arbeitet, wohingegen die rechte Hälfte ganzheitlich und intuitiv angelegt ist. Die Komplementarität der beiden geschiedenen Erkenntniswege ist sicher keine zufällige Parallele zu dieser funktionellen organischen Zweigleisigkeit. Doch in schroffem Gegensatz zu den beiden Hemisphären unseres Denkkorgans, die über einen breiten Balken von Nervenfasern intensiv miteinander wechselwirken, hausieren ihre ausgelagerten Fortsetzungen – Forscher und Seelsorger – in dünkeltlicher Selbstherrlichkeit mit zwei halben Wahrheiten.

Ich hoffe deutlich zu machen, daß die Vorstellung einer *allumfassenden Evolution* das dringend benötigte Bindeglied darstellt, das diesen Riß überwindet, der mitten durch Mensch und Kultur klafft. Dementsprechend wird ein großer Teil des vorliegenden Buches davon vereinnahmt, den mehr oder minder vertrauten Rahmen des Begriffes ›Evolution‹ aufzuweiten: Von dem kleinen Splitter, den Charles Darwin vor über hundert Jahren freigelegt hat, bis hin zum roten Faden der Entwicklung des ganzen Universums. Nicht nur die Vielfalt der Arten und der Ursprung des Lebens wurzeln in diesem schöpferischen Prozeß. Galaxien und Einwegfeuerzeuge, Elementarteilchen und Moralsysteme, Bewußtsein und Naturgesetze, Raum und Zeit: Sie alle sind evolutionär auskristallisierte Ordnung.

Die Naturwissenschaft hat begonnen, sich staunend an diesem roten Faden entlangzutasten, und stellt nun mit wachsender Verblüffung fest, daß Mystiker auf der ganzen Welt schon vor Jahrtausenden am anderen Ende mit dieser Erkundung begonnen haben – und dabei zu Schlußfolgerungen gelangten, die etwa von der modernen Physik in bemerkenswert ähnlichen Worten formuliert werden. Zwar wird der Eifer, der hier völligen Gleichklang der weltanschaulichen Inhalte vernehmen will, von Oberflächlichkeit genährt. Physik und Mystik stecken in sehr verschiedenen Gewändern. Dennoch zeichnet sich – verblüffend genug – eine Harmonisierung beider Wege ab. Immer schon und in allen Kulturen wurde vereinzelt auf interdisziplinäre Zusammenhänge hingewiesen; hat es einzelne visionäre, ganzheitliche Denker gegeben. Aber in den unausweichlichen, existentiellen Problemen, die sich nun allenthalben um uns auftürmen, scheint auch die Chance einer Ausbreitung dieser Denkweise zu liegen. Die neuen, zuversichtsvollen Ausblicke, die sich darin eröffnen, lassen es unerträglich erscheinen, daß dieser Erkenntnisgewinn – wenn überhaupt – so zögerlich Allgemeingut wird. Davon soll also hier berichtet werden.

Diese Einsichten, deren naturwissenschaftliche Perspektive im vorliegenden Buch überwiegt, aber nicht dominiert, liefern uns ein belastbares Paradigma, das auf allen Ebenen solide in unserer Naturerkenntnis verwurzelt ist: in der philosophischen Tradition, in der modernsten Forschung, und – der Leser ist eingeladen, diese Behauptung für sich selbst zu prüfen – in der Religion.

Im Muster der evolutionären Gesamtdynamik liegt ein Prinzip von solch einzigartiger Kontinuität, daß darin eine Orientierung für die Rolle der Menschheit und des einzelnen im Kosmos gesehen werden kann. Dadurch rückt es meines Erachtens in die Nähe einer Antwort auf die Frage nach dem Sinn. Wieder mag der Leser urteilen, wie weit ihm selbst dieser aufgezeigte Weg begehbar erscheint.

Wie erwähnt, kann im Hinblick auf die globalen Probleme kaum Zweifel an der grundsätzlichen Notwendigkeit eines solchen harmonisierenden Weltbildes bestehen. Meine Hoffnung, das hier zusammengetragene werde sich bewähren, und dieses Buch könne ein ganz klein wenig zur dahingehenden Evolution der Gedanken beitragen, ist Anmaßung. Und dieser Vorwurf verfolgt mich weiter, wenn ich bei einem Wort des Physikers Erwin Schrödinger Zuflucht suche:

»Wir haben von unseren Vorfahren das heftige Streben nach einem ganzheitlichen, alles umfassenden Wissen geerbt. (...) Andererseits aber ist es einem einzelnen Verstande beinahe unmöglich geworden, mehr als nur einen kleinen spezialisierten Teil zu beherrschen. Wenn wir unser wahres Ziel nicht für immer aufgeben wollen, dann dürfte es nur den einen Ausweg aus dem

Dilemma geben: daß einige von uns sich an die Zusammenschau von Tatsachen und Theorien wagen, auch wenn ihr Wissen teilweise aus zweiter Hand stammt und unvollständig ist – und sie Gefahr laufen, sich lächerlich zu machen. Soviel zu meiner Entschuldigung« [1944:29f].

Soll also die Neugier mich rechtfertigen; die zuversichtliche Neugier, ob die Menschheit wohl ihr Etappenziel erreichen wird. Wenn sie dann dereinst das evolutionäre Staffelholz weitergibt, mag das durchaus mit mehr Würde geschehen, als man ihr nach dem bisherigen Lauf zutrauen möchte. Doch was ist es, das unsere Hoffnung darauf so gründlich zerfrißt?

Lassen wir die bedrückenden Dilemmata einmal auf uns wirken: Wir haben soviel, und sind doch nicht glücklicher als jene, die soviel weniger haben. Wir zerlegen alles beschreibend und erklärend, aber sehen es dabei in Widersprüche oder Sinnlosigkeit zerfallen. Wir fassen unsere Gefühle in Worte, Symbole und Theorien, scheinen aber ihre Tiefe und Spontaneität zu verlieren. Wir grübeln über den Fehlern der Vergangenheit, belasten die Zukunft mit unseren Plänen und Erwartungen, und können der einzigen Wirklichkeit, dem gegenwärtigen Augenblick oft so wenig abgewinnen. Wir haben unsere Fähigkeiten und Möglichkeiten technologisch potenziert, aber sie wenden sich immer häufiger und drastischer gegen uns. Wir sind alle guten Willens, und dennoch entgleitet uns das Geschehen immer mehr. Wir mehren unser Wissen unaufhörlich, doch geht uns dabei die Weisheit verloren. Wir haben uns die Erde untertan gemacht, und drohen jetzt an uns selbst zugrunde zu gehen.

An jeden dieser Sätze knüpft sich unermeßliches persönliches, gesellschaftliches und globales Leid. Wieso neigen wir bei aller Vernunft zu solch tragischen kollektiven Fehlleistungen? Und was läßt uns Individuen in so vielen Fällen ein Leben wählen, das krank und unglücklich macht; das uns in gleichem Maße sinnlos erscheint wie wir dennoch sein Ende fürchten?

Dieses zweifache Dilemma wurzelt meiner Überzeugung nach in unserem unangemessenen Weltbild, jenem gewaltigen Komplex, den wir in Natur- und Geisteswissenschaften, Philosophie, Sozialwissenschaften, Ethik und Religion zersprengt haben. Wagen wir also die Zusammenschau, auf daß unser Weltbild wieder der Welt gemäß werde. Gewiß ist in unserer Lage Optimismus mühevoller als Resignation, aber pessimistische Bücher brauchen wir nicht!

In diesem Sinne – und viele Leser werden das bereits dem Buchtitel entnommen haben – soll hier eine Erwiderung auf ein 1985 erschienenes Buch Hoimar von Ditfurths formuliert werden. In *So laßt uns denn ein Apfelbäumchen pflanzen* schlußfolgert er, die Stunde für jene von Martin

Luther seinerzeit für den Tag vor dem Weltenende geplante Verrichtung sei nun gekommen. Zu diesem verzweifelten Standpunkt gelangt er nach tiefgehender und sensibler Betrachtung der Menschheitsprobleme und der veralteten menschlichen Psyche. Seine Analyse bescheinigt uns zwar das prinzipielle Vermögen, den bevorstehenden Untergang gerade noch abzuwenden, schließt aber mit der fatalistischen Überzeugung, daß wir von »diesen Möglichkeiten zu unserer Rettung schlicht und einfach keinen Gebrauch machen« werden [1985:10]. Dieses Buch – das uns ohne jegliche Effekthascherei alle lebendigen Hoffnungen nehmen will – überhaupt geschrieben zu haben, rechtfertigt er gegenüber dem Vorwurf des Angstschürens mit dem Anspruch der Selbstachtung, wenigstens aufgeklärt zugrunde zu gehen.

Sosehr ich nun v. Dittfurths Ausdeutung der wesentlichen Fakten beipflichte, sowenig kann ich ihm in diese leidenschaftslose Schicksalsergebenheit folgen. Man mißverstehe mich nicht: Würde ich keine Chancen für unsere Zukunft sehen, so schlosse ich mich gewiß seiner Haltung an. Sinnloses Aufbegehren liegt mir fern. Solange wir aber Zweifel an der Ausweglosigkeit benennen können – und im vorliegenden Buch wird dieser Zweifel heftig betrieben! –, solange sollten wir Auswege versuchen, nicht aber Obst anpflanzen, das niemand mehr ernten wird.

Um eine Vorstellung von solchen möglichen Auswegen zu bekommen, sind ganz pragmatisch zwei Fragen zu erörtern: Wer (und wie) sind wir und was wollen wir? Wir werden also zunächst versuchen, ein dem Menschen angemessenes Selbstverständnis zu erarbeiten. Schon jetzt sei vorweggenommen, daß überraschenderweise ausgerechnet die »harten« Naturwissenschaften in den letzten Jahren angetreten sind, um dem Menschen wieder eine bedeutsame Rolle im Kosmos zuzuweisen. Dort, wo man das menschliche Bewußtsein am erfolgreichsten wegzuobjektivieren glaubte, muß man sich nun am tiefgründigsten mit ihm auseinandersetzen; und folglich auch mit der Sprache, die weit mehr ist als nur Ausdrucksmittel. Das daraus erwachsende Problem – daß der Mensch über sich selbst und das Ganze, dessen Teil er ist, mithilfe dieser Sprache nachdenkt –, dieses zentrale Problem, das natürlich auch dieses Buch berührt, wurde und wird sehr unterschiedlich aufgefaßt:

Die Absage:

»Alles, was sich aussprechen läßt, läßt sich klar aussprechen. Wovon man nicht sprechen kann, darüber muß man schweigen.«

LUDWIG WITTGENSTEIN

Die Abrechnung:

»Es gibt wohl keine unsinnigere Philosophie als diese. Denn man kann ja fast nichts klar sagen.«

WERNER HEISENBERG

Der Abwasch:

»Mit dem Geschirrwaschen ist es genau wie mit der Sprache. Wir haben schmutziges Spülwasser und schmutzige Küchentücher, und doch gelingt es, damit die Teller und Gläser schließlich sauberzumachen. So haben wir in der Sprache unklare Begriffe und eine in ihrem Anwendungsbereich in unbekannter Weise eingeschränkte Logik, und doch gelingt es, damit Klarheit in unser Verständnis der Natur zu bringen.«

NIELS BOHR

Die Absicht:

»Reden wir über Ursprung und Sinn des Universums – vielleicht kann ich dabei das schmutzige Geschirr in meiner Küche vergessen...«

W.P.

PROLOG: Es war einmal...

»Auch die Materie, aus der unsere Körper aufgebaut sind, hat mit Sicherheit mindestens einmal im Innern eines Sterns gebrodelt.«

RUDOLF KIPPENHAHN [in STADLER, 1989:140]

... vor etwa 15 Milliarden Jahren. Plötzlich bläht sich das Nichts auf und gebiert in einer beispiellosen Explosion Raum und Zeit. Im expandierenden kosmischen Feuer herrschen gleichermaßen einfachste wie unvorstellbare Bedingungen: unvorstellbar aufgrund der wahnwitzigen Temperatur und Dichte; höchst einfach, da die komplizierten Aufspaltungen in Energie und Materie, in die verschiedenen Arten von Elementarteilchen und Grundkräften noch nicht stattgefunden haben.

Später, in einem jungen, abgekühlten Universum, ins riesenhafte gewachsen und weiter noch in Ausdehnung befindlich, vollzieht sich ein allmählicher Strukturierungsprozeß. Strahlung kondensiert zu den leichten Kernen der interstellaren Materie. Wolken davon verdichten sich zu Sternen, die in der solaren Glut ihrer Eingeweiden jene schweren Elemente erbrüten, aus denen Planeten bestehen. Ein winziger Splitter eines ausgebrannten und explodierten Sternes, einer Supernova, wird zu dem, was wir – sehr lange nach ihrer feurigen Geburt – »Erde« getauft haben.

Dieser Schauplatz läßt uns teilnehmen an einer spannenden Weiterentwicklung. Auch hier setzt wieder die fortschreitende Abkühlung Meilensteine im ablaufenden Geschehen: Bildung einfacher anorganischer Verbindungen, von Gestein und Wasser, von Kontinenten und Ozeanen, einer dünnen, globusumspannenden Gashaut, der Atmosphäre.

Sehr bald entstehen auch erste organische Moleküle und – unter Einwirkung energiereicher Strahlung und gefördert von katalytischen Einflüssen – komplizierte präbiotische Verbindungen. Die Komplexität wächst weiter, sie erwirbt die Fähigkeit, Information in ihren Strukturen zu speichern und an Folgegenerationen weiterzugeben; sie erfindet die Selbstreproduktion durch Zellteilung und schließlich die geschlechtliche Fortpflanzung, die mit ihrem kreativen Potential die vielfältige Auffächerung der Arten einleitet. Es ist keineswegs sonderlich klar, wo erstmals der Begriff »Leben« angebracht wäre. Einmal erprobt, gab es jedoch kein Halten mehr:

»Das Leben veränderte die Atmosphäre und milderte das Sonnenlicht. Es wandelte die nackten Felsen der Kontinente zu Erdkrume um und bekleidete sie mit einem üppigen, vielfältigen, grünen Mantel, der sich die Energie unseres Sterns zu eigen machte, und es mäßigte die Gewalt der Winde. In den

Meeren bildete das Leben mächtige Riffe, an denen sich die sturmgepeitschten Wellen brachen. (...) Mit verblüffender Energie und Ausdauer verwandelte das Leben eine häßliche, nackte Landschaft in eine harmonische, schöne Welt« [YOUNG, 1986:87].

Die Mechanismen der Evolution führen dazu, daß ein baumbewohnendes Säugetier eine außerordentlich rasche Entwicklung seines Gehirnes erlebt, die Steppe besiedelt, Werkzeuge und Waffen benutzt, schließlich eine alles andere übersteigende Bewußtseinsstufe erklimmt und dabei Sprache und Kultur erfindet. Der Mensch ist auf der Bildfläche erschienen.

Die drastische zeitliche Raffung und Vereinfachung all dieser faszinierenden Entwicklungsschritte sei hier nur deshalb erlaubt, weil wir an anderer Stelle mit größerer Aufmerksamkeit darauf zurückkommen werden. Zweck dieses Eildurchganges war es, von irgendeinem markanten Punkt der Geschichte – und ein solcher ist der Urknall gewiß – zu einem sinnvollen Einstieg in dieses Buch zu gelangen. Und genau da sind wir nun: Beim Menschen, bei uns. Was für eine wundersame Wandlung ist eigentlich seit dem Einzellerstadium mit uns vorgegangen, daß wir heute mit größter Selbstverständlichkeit solche Gedanken über uns und unsere Welt hervorbringen können? Und, worüber eigentümlicherweise viel weniger nachgedacht wird: Wie mag diese Entwicklung weitergehen? Doch wollen wir nichts überstürzen. Wir werden über das Bewußtsein zu reden haben, und daran wollen wir uns erst nach gründlicher Vorbereitung wagen. Da dieses wunderliche Phänomen in der Isolation unseres Kopfes stattfindet, ist es nützlich, uns zunächst Klarheit darüber zu verschaffen, welchen Zugang es eigentlich zur »Welt da draußen« hat.

Wir werden uns also im nun folgenden ersten Teil dieses Buches anhand einiger Beispiele mit den Leistungen und Schwächen unserer Sinne befassen. Die Ratlosigkeit, die dabei kaum ausbleiben dürfte (»Wie können wir überhaupt irgend etwas Konkretes über die Realität aussagen?«), wird uns kurz den alten philosophischen Konflikt zwischen Rationalismus und Empirismus nachvollziehen lassen und überleiten zu seiner überraschend einfachen Auflösung, der evolutionären Erkenntnistheorie. Auf ihrem Boden sind wir dann in der Lage, die Reichweite und die Begrenztheit unserer Vorstellungen von der Wirklichkeit einzuschätzen. Wir werden dann einen ersten Eindruck von den Hoffnungen und existentiellen Gefahren gewonnen haben, die sich unmittelbar daraus ableiten. Ich räume ein, daß ich mich noch eine Weile mit Zusammenhängen abgebe, die für manch einen eher trivial erscheinen mögen. Es sei jedoch versichert, daß sich das bald ändern wird; daß die Gedankengänge verwirrender, die Schlußfolgerungen gewagter werden.

ERSTER TEIL

ZWEIFELHAFTE ›SINNlichkeit‹

*Bei der Etikettierung der Wirklichkeit mit unseren Begriffen
›handelt (es) sich nicht um eine Beziehung wie die der Suppe zum
Rindfleisch, sondern eher wie die der Garderobenummer zum
Mantel.«*

ALBERT EINSTEIN [1979b:68]

Wir Menschen bezeichnen uns gern als ›Augentiere‹, wohl deshalb, weil das Auge derjenige Kanal ist, durch den die umfangreichste und, wie wir meinen, unbestechlichste Information über die Welt zu uns gelangt. Deshalb ›glauben wir nur, was wir sehen‹. Beginnen wir also hier mit der Demontage unseres Weltbildes.

Versetzen Sie sich in Gedanken auf eine Sommerwiese. Sie spüren die wärmenden Sonnenstrahlen auf der Haut (die vielleicht schon verzweifelt Symptome produziert, die Sie vor einem Sonnenbrand warnen sollten), blinzeln in das leuchtende Blau und sehen hoch droben zwei Flugzeuge einander in sicherem Abstand passieren, während ein mitgebrachtes Radio leise Musik verströmt.

Von einer etwas objektiveren Ebene aus betrachtet, versetzt die infrarote Strahlung Atome an der Körperoberfläche in Schwingungen, was mit dem Gefühl ›Wärme‹ quittiert wird. Der Sonnenbrand ist, wie sattsam bekannt, das Werk eines weiteren unsichtbaren Bestandteils des Sonnenlichtes, der energiereichen ultravioletten Strahlung, die Hautzellen schädigen kann. Das Himmelsblau wird auf unsere Netzhaut abgebildet und durch einen ausgeklügelten Apparat von Rezeptoren, Bewertungsstellen und Reizleitern abwechselnd als chemische und elektrische Information transportiert und schließlich in das Sehzentrum unseres Gehirns eingespeist, welches nach aufwendiger Bearbeitung dem Resultat in einem Akt beispielloser Willkür den Eindruck ›blau‹ zuordnet. Zuguterletzt ›sehen‹ sich die Flugzeuge, von denen die Rede war, mit Radar, während Ihr Radio Rundfunkwellen ›hört‹.

Diese fünf Erscheinungen sind im Grunde von völlig gleicher Natur. Es handelt sich jeweils um elektromagnetische Strahlung verschiedener Wellenlängen, die sich in gleicher Weise voneinander unterscheiden wie hohe und tiefe Töne. Was aber ist davon zu halten, daß diese gleichartigen Aspekte der Wirklichkeit sich uns mal *augenblicklich* als ›blau‹, mal fast unmittelbar als ›warm‹ und mal verspätet als ›Schmerz‹ darstellen? Oder auch überhaupt nicht (wie in den

beiden letzten Fällen), es sei denn, wir übersetzen die uns ursprünglich nicht zugänglichen Realitätsbereiche mit technischer Hilfe in die ›Sprache‹ unserer Sinne; hier also in schemenhafte Leuchtmuster auf einem Radarschirm oder in die Schwingungen einer Lautsprechermembran.

Bleiben wir beim Sehen: Was hat unsere visuelle Wahrnehmung mit der Wirklichkeit zu tun?

- Zunächst stellt sie lediglich einen kleinen Ausschnitt dar, weil eben nur ein winziger spektraler Bereich berücksichtigt wird. Deshalb können wir im Dunkeln weder eine Sendeantenne, noch einen radioaktiven Gammastrahler oder ein warmes Bügeleisen sehen, obwohl sie alle etwas Lichtartiges ausstrahlen.
- An diesem ohnehin schon drastisch eingeengten Bild manipuliert nun unser Wahrnehmungsapparat noch fleißig herum. Steht ihm z.B. nur wenig Licht zur Verfügung, so läßt er die Farben weg, macht ›alle Katzen grau‹. Da andererseits die phantastische Empfindlichkeit der Sinneszellen auf der Netzhaut ausreichte, um einzelne Photonen zu registrieren, würden wir bei diesem schwachen Licht ein ähnlich flimmerndes Bild sehen wie nach Sendeschluß im Fernsehen. Davor bewahrt uns eine ›Datenverarbeitung‹ in vorderster Front, weit vor den Toren des Bewußtseins. Dieser Mechanismus meldet den Reiz nur dann weiter, wenn mehrere Lichtquanten räumlich und zeitlich benachbart registriert werden. Ohne daß wir das geringste davon merken, wird hier eine statistische Filterung der Sinneseindrücke betrieben.
- Eine weitere Eigenart des Auges ist die Tendenz, – innerhalb gewisser Grenzen – die jeweils herrschende Beleuchtung als ›farblos‹ zu betrachten, da erst den Abweichungen davon Bedeutung zukommt. So funktioniert unser Farbempfinden im kalten Morgenlicht beinahe ebenso wie unter dem warmgetönten Abendhimmel: In beiden Fällen findet sich nichts Auffälliges am Teint eines gesunden Mitteleuropäers. Ein gewöhnlicher Farbfilm, der zu einer solchen Wahrnehmungskonstanz nicht befähigt ist, wird uns jedoch im ersten Fall das bläulich-fahle Portrait einer Wasserleiche, im zweiten Fall das Abbild einer Rothaut liefern, wenn wir den ›Farbstich‹ nicht bei der Aufnahme herausfiltern, und genau das erledigt unser Sehzentrum quasi softwaremäßig und ohne bewußtes Zutun. So gesehen, ist der Eindruck ›farblos‹ bzw. ›weiß‹ nichts weiter als ein praktischer Bezugspunkt, eine vereinfachende Konvention für den Normalfall, also die übliche spektrale Zusammensetzung des Sonnenlichtes. Bei einem Meßgerät würden wir hier von ›Null-Abgleich‹ sprechen.

Hier noch zwei weitere Beispiele für derartige subjektive Manipulationen – oder, mit dem angebrachten Respekt ausgedrückt: konstruktive Wahrnehmungsleistungen beim Sehen [vgl. VOLLMER, 1987:47ff]:

- Das lineare und beidseitig offene Spektrum schließen wir zu einem Kreis, dessen kontinuierliches Ineinanderübergehen wir in Abschnitte unterteilen, denen wir neue, abgestufte Qualitäten zuordnen: die Farben.
- Überlagern sich zwei Wellenlängen (also zwei verschiedene Farben), so beeinflussen sie einander nicht und können auch wieder getrennt werden – und doch wählt das Auge eine neue Farbe dafür, weil es die Anteile nicht auseinanderhalten kann. (Das Ohr dagegen ist glücklicherweise zu einer solchen spektralen Zerlegung fähig, andernfalls wäre eine Symphonie nichts als ein Ton von schwankender Höhe und Intensität.)

Diese kurze Aufzählung – man könnte sie noch lange fortsetzen – sollte uns zu einem gesunden Mißtrauen gegenüber unserem Sinneserleben führen. Die Naturwissenschaft hat uns aus einer Perspektive höherer Objektivität gezeigt, daß unsere Sinne nicht geeignet sind, uns ›absolute Realität‹ zugänglich zu machen. Neben der bitteren Enttäuschung, die sie uns damit bescherte, hat sie uns aber auch das Staunen gelehrt. Denn konnten wir – eine perfekte Passung unseres Erkenntnisvermögens auf die Wirklichkeit voraussetzend – noch leicht an eine entsprechende Vorbestimmung glauben, so fällt uns dieser Glaube bei einer nur begrenzten Eignung schwer. Ungern nur möchte man der Schöpfung Nachlässigkeiten oder gar Fehler anlasten. Wie also steht es um unser Erkenntnisvermögen, das einerseits so offensichtliche Mängel aufweist, das uns aber andererseits in die Lage versetzt hat, unsere Vorherrschaft auf diesem Planeten über jeden Zweifel zu erheben? Denn schließlich geht es ja hier nicht um platte optische Täuschungen und dergleichen, sondern um die gewichtige Frage, warum unsere Wahrnehmung und unser Denken so beschaffen sind, daß sie der äußeren Wirklichkeit gerecht werden.

Wie gewinnen wir Erkenntnisse über die Welt?

Es wäre banal, die Antwort auf diese Frage, die uns erst vor wenigen Jahren durch die Evolutionäre Erkenntnistheorie beschieden wurde, zu präsentieren, ohne zuvor (wenigstens in Kürze) zu zeigen, wie sich große Denker über Jahrhunderte damit herumgeplagt haben.

Die wichtigsten Positionen, die zu dieser Fragestellung bezogen wurden, sind die schon in der vorsokratischen Philosophie wurzelnden komplementären Auffassungen des Empirismus (»Alle Erkenntnis stammt aus der Erfahrung«)

und des Rationalismus (»Erkenntnis kann allein durch Denken gewonnen werden«). Neben diesen reinen Formen und gewissen gegenseitigen Zugeständnissen sind in beiden Systemen die ›Angeborenen Ideen‹ ebenso wichtige wie umstrittene Zusätze. Für die Empiristen sind sie allenfalls schädliche Vorurteile, welche die Erkenntnis eher behindern (Francis Bacon, 1620) oder aber ihre Existenz wird bestritten, da alles, was im Verstand sei, seinen Weg durch die Sinne genommen haben müsse (John Locke, 1690) – »außer dem Verstand selbst«, wird dem später entgegengehalten. Im übrigen werden universelle Prinzipien wie etwa die Verknüpfung von Ursache und Wirkung (Kausalität) angenommen (David Hume, 1748). Angeborene Ideen sind für die Rationalisten zum Beispiel die von Gott (Descartes, 1641), der Kausalität; oder der Wahrheiten reiner Mathematik; und Logik; (Gottfried W. Leibniz, 1704).

In beiden Lagern wird häufig die Auffassung vertreten, die offensichtliche Harmonie zwischen den Kategorien von Erkenntnis und Realität sei vorgegeben (›prästabilert‹). Was bedeutet das? Ein Beispiel: Unsere Welt ist lichtdurchflutet. Der Realkategorie ›Bild‹, der Fülle optischer Reize, entspricht die Erkenntniskategorie ›Sehen‹ – mit dem vermittelnden Sinnesorgan ›Auge‹, das bereits Johann Wolfgang Goethe in Anerkennung dieser Entsprechung als ›sonnenhaft‹ beschrieb. Und unsere einleitende herbe Kritik an diesem Auge tut dem Wunderbaren daran ebensowenig Abbruch wie seine Verstehbarkeit. Eine kritische Analyse der Frage nach dieser Harmonie führte zu folgenden Alternativen: Entweder übernehmen wir durch Erfahrung die Kategorien der Natur oder wir nehmen die Natur so wahr, wie unsere vorgegebenen Erkenntniskategorien es bestimmen – was nichts anderes bedeutet, als daß wir die Dinge zu einem gewissen Grad in das Schema unserer Vorurteile pressen (Immanuel Kant, 1783/87).

Den Ursprung dieser Vorurteile (›apriorische Kategorien‹, d.h. ohne Erfahrungsgrundlage von vornherein gegebene Formen der Anschauung) stellt sich Kant zwar als »von der Tätigkeit der Seele« erworben vor, die ihrerseits aber angeborenen »ewigen Gesetzen« folgt.

Es mag respektlos klingen – insbesondere, weil ich Kant nie gelesen habe –, aber im Grunde förderte all das nicht viel entscheidend Neues zutage. Die entscheidende Frage lautete nach wie vor: Ist unsere Befähigung, die Welt erkennend wahrzunehmen, *a priori* gegeben (lat. vom Früheren her: angeboren) oder *a posteriori* erworben (lat. vom Späteren her: erlernt)?

Die Entstehung unserer Erkenntnisstrukturen

Wir tun sicherlich gut daran, in solchen Fällen über Jahrhunderte konkurrierender Extrempositionen einmal den folgenden Gedankengang zu prüfen:

- An beiden Auffassungen muß vieles richtig sein, sonst hätten sie nicht so lange Bestand gehabt.
- Beide müssen aber auch mindestens einen Fehler oder eine offen gelassene Frage beinhalten, andernfalls würden sie ihren Konkurrenten längst verdrängt haben.
- Beide Ansätze scheinen einander (bei der bis dahin gediehenen Einsicht in das Problem) kategorisch auszuschließen.

Nun verbeißt sich unsere sture Entweder/Oder-Logik gern in solch aussichtslose Konflikte: Der letzte Punkt läßt uns folgern, eine Theorie müsse richtig, die andere falsch sein, was aber durch die beiden ersten Punkte mehr oder weniger ausgeschlossen wird.

Oft dauert es dann Jahrzehnte oder gar Jahrhunderte, in denen die großen Denker der Menschheit den Verständnis-Knoten fester und fester zurren, bis schließlich die Zeit reif ist für eine meist einzelne, zentrale Figur, die mit einer ›Gordischen Lösung‹ aufwartet.

Häufig stellt sich dann heraus, daß der Fehler in der Fragestellung oder der Perspektive der Antwortsuchenden gelegen hatte. Und dann wird die Lösung oft in einer Verschmelzung der einst unvereinbar erscheinenden Gegensätze bestehen, deren Synthese rückblickend ebenso einfach und evident wie genial erscheint. Und eben diese Bedeutung kommt für unser Problem (Erkenntnisstrukturen a priori oder a posteriori?) Konrad Lorenz zu.

Er zeigte, ausgehend von der vergleichenden Verhaltensforschung, daß diese Strukturen dem *Individuum* so angeboren sind, wie sie von der *Art* in ungezählten Generationen des Wechselspiels mit der Umwelt erlernt wurden.

Fassen wir zusammen: Über das Beispiel der Wahrnehmungsleistungen des Auges, das sich trotz all seiner Willkür und Schwächen auf erstaunliche Weise an der Welt bewährt hat, kamen wir zu der Frage, wie unsere Sinne und der ›nachgeschaltete‹ Erkenntnisapparat überhaupt befähigt seien, brauchbares und womöglich objektives Wissen über die Wirklichkeit zu erlangen.

Wir stellten fest, daß die Kategorien unserer Wahrnehmungsstrukturen offenbar recht pragmatisch auf diese Wirklichkeit zugeschnitten sind. Diese teilweise Passung ist Resultat eines Lernvorgangs, in dem die *Art a posteriorische* Errungenschaften ihren Individuen *a priori* in die Wiege legt.

Diesem Prozeß steht prinzipiell buchstäblich die gesamte Realität offen, da er über einen kreativen Antrieb verfügt, der beispiellos phantasievoll, unermüdlich, undogmatisch, vorurteilsfrei und neugierig ist: den Zufall. Sein verspieltes Vordringen ins unbekanntes Neuland muß sich aber unaufhörlich den Prüfungen auf Leben und Tod durch alle Instanzen der Wirklichkeit unterziehen. Dieser Vorgang, diese Wechselwirkung von Variation und bewertender Auswahl, von Mutation und Selektion, von Erstmaligkeit und Bestätigung (oder Verwurf) wird ganz allgemein als Evolution (lat. *evolutio*; Entwicklung, Entfaltung) bezeichnet.

Lamarck hat den evolutionären Gedanken in die Biologie getragen, Darwin hat ihn erweitert, systematisiert und mit zahlreichen Belegen zur Lehre von der Entstehung der Arten ausgebaut. Lorenz schließlich transzendierte diese Vorstellungen, indem er die biologische Evolution von einer vornehmlich an der äußeren Form und Gestalt orientierten Perspektive zur Betrachtungsweise universellen Erkenntnisgewinns führte, gipfelnd in der Einsicht: Evolution ist Erkenntnis.

Grenzen des Erkennens

Damit nimmt erstmals eine wissenschaftliche Theorie Stellung zu unserer längst bemerkten Unvollkommenheit. Der Status unserer Wirklichkeits-erkenntnis kann niemals Vollendung und letzte Gewißheit erlangen – wir sind und bleiben ›hypothetische Realisten‹. Diese unausweichliche Einsicht läßt sich sehr schön entwickeln, wenn man die folgenden Beispiele zueinander in Beziehung setzt:

Die bescheidene Ausstattung einer Zecke mit Sinnesorganen und das winzige Fünkchen Bewußtheit, über das sie bestenfalls verfügt, erlauben ihr nur eine geringfügige Teilnahme an der Vielfalt der Wirklichkeit: »Sie besitzt ein Programm, nach welchem sie sich bei Geruch von Buttersäure (Schweißbestandteil, Anm. W.P.) aus dem Gesträuch fallen läßt und beim Berühren eines Objektes von 37°C den Saugstachel einbohrt« [RIEDL, 1982:86]. Die Vorstellung eines sich nähernden Säugetieres; die innere Repräsentation des Raumes, in dem sich dieses Ziel bewegt, oder irgendwelche Begriffe für diese Sachverhalte – all das übersteigt den Horizont einer Zecke bei weitem. »Der größte Teil des Lebens einer Zecke wird mit dem Warten auf den Reiz verbracht, der ihr Futter- und Paarungsverhalten auslöst. Man hat Zecken beobachtet, die über zwanzig Jahre lang auf ihre Mahlzeit gewartet haben. (...) Eine Zecke kann nur auf Buttersäure oder ähnliches warten, wir aber auf Godot, also auf symbolische Wirklichkeiten, die in einer imaginären Zukunft

oder Vergangenheit frei beweglich sind« [FRASER,1987:143]. Nichtsdestotrotz haben sich diese Plagegeister sehr dauerhaft in der Welt eingerichtet, was beweist, daß ihr ›Weltbild‹ – so dürftig es uns auch erscheinen mag – eine bewährte Hypothese über die Realität darstellt. Und *bewährt* hat durchaus etwas mit *Wahrheit* zu tun: »Ein verlässlicheres Programm, mit dem Sensorium einer Zecke zu definieren, was ein Landsäuger sei, ist schlechthin nicht denkbar« [RIEDL,1982:86].

Betrachten wir nun ein Tier, das haushoch über der Zecke steht: Ein Frosch, dessen Augen im Kaulquappenstadium um 180 Grad gedreht wurden, erwischt mit seiner Katapult-Zunge kein einziges Insekt, vielmehr wird er – bis er verhungert – präzise um immer den gleichen Winkel daneben zielen [MATURANA/VARELA,1984:137ff]. Da also auch der Frosch offensichtlich außerstande ist, innerhalb eines gedanklichen Modells seiner Umwelt zu operieren; da er das Gesehene und den ausbleibenden Jagderfolg nicht in Beziehung setzen und daraus lernen kann, ziehen wir den Schluß, daß auch sein Aufnahmevermögen für die Wirklichkeit äußerst begrenzt ist. Und auch »ein Hahn, der sich vor einem glasperlenbestückten Fellbündel mehr fürchtet als vor einem ausgestopften Wiesel, sieht in der objektiv gleichen Situation ganz offensichtlich nicht dasselbe wie wir« [V. DITFURTH,1981:186].

Würden all diese Tiere zum Philosophieren neigen, so fände ein jedes etliche bemitleidenswerte Wesen, auf die sich verächtlich hinabblicken ließe. »Wir sehen die Zecke, und wir sehen den Hahn, und wir erkennen in beiden Fällen die Hoffnungslosigkeit der Distanz, die beide Lebewesen von der 'Wahrheit der Welt' trennt. (...) Von unserem eigenen Standpunkt aus schrumpft der Abstand zwischen beiden Organismen bis zur Bedeutungslosigkeit. (...) Aber auch die Ebene, von der aus wir die Lage von Zecke und Hahn (...) begutachten, ist nicht die letzte, nicht die endgültig maßgebliche« [ebd.:187]. Die Naturwissenschaft lehrt uns, indem sie das Geflecht unserer Hypothesen über die Welt systematisiert, daß die dem Menschen verfügbaren Anschauungsformen ebenfalls schmerzlich begrenzt sind, und daß sie sich überdies im einzelnen als willkürlich und zum Teil als schlicht falsch erweisen: »Dieses Wissen unterscheidet uns von allen übrigen Lebewesen auf der Erde. Es ist der einzige Zipfel der Wahrheit, den wir in die Hand bekommen haben. *Die Welt, so wie sie ist, bleibt auch uns endgültig unerreichbar*« [ebd.:189, Kursivierung W.P.]. Genau betrachtet ist es irreführend, diesbezüglich von den Mängeln unserer Anschauung zu sprechen. Solange wir nicht imstande sind, das Universum unmittelbar zu erfahren – was immer das heißen mag –, müssen wir eben mit einer Beschreibung (durch unsere Sinne), einer Metapher (der Sprache), einem abstrakten Modell (unsere Ideen) vorlieb nehmen. Und

genauso, wie wir einen Restaurant-›Geheimtip‹ erst dann einigermaßen richtig einschätzen können, wenn uns der Geschmack des Empfehlenden vertraut ist, so gilt auch: »Eine Beschreibung des Universums bedarf einer Beschreibung des 'Beschreibers'« [VON FOERSTER in MATURANA/VARELA,1984:13] – und so fort. Letzte Objektivität bleibt damit unerreichbar.

Angesichts dieses prinzipiellen Unvermögens müssen wir aber keineswegs den Mut sinken lassen, denn es bleibt uns unbenommen, die Wirklichkeit auf ähnliche Weise zu beschreiben, wie es ein Gedicht mit einer Blume tut: recht unbeholfen, bildhafte Bezüge herstellend, nie alle Aspekte erfassend, und doch getrieben von einem leidenschaftlichen Bedürfnis – das Gedicht ist nicht die Blume, aber es wird ihr ein klein wenig gerecht. Über die Unfertigkeit des Menschen selbst hinaus müssen wir davon ausgehen, daß auch die menschliche Metapher für die Wirklichkeit von verzweifelter Armseligkeit ist, und mit dieser Einsicht sollten wir uns auf etwas mehr Bescheidenheit, Toleranz und Zurückhaltung besinnen.

Desungeachtet stellt sich als nächstes die Frage, ob die Welt denn überhaupt irgendwelche objektiven Qualitäten aufweist. Wie wir noch sehen werden, führt die Suche nach irgendwelchen absoluten Grundlagen stets in die Bodenlosigkeit. Erkennendes Subjekt und erkennbares Objekt – zwei künstliche Begriffe, die durch ihre Isolation nur bedingt brauchbar sind. Erst in der evolutionären Wechselwirkung erschaffen sich diese beiden Teilaspekte gegenseitig. So besagt eine noch weitergehende Absage an die Objektivität, daß man »das Phänomen des Erkennens nicht so auffassen kann, als gäbe es 'Tatsachen' und Objekte da draußen, die man nur aufzugreifen und in den Kopf hineinzutun habe. (...) Die Erfahrung von jedem Ding 'da draußen' wird auf eine spezifische Weise durch die menschliche Struktur konfiguriert, welche 'das Ding', das in der Beschreibung entsteht, erst möglich macht. Diese Zirkularität, diese Verkettung von Handlung und Erfahrung, diese Untrennbarkeit einer bestimmten Art zu sein von der Art, wie die Welt uns erscheint, sagt uns, daß *jeder Akt des Erkennens eine Welt hervorbringt*« [MATURANA/VARELA,1984:31]. Damit löst sich endlich auch das Ideal der Objektivität selbst in Wohlgefallen auf. Diese ungeheure Feststellung wird noch näher zu begründen sein. Wir sparen uns weitere Überlegungen zu prinzipiellen Grenzen möglicher Erkenntnis aber für später auf. Zunächst versuchen wir eine Standortbestimmung.

Der Sprung aus dem Zeitrafferfilm der kosmischen Entwicklung zu uns selbst, seinem Betrachter, ließ uns danach fragen, wie und wie weit das Bewußtsein an jener enormen Wirklichkeit teilzunehmen fähig ist. Die Einsicht, daß die Fähigkeit dazu Folge der gemeinsamen Evolution beider – Wirklichkeit und

Bewußtsein – ist, lenkt unsere Aufmerksamkeit im folgenden auf die Eigenarten evolutionärer Prozesse. Wir werden sehen, wie dabei die Verständnisschwierigkeiten in unseren Vorstellungen von Ursachen und Erwartungen von Sinn kulminieren. Schließlich bringt uns das zu den beiden Autoritäten, die – ihrem Selbstverständnis folgend – für diese zwei Fragen verantwortlich zeichnen: Naturwissenschaft und Religion. Wenden wir uns nun aber von den prinzipiellen Grenzen zu den Möglichkeiten des evolutionären Lernprozesses.

Anpassung und Lernen im evolutionären Prozeß

Es kann hier nicht darum gehen, eine hieb- und stichfeste Beweisführung der Abstammungsgeschichte des Menschen zu präsentieren. Wer sich bislang erfolgreich gegen die Lehre von der Entstehung der Arten immunisiert hat, dessen weltanschauliche Panzerung muß von einer solchen Zähigkeit sein, daß schon der Versuch des Argumentierens müßig erscheint. Ich möchte mich daher der lohnenderen Aufgabe zuwenden, das Universelle des zugrundeliegenden Prinzips hervorzuheben.

Bemühen wir dazu ein simples Gleichnis, das schnell mit dem Unsinn vom »Überleben der Stärksten« (der ebenso reißerischen wie falschen Übersetzung von Darwins »survival of the fittest« aufräumt, genauso wie mit der Überbetonung des Kämpferischen im Dasein: Die Rede soll sein vom *Feuerzeug*. Nicht nur von dem handlichen, kleinen Plastikding, wie wir es heute kennen, sondern von jedem formgewordenen Prinzip, Feuer zu entfachen. Die archaischen Methoden, bei denen etwa ein Stock in trockener Rinde bis zum Entflammen der Späne gequirlet wird, erlangten allmählich größere Zuverlässigkeit, wurden schneller, verfügbarer und handlicher. Zum Beispiel dadurch, daß man dem uralten Feuerstein ein Reibrad und einen Tank mit leicht entzündlicher Flüssigkeit beifügte.

Unglaublich komplexe Randbedingungen führten in der jüngeren Vergangenheit dazu, daß das nachfüllbare Benzinfeuerzeug aus verchromtem Messing durch ein billiges Wegwerfgebilde aus Plastik verdrängt worden ist. Dieser triumphale Siegeszug vollzog sich in Anbetracht der gewaltigen »Population« alter Bauweise und deren ausgezeichneter Bewährtheit in einem sensationell kurzen Zeitraum. Dennoch ist nie beobachtet worden, daß ein Benzinfeuerzeug von einem Gasfeuerzeug gefressen oder erschlagen worden wäre, wie es die abenteuerlichen Theorien eines falsch verstandenen Daseinskampfes unterstellen. Es ist noch nicht einmal so, daß die sich schließlich durchsetzende Variante in irgendeinem funktionalen oder gar

moralischen Sinne auf lange Sicht »besser« sein müßte als die unterlegene. Was zählt, ist hier nur die gewaltige Vermehrungsrate, durch die konkurrierende Arten gewissermaßen »verdünnt« werden. Ausschlaggebend dafür sind Entwicklungen in der chemischen und kunststoffverarbeitenden Industrie, die einerseits leicht zu verflüssigende, ungiftige, brennbare Gase, andererseits bestechend rationelle Verfahren zur Herstellung von Massenprodukten bereitstellen. Neben der weidlichen Ausschöpfung dieser Möglichkeiten – der Angepaßtheit an die Ressourcen seiner Umwelt – hat das Einwegfeuerzeug aber wie gesagt keine wirklichen Vorteile, im Gegenteil ist es auf Dauer ja weitaus teurer. Das Gute hat also neben dem Besseren auch wirklich üble Feinde... In unserem Fall: Eine Kultur, die an austauschbarem, unpersönlichem Ramsch mehr Freude zu haben glaubt als an Dauerhaftem, das durch Gebrauchsspuren noch aufgewertet wird. Eine Gesellschaft, die meint, sich das hemmungslose Wegwerfen leisten zu können. Und ein Konsumverhalten, das von wühltischflankierten Supermarkt-Kassenschlangen geprägt ist. Dieser unguete Beigeschmack läßt uns ahnen, daß folgende Feststellungen nicht nur für die biologische Entwicklung gelten: »Wir können nicht einmal behaupten, daß Fitness über lange Zeiten stets gesteigert werde, da sie keine intrinsische (von innen kommende; Anm. W.P.) Qualität eines Individuums oder einer Art ist, sondern kontingent von einer Unzahl selbst sich wandelnder Bedingungen abhängt. (...) Was einmal war, ist nicht allein schon minderwertig, weil es nicht mehr ist. Das Nachgeborensein ist noch kein Gütesiegel; das immer Neuere ist nur sehr zeitbezogen im Vergleich zum eben letzten Stadium 'besser'. Die lange Ahnenreihe adelt nicht in der Natur« [MARKL,1986:43f].

Sie sehen schon, wohin so ein banales Thema führen kann. Die ganze Welt wirkt auf dieses kleine Ding, und umgekehrt wirkt das kleine Ding auf die ganze Welt zurück. Man muß nicht mehr die Bäume kennen, von denen die beste Rinde zum Feuermachen stammt, man muß auch kein Benzin mehr bereithalten für den regelmäßigen Ritus des Nachfüllens. Die Gewöhnung an die Geringwertigkeit leistet der Gedankenlosigkeit Vorschub: Das Feuerzeug wird irgendwo vergessen, oder man steckt das eines Anderen ein. Zu »guter« letzt bedrückt es uns nicht einmal mehr, etwas wegzuwerfen, was völlig intakt ist, woran nur die Nachfüllöffnung wegverfortschrittlicht wurde. Und schließlich hat der Preisverfall die Ersatzbeschaffung zu einer Bagatelle werden lassen. Dieser unscheinbare Massenartikel arbeitet also heftig an der Umgestaltung seiner Umwelt, genau wie es schon die primitiven Einzeller des Erdalters getan haben, indem sie die Zusammensetzung der gesamten Atmosphäre von Grund auf umwandelten. Und genau wie diese kann er dadurch seine eigene grandiose Anpassung wieder vollends zunichte machen,

beispielsweise durch die Reaktion seiner Benutzer auf die Müllberge, zu denen er beiträgt. Auch solche Eigentore gehören zu diesem Spiel.

Die Evolution, diese sich den Erfordernissen anschmiegende Dynamik ist niemals eine Einbahnstraße. Immer muß die Wechselwirkung, die *Koevolution* von betrachtetem Objekt und seiner Umwelt erfaßt werden. Und selbst diese Betrachtung ist nur eine Annäherung an die Wirklichkeit: Tatsächlich evolviert alles als Ganzes. Das willkürliche Herauslösen aus diesem Prozeß, das den Begriff ›Objekt‹ überhaupt erst schafft, ist den begrenzten Strukturen unseres Erkenntnisvermögens zwar durchaus förderlich, birgt aber auch die Gefahr hartnäckiger Mißverständnisse. »Die Natur hat keine 'Teile'. Sie werden lediglich von menschlichen Systemen der Klassifizierung bestimmt« [WATTS,1975:86]. Wir werden auf diese Schwierigkeiten zurückkommen.

Aber unser entwicklungsgeschichtliches Gleichnis kann uns noch einige weitere Charakteristika der Evolution vor Augen führen. So etwa die des Nischendaseins. Das Unikum des elektrischen Zigarettenanzünders behauptet sich in der ökologischen Nische ›Auto‹ souverän, andernorts ist er chancenlos. Es ist der ›Standortvorteil‹ der Verfügbarkeit starker Ströme aus der Autobatterie, der eine solche Ausnahme lebensfähig macht. Die weitgehende Beherrschung dieses Lebensraumes, die Beschränkung auf ihn mündet in die totale Abhängigkeit: Sollte aus welchem Grund auch immer der Individualverkehr abgeschafft werden, so stirbt auch der elektrische Zigarettenanzünder schlagartig aus.

Das eben doch nicht völlig verschwundene Benzinfeuerzeug hat seine Restbestände in etwas weniger scharf definierte Nischen hinübergerettet. Der Hang zum Soliden, Beständigen spielt dabei eine Rolle, ebenso Nostalgie und Sammelleidenschaft. Gewisse Auswüchse solcher Antriebe dokumentieren, daß die Evolution nicht unbedingt besonders sparsam vorgeht und sich im Gegenteil bisweilen erheblichen Luxus leistet. Auch erweist sich bei dieser Art der Nischenexistenz, daß Außenseiter bei Umweltveränderungen womöglich begünstigt sein können: Man stelle sich eine gesellschaftliche Entwicklung vor, die Auto und Plastik verteufelt. Unser Außenseiter genösse darin eine triumphale Renaissance. Daraus ist die Lehre zu ziehen, daß nicht einsame Spitzenleistungen in Sachen Anpassung, sondern ganz entscheidend die Vielfalt des Genpools, also der verfügbaren Baupläne, langfristiges Überleben unter wechselhaften Bedingungen sichern hilft.

Außerordentlich wichtig ist weiterhin der Umstand, daß die Evolution nicht methodisch, sondern funktional orientiert ist, d.h. jeder Lösungsansatz kann zum Zuge kommen, unabhängig davon, welches Prinzip er verkörpert. Der Mensch widersetzt sich meist diesem Gedanken, indem er einen einseitig

geschulten Experten auf ein Problem ansetzt. Nicht immer ist es so leicht einzusehen wie im Fall des Feuerzeugs, daß hier Kunsthandwerker, Physiker, Maschinenbauer, Chemiker, Designer oder Betriebswirtschaftler völlig unterschiedliche, aber durchaus erfolgreiche Wege gehen würden.

Richtig verstandene Evolution beschränkt niemals ihr Repertoire aufgrund von Voreingenommenheit oder beschränktem Horizont, sondern einzig aus praktischen Erfordernissen. Sie traut sich, vieles auszuprobieren, weil sie sich nicht darum kümmern muß, wenn jemand über ihre unkonventionellen Versuche lacht. So kommt es zu der enormen Artenvielfalt der Feuermacher unter Ausnutzung verschiedenster Methoden: Neben den genannten (Reibungshitze, Funkenschlagen, Glühdraht) wären da der Schlagbolzen, der die chemische Ladung einer Patrone zündet; ein Hohlspiegel oder Brennglas im Sonnenlicht; ein Laser- oder Partikelstrahl; das Gasgemisch im Dieselmotor, das sich durch rasche Verdichtung bis zur Explosion erhitzt; oder ein piezoelektrischer Kristall, der bei mechanischem Druck einen Hochspannungsfunken abgibt und so das Feuerzeuggas entzündet. Die Liste ließe sich noch lange fortsetzen.

Diese Betrachtung gemahnt zur Vorsicht beim Umgang mit dem Begriff der ›Anpassung‹: Sie ist auf so vielgestaltige Weise möglich, daß eine vergleichende Bewertung meist sinnlos ist. Selbst die allgemeinere Formulierung einer »Notwendigkeit zur Verträglichkeit mit dem System« bedarf des Hinweises auf die Beidseitigkeit. Ein drastisches Beispiel, auf das wir noch mehrfach zurückkommen werden, sind archaische, höchst primitive Ur-Einzeller, die mit ihrem für damalige Verhältnisse mörderischen Stoffwechselprodukt, dem Sauerstoff, Systemschädlinge von katastrophaler Bedeutung darstellten. Den Rahmenbedingungen, die diese allerersten Umweltverschmutzer setzten, hat sich in der Folge die gesamte Biosphäre und fast alles Leben gefügt. Ist dieser ›Sieg‹ des mikrobischen David gegen den globalen Goliath auch eher die Ausnahme, so zeigt er doch, daß wir nur dann sinnvoll von Anpassung sprechen, wenn wir uns auf die ungebrochene Entwicklungsfähigkeit des Gesamtsystems beziehen. Die willkürlich gezogene Trennungslinie zwischen irgend etwas und dem verbleibendem Rest (›Objekt‹ und ›Umwelt‹) erweist sich für das Verständnis der Evolution – und wie wir sehen werden, immer wieder: von der Religion bis zur Atomphysik – als zwar notwendige, aber überaus verfängliche Hilfskonstruktion.

Nun machen wir eine perspektivische Kehrtwendung und fragen uns, wodurch die Aussage ›Evolution ist Erkenntnis‹ rechtfertigt wird. Versetzen wir uns in die Lage eines Außerirdischen, dem ein solches Feuerzeug ohne weitere Zusatzinformation in die Hände fällt. Er wird unerwartet viel über uns, unsere

Umwelt und Lebensweise herausfinden. Er erhält Anhaltspunkte über unsere Greiforgane und deren Kraft, kann Vermutungen über unsere Größe anstellen und präzise Aussagen über unsere technologischen Fähigkeiten machen. Die Funktionsweise sagt ihm etwas über Zusammensetzung, Druck und Temperatur der Erdatmosphäre. Farbe, Design und Werbeaufdruck sind Beweise für unsere Sehkraft und unsere Beherrschung einer symbolischen Sprache. Wenn Sie etwas länger darüber nachdenken, fällt Ihnen noch eine Fülle überraschender Informationen ein, die sich aus dem Feuerzeug ableiten lassen. Dieser kleine Gegenstand hat Erkenntnisse über seine Welt gesammelt, andernfalls wäre er ausgestorben, ohne etwa zum Objekt dieses Beispiels zu werden. Er verkörpert Erkenntnis – auch wenn er sich dessen nicht bewußt ist. Die Weiterentwicklung eines technischen Gegenstandes im Wechselspiel von Ideen, Wünschen, Fähigkeiten, Mitteln und Begrenzungen ist uns leicht nachvollziehbar, selbst wenn es uns erstaunen mag, welche vielschichtige Abhängigkeiten nach kurzem Nachdenken offenbar werden. Der springende Punkt ist dabei, daß sich ein totes Objekt unter dem freien menschlichen Willen formt. Unser Ursachenverständnis klickt und rattert zuversichtlich und darf voller Befriedigung sogleich Daseinsgrund und Zweck des Feuerzeugs auseinandersortieren.

Was aber, wenn uns dieser qualitative Abstand fehlt? Wenn wir nicht deutlich über dem Objekt unseres Interesses stehen? Wenn schließlich dieses evolvierende Objekt gar unser freier Wille selbst ist? Instinktiv spüren wir, daß auch hier irgendeine Form von Kreativität im Spiel sein muß. Allerlei unbefriedigende philosophische Konzepte wurden ersonnen, um diese Schöpfungskraft einem göttlichen Plan oder dem blinden Zufall zuzuschreiben. Unser Bedürfnis nach Sinn wird dabei auf ein ungewisses Jenseits vertröstet, oder es erhält noch im Diesseits eine vernichtende Absage. Es zeigt sich, daß unser Modell der Ursachen und Zwecke uns in hoffnungslose Konfusion stürzt. Denn weder werden wir einen Grund finden, aus dem der allererste Evolutionsschritt angestoßen wurde, noch ist mit einem Triumphbogen zu rechnen, der nach einigen Milliarden Jahren den planmäßigen Zieleinlauf zu überspannen hat.

Es scheint, als erforderte gerade diese Vorstellung von Ursachen und Zwecken genauere Betrachtung. Aristoteles benannte vier unterschiedlich geartete Ursachen: Zunächst bedarf es eines Antriebes, einer Energie (*causa efficiens*). Diese bringt etwas Stoffliches (*causa materialis*) in eine Form (*causa formalis*), und führt es so seinem Zweck (*causa finalis*) zu. Auf den ersten Blick scheint diese lineare Kette sehr einleuchtend. Aber bereits ein triviales Beispiel bringt die gefährlich vereinfachte Vorstellung ins Wanken.

Die Unentwirrbarkeit von Ursache und Wirkung

Gewiß haben Sie einmal bei einer öffentlichen Veranstaltung ein markerschütterndes Pfeifen aus den Lautsprechern vernommen, das dann irgendwer sogleich fachmännisch als ›Rückkopplung‹ entlarvte. Überlegen wir zunächst, was dabei vorgeht. Eine Beschallungsanlage besteht im einfachsten Fall aus Mikrophon, Verstärker und Lautsprecher. Die Membran des Mikrophones wird durch die auftreffenden Schallwellen in Schwingung versetzt – in Vertretung unseres Trommelfelles sozusagen. Dieses feine Zittern übersetzt man nun durch einen verschiedener in Frage kommender physikalischer Effekte in eine elektrische Spannung. (Dies hat einzig den Grund, daß sich schnell ändernde Signale auf elektrischem Wege besonders präzise und elegant zu verarbeiten sind. Ansonsten spricht nichts gegen einen hydraulischen Verstärker oder etwa ein Hebelwerk, was einem HiFi-Freund eher bizarr anmuten dürfte. Es sei aber beiläufig daran erinnert, daß gerade derlei Mechanik für die *high fidelity* unseres Ohres zuständig ist: Das knöcherne Dreigespann Hammer, Amboß und Steigbügel überträgt die Bewegung des Trommelfells auf den sich anschließenden hydraulischen Signalpfad der Schnecke.) Wir haben uns aber für die elektronische Lösung entschieden und überlassen es einem Gerät, das ohne bewegliche Teile auskommt, die winzige vom Mikrophon abgegebene Leistung vieltausendfach zu verstärken. Sie ist damit in die Lage versetzt, die ungleich größere Membran des Lautsprechers mit kräftigem Hub anzutreiben, beispielsweise auf elektromagnetischem Wege. Etwas langatmig haben wir uns so eine Übertragungsstrecke in Erinnerung gerufen, die im Grunde äußerst einfach reagiert: Tippen wir sacht mit dem Finger auf das Mikrophon, so wird die geringfügige Auslenkung seiner Membran lautsprecherseitig eine maßstäblich vergrößerte Bewegung, und damit einen lauten Knall zur Folge haben.

Unser linear-kausales Erkenntnisconcept gerät dadurch nicht in Verlegenheit, sondern sieht sich einmal mehr bestätigt: Vorwärts betrachtet konfrontieren wir die Wirkungskette mit einer Ursache (dem Antippen), die am anderen Ende eine Wirkung (den Knall) hervorbringt. Rückwärts aufgefaßt können wir sagen, um einen Zweck zu erfüllen, sei eine Handlung erfolgt. Und doch beschreibt beides den gleichen Sachverhalt. Diese zwei Perspektiven bilden, auch zeitlich gesehen, ein komplementäres Paar: Wirkt eine Ursache auf Zukünftiges hin, so wirkt ein angestrebter (also zukünftiger) Zweck in die Gegenwart zurück. Unser Ursachenverständnis empfindet somit ›Ursachen‹ als eine Quelle von Aktion, und demgegenüber ›Zwecke‹ als etwas, das diese Aktion auf sich zieht.

Was aber, wenn das System *selbstbezüglich* wird, wenn Rückkopplung einsetzt? Praktisch bedeutet das, die Wirkungen brechen in den Bereich der Ursachen ein und schließen dadurch die Wirkungskette zum Wirkungskreis. In unserem Beispiel tritt dieser Fall ein, wenn die Verstärkung hoch genug wird; sei es durch exzessive Lautstärke, sei es durch geringen Abstand zwischen Mikrofon und Lautsprecher. Dann geschieht vereinfacht gesagt folgendes: Der Knall wird, nachdem er diese Distanz überbrückt hat, die bereits im Ausschwingen begriffene Membran des Mikrophons erreichen. War der Abstand und damit die akustische Laufzeit so bemessen, daß dieser erneute Anstoß dem augenblicklichen Bewegungszustand in seiner Erlahmung stützend (›gleichphasig‹) unter die Arme greift, dann schaukelt sich dieser Vorgang zyklisch auf – eben wie bei einer Schaukel, die immer im richtigen Moment einen kleinen Schubs erhält. Das spielt sich hier aber einige tausend Mal je Sekunde ab, weshalb wir keine Folge von Donnerschlägen, sondern ein schrilles Pfeifen hören.

So weit, so gut. Unser Wirkungskreis wird jetzt von einer Schwingung durchpulst. Nur – was ist jetzt Ursache, was ist Wirkung? Die Aufspaltung dieser Begriffe hat ihren Sinn verloren; wir jedoch sind unfähig, sie als Einheit zu empfinden. Unsere Wahrnehmung unterliegt der Begrenzung, stets nur isolierte Stränge des Wirkungsgeflechts der Realität erfassen zu können. Erst diese aus dem Zusammenhang gelösten Wirkungsketten verführen uns zu der Überzeugung, Ursachen und Wirkungen müßten immer eindeutig begrifflich und zeitlich trennbar sein und sich auf einen Zweck zubewegen.

Die Crux dabei ist nun aber, daß eine nicht in sich geschlossene Kette einen Anfang und ein Ende haben *muß*, denn bekanntermaßen kommen wir ja mit der Vorstellung von Unendlichkeit auch nicht zurecht. Ohne diese Verankerung jedoch fühlen wir uns trostlos sinnentleert, ausgeliefert und ohne jede Orientierung. Denn den Sinn von irgend etwas begreifen wir darin, daß wir dieses Etwas auf seine Beziehungen abfragen, die es zum größeren Zusammenhang unterhält, in den es eingebettet ist. Und wenn wir so über den Sinn des Lebens, oder besser: den Sinn *allen* Daseins nachdenken, uns also bereits im größten denkbaren Zusammenhang befinden, dann fehlt uns der rettende Haken für das letzte Kettenglied – für den Anfang gilt entsprechendes. Also zwingt die westliche Welt den Einen herbei, dessen Ursache und Herkunft nicht weiter hinterfragt werden dürfen, den Schöpfer, von dem die erste Ursache ausgeht, und der gleichermaßen Garant ist für den Endzweck, den Sinn – wobei übersehen wird, daß die Logik, die diese Erwartung trägt, ein zutiefst fragwürdiges Produkt unserer unzulässig vereinfachenden Wahrnehmungsstrukturen ist.

Ohne jede Spur von Fatalismus können wir sagen, daß das, was wir alltäglich mit ›Sinn‹ meinen, in dieser Form eine reine Erfindung ist, ein naives Bild unseres bescheidenen Verstandes, das wir nun der wirklichen Welt überstülpen wollen. Kein Wunder, wenn das vorne und hinten nicht so recht passen will. Ich glaube, religiöse Erleuchtung hat auf irgendeine Weise damit zu tun, daß man gleichsam verinnerlicht, wie sich offene Enden nahtlos ineinander fügen; wie die wunderbare Entfaltung des Daseins einfach sich selbst genügen kann.

Natürlich geht es hier nicht darum, Gott auf diese Weise als bloße Sinnestäuschung abzutun. Schon allein die Universalität und die Beständigkeit der Idee von Gott sollten vor solcher Anmaßung zurückschrecken lassen. Haben wir aber einmal die evolutionäre Entwicklung des menschlichen Geistes erkannt, dann wird klar, daß nicht gerade wir an deren Endpunkt stehen. Der Geist des *homo sapiens* (›weiser Mensch‹, wie wir uns zu nennen lieben), ist ein gerade aufglimmendes Fünkchen, und natürlich unterliegen die Ideen dieses Geistes genauso einer Evolution. Ganz gewiß hat sich die Vorstellung vom Göttlichen seit der Steinzeit völlig gewandelt, ohne daß ihre Wertigkeit davon irgendwie berührt worden wäre. Da wir auch heute alles andere als ›vollendet‹ sind; da – wie wir gesehen haben – unsere Wirklichkeitserkenntnis arg zu wünschen übrig läßt, darum können wir unsere Werte, unsere Ideen (auch die von Gott) nicht endgültig und für alle Ewigkeit festschreiben. Das bedeutete eine unerträgliche Arroganz gegenüber der Zukunft. Vor dem Hintergrund dieser Rechtfertigung muß das Nachdenken über Gottesbilder erlaubt sein. Einzige Bedingung: Diese Gedanken dürfen sich nicht dogmatisch abkapseln, sondern haben sich der Evolution in der Gedankenwelt zu stellen. Sonst dürfen wir sie getrost vergessen.

Wir haben gesehen, daß unser Ursachenverständnis mit der komplexen Realität nur zurechtkommt, indem es sie in kleine, leichtverdauliche Stücke mit vermeintlich eindeutiger Wirkungsrichtung zergliedert. Ein hübsches Beispiel für deren Oberflächlichkeit ist der Münzautomat: Er ist »eines unter tausend exekutiven Fadenstücken im Netzwerk unserer Zivilisation, und er verdankt sogar seine ganze Existenz lediglich dem Zusammentreffen von Hartgeld, Technologie, Gewinn- und Naschsucht in derselben. Damit wird auch die Rückwirkung der Ausgabe auf den Einwurf sichtbar. Über die Ursachenketten von Prosperität, Wirtschaftswachstum und Inflation wirkt die Schokolade stets zurück auf die Größe der einzuwerfenden Münze. *Der Schilling kann überhaupt nur dann auf die Schokolade wirken, wenn diese auf den Schilling zurückwirkt.* Im Kasten verläuft zwar eine exekutive Kette. Der Kasten selbst

aber hängt in einem fast unentwirrbaren Gespinnst funktioneller Ursachenkreise« [RIEDL,1982:136f; 1988:171, Kursivierung W.P.].

Wenigstens bei solchen banalen Sachverhalten gelingt es noch, die Bruchstücke unserer Ursachenanalyse in das oben genannte aristotelische Schema zu zwängen. Wird die Thematik jedoch schwieriger, so scheint beim Zerschneiden des Netzes etwas Grundsätzliches verloren zu gehen. Beunruhigt hängen wir die herausgetrennten Stücke dann zwischen notdürftig erfundenen ›absoluten Ursachen‹ und ›endgültigen Zwecken‹ auf. Unser unentwegt praktiziertes grobes Sezieren subtiler Zusammenhänge wirft ja bereits bei einfachen Kreisprozessen erhebliche Verständnisschwierigkeiten auf, wie die redensartige Konfusion bezüglich der Reihenfolge des Erscheinens von Henne und Ei beweist.

Doch ist unser Leben ja keineswegs nur *Wahrnehmung*, sondern in hohem Maße – insbesondere durch unsere Technologie – ein unablässiges massives *Eingreifen* in mehr schlecht als recht verstandene dynamische Systeme. Da die Diskussion der dabei zwangsläufig auftretenden Probleme unseren Gedanken-gang drastisch illustriert, sei dieser knappe Exkurs gestattet, zumal wir später darauf zurückgreifen werden. Wir wollen uns diesem heiklen Eingriff in Prozeßnetze mit der Betrachtung von Regelkreisen nähern.

Illustrierender Exkurs: Regelkreise

Eine einfache Regelung bildet ein Fahrzeuglenker, der seinen Wagen bei Seitenwind in der Spur hält. Bei mäßigem Wind läßt der Fahrer es nur zu kleinen Richtungsfehlern kommen, die er linear in Lenkbewegungen umsetzt und so seine Position unverzüglich wieder korrigiert. Doch schon eine plötzliche Bö löst im gleichen System ein völlig anderes Regelverhalten aus: Aufgrund des Reaktionsverzuges (der ›Schrecksekunde‹, in der Systemtheorie sinnigerweise ›Totzeit‹ genannt) nimmt die Regelabweichung sehr schnell bedrohliche Ausmaße an. Diese Regelabweichung ist die Differenz zwischen dem Sollwert (der Fahrspur) und dem Istwert (der sich unheilvoll auf Leitplanke oder Straßengraben zubewegt). Diese Differenz ist maßgeblich für unseren regelnden Eingriff. War sie gerade eben noch geringfügig, so steuerte der Fahrer maßvoll entgegen. Doch nimmt sie abrupt gefährliche Größenordnungen an, dann erfolgt gewöhnlich eine Überreaktion: Das Steuer wird herumgerissen und der Wagen schießt nun auf der anderen Seite über sein Ziel (die richtige Fahrspur) hinaus, bevor die heftige Lenkbewegung wieder neutralisiert werden kann. Glücklicherweise erweist sich der Mensch dabei als durchaus lernfähig, sei es durch Schleudertraining oder einfach durch Routine.

Allerdings gibt es dafür drei Bedingungen, die in unserem Beispiel hinlänglich erfüllt sind:

- Linearität: Störung und Eingriff müssen proportional auf den Systemzustand einwirken, also: ›Doppelte Ursache, doppelte Wirkung‹.
- Trägheitslosigkeit: Das System muß auf Störgröße und Korrektur unmittelbar, also ohne nennenswerte zeitliche Verzögerung reagieren.
- Niedrige Komplexität: Die Zahl der beteiligten Einflußgrößen muß überschaubar gering sein. Zudem sollen diese Einwirkungen voneinander unabhängig sein.

Unter diesen Voraussetzungen ist der Mensch der Aufgabe leidlich gewachsen. Betrachten wir nun zwei Fälle, in denen diese Bedingungen teilweise verletzt werden.

Die Nichtlinearität widersetzt sich schon in einfachen Situationen recht hartnäckig menschlichem Einfühlungsvermögen. Vielleicht kennen Sie das Computerspiel ›Mondlandung‹, bei dem es gilt, durch Ein- und Ausschalten der Bremsraketen (bei begrenztem Brennstoffvorrat) eine Landefähre sanft aufzusetzen. Das nichtlineare Verhalten besteht darin, daß der zurückgelegte Weg sich quadratisch zur Zeit verhält, wenn konstante Beschleunigung (Mondschwerkraft) bzw. konstante Verzögerung (Bremschub) wirken. Salopp gesagt: ›Doppelte Ursache, vierfache Wirkung‹. Sie werden eine stattliche Anzahl solcher Raumfahrten verbraucht haben, bis es Ihnen gelungen ist, die Besatzung heil abzusetzen.

Fast unlösbar wird das Problem, wenn die Charakteristik ›steiler als quadratisch‹ ist, beispielsweise bei exponentiellen Abhängigkeiten, wie sie vielen natürlichen Wachstumsvorgängen zugrunde liegen. Unser Traum von der souveränen Beherrschung solcher Systeme zerplatzt wie eine Seifenblase. Die zweite Bedingung, die der Trägheitslosigkeit, war bisher sogar noch erfüllt: Was wir auch tun, es passiert sofort etwas. Betrachten wir nun ein zwar lineares, aber träges System: Einen Raum, dessen Heizkörper mit einem gewöhnlichen Ventil ausgestattet ist – also nicht mit einem Thermostaten, denn dessen Rolle soll ein Mensch spielen. Friert dieser, so wird er das Ventil bis zum Anschlag aufdrehen. Schließlich möchte er es schnell warm haben. Trotzdem geschieht zunächst – besonders in einigen Metern Entfernung – überhaupt nichts. Wärmetransport benötigt eben Zeit. Doch langsam kommt die Luftzirkulation in Gang. Irgendwann verspürt der Mensch Behaglichkeit und dreht die Heizung zurück. Das beeindruckt den inzwischen überhitzten Heizkörper freilich wenig; er gibt fleißig weiter Wärme ab, bis der schließlich ins Unangenehme kletternden Temperatur durch ein aufgerissenes Fenster

begegnet werden muß. Ganz allgemein tun wir uns dabei um so schwerer, je länger die Totzeit ist, während der wir ja keine Reaktion auf unseren Eingriff feststellen. Diese Verzögerung macht ein Gegensteuern bereits lange vor Erreichen des Zieles erforderlich.

Die genannten Beispiele sind Alltagssituationen – die Mondlandung natürlich nur als Simulation. Wir haben in der Regel ausgiebig Gelegenheit, uns darin zu üben. Wir werden ein Leben lang eher schlecht als recht dabei abschneiden; werden die Nerven anderer Verkehrsteilnehmer strapazieren, etliche Raumschiffe havarieren lassen, eine Menge Energie zum Fenster hinaus verheizen, und dergleichen mehr. Aber über kurz oder lang entwickeln wir doch ein gewisses ›Gefühl‹ für alltägliche Systeme. Also ein Grund mehr, die offensichtliche Schwerfälligkeit diesen Systemen anzulasten, statt unserer bestürzenden Unfähigkeit, ihrer Herr zu werden.

Bei alledem sind wir aber immer noch auf einer geradezu unnatürlich trivialen Ebene – eine Einfachheit, wie sie fast nur in den menschengemachten Teilen der Wirklichkeit vorkommen. In der Natur sind meist viel mehr Faktoren miteinander zu Wirkungsnetzen verwoben. Und selbst das ist noch eine vereinfachende Hilfskonstruktion, hinter der sich ein stetiges Wirkungs-*kontinuum* verbirgt. Aber auch im Rahmen künstlicher Systeme können wir den Grad der Komplexität noch gewaltig steigern. Mit etwas Phantasie fällt Ihnen sicher ein Beispiel für einen nichtlinearen, totzeitbehafteten Fall ein. Es gibt auch noch andere Typen von Nichtlinearität, etwa das plötzliche Umkippen in einen anderen Zustand bei Überschreitung eines Schwellwertes. Denken Sie sich zu unserem ersten Beispiel noch eine nasse Fahrbahn und Randbedingungen, die dem ›Aquadplaning‹ nahekommen, so wird bei den anfänglich kleinen Lenkbewegungen ein völlig anderes Gesamtverhalten zu erwarten sein als bei einer starken Störung. Darüber hinaus läßt sich natürlich auch durch Rückkopplungen der Schwierigkeitsgrad beliebig steigern.

Und jetzt versuchen Sie einmal den riesigen gedanklichen Sprung zu großtechnischen, ökologischen oder sozialen Systemen, die nicht einmal wirklich voneinander getrennt betrachtet werden können, und die aus einem verfilzten Konglomerat unzähliger geschachtelter Regelkreise aller Art bestehen – gelingt Ihnen dieser Schritt ohne eine gewisse Beklemmung? Damit von den prinzipiellen Schwierigkeiten beim Umgang mit komplexen dynamischen Systemen zurück zu unseren Vorstellungen von Ursache und Sinn.

Ursachen und Zwecke: Konzepte auf Bewährung

Zwar können wir nicht heraus aus unserer Haut, sind aber doch in einigen Fällen immerhin intellektuell in der Lage zu erkennen, wo unsere Vorstellungen in die Irre leiten, und so lohnt es sich gewiß, die Hintergründe unserer eigentümlichen Ursachenauffassung noch etwas genauer zu betrachten. Versuchen wir, etwas scheinbar so Selbstverständliches wie den Begriff ›Ursache‹ anhand eines zunächst sonderbar erscheinenden Beispiels zu durchleuchten.

Frei nach Aristoteles (der vom Häuserbauen sprach) werden wir uns einen Stuhl zimmern. Die Antriebsursachen wären dann Geld, Arbeitskraft, Werkzeuge, Maschinen und Energie. Ähnlich grundlegend ist die Frage des Baumaterials, die *causa materialis*. Die Freiheit der Auswahl ist enorm: Daß für den Möbelbau gasförmige und flüssige Stoffe und sogar immaterielle Kraftfelder benutzt werden könnten, dringt wohl gar nicht erst ins Bewußtsein. Es bleibt immer noch eine Fülle von Festkörpern wie Holz, Metall, Stein, Glas, Kunststoff, Leder, aber auch Eis oder Diamant übrig.

Spätestens jetzt macht ein Regelwerk von Randbedingungen seinen Einfluß geltend, das wir Formursache, oder wieder mit Aristoteles *causa formalis* nennen wollen. Im engeren Sinne denken wir dabei sofort an Anatomie des Stuhlbesitzers, Ästhetik, Ergonomie, Statik und so weiter.

Die letzte Ursache, die des Zweckes (*causa finalis*) liegt im Bedürfnis nach Entspannung und Entlastung des Körpers.

Soweit erscheint diese vierfache Unterteilung als unmittelbar natürlich und evident. Betrachten wir nun aber die bislang außer Acht gelassenen Abhängigkeiten. Beispielsweise stehen Formbedingungen und Material in enger Wechselbeziehung. Einerseits bestimmt das Material die Form entscheidend mit (ein steinerner Thron wird wenig Ähnlichkeit haben mit einem Camping-Klappstuhl aus dünnen Metallprofilen und Segeltuch), andererseits wählen umgekehrt die formalen Gründe mögliche Materialien aus. Das gilt im gerade genannten Beispiel ebenso, wie für den Lieferanten des Baustoffes Holz: Die Struktur eines Baumes ›wählt‹ aus einsichtigen Gründen eben nicht die schwammige Zellmasse eines Pilzes. Und immer, wenn eine Form und ein Material eine gute Ehe eingegangen sind – Kriterium ist die resultierende Stabilität der Liaison –, dann steht damit ein neues Standard-Material zur Verfügung, das die Vielfalt der Welt bereichert. Im gleichen Atemzug differenzieren sich auch ihre Formbedingungen, denen sich die Neubildung wieder unterwirft, und so fort. Diese einschränkende Auswahl läßt sich bis in atomare Dimensionen herab verfolgen: Wir verstehen noch leidlich,

auf welche Art und Anzahl von Bausteinen ein Atomkern zurückgreift, um seiner Formbedingung, der Stabilität zu genügen. Aber schon eine Stufe tiefer begibt sich unser Erkenntnisvermögen aufs Glatteis. Apropos Eis: Es sind natürlich auch wieder die Gründe der Form im weiteren Sinne, die uns keinen Gedanken an diese Substanz als Konstruktionswerkstoff für ein Sitzmöbel verschwenden lassen. Der Zweck des wohlbefindlichen Entspannens wirkt über unsere Anatomie zusammen mit der formalen Randbedingung üblicher Temperaturen dahingehend, daß wir uns gegen kurze Brauchbarkeitsdauer, Schmelzwasserpfüten und chronische Blasenleiden entscheiden.

Das Zusammenwirken sehr vieler Formbedingungen hat das Leben auf unserem Planeten veranlaßt, ausschließlich auf organische Kohlenstoffverbindungen zu bauen. Das ist dem Verstand zugänglich. Warum jedoch der allergrößte Rahmen, das Universum im Anfang zu den Quarks als allerkleinsten Bausteinen greift, das wiederum führt unsere Denkstrukturen in den Treibsand.

Führen wir die Bilder von Glatteis und Treibsand zusammen: Streuen wir etwas von dem Sand auf das Eis, um wieder festen Stand zu gewinnen! Abermals ringen wir mit der Unfähigkeit zur Synthese zweier gegenläufiger Vorstellungen. Die Quantenphysik lehrt uns, daß jedes (subatomare) Teilchen aus allen andern besteht [DAVIES,1986:73], daß die Naturgesetze sich so, wie wir sie (teilweise) kennen, erst aus dieser Ganzheit ergeben, und daß die sogenannten Konstanten in jenen Gesetzen nur Indikatoren unserer mangelhaften Einsicht in diesen Zusammenhang darstellen [CAPRA,1975:288]. Könnten wir diese Erkenntnisse verinnerlichen, so würden die Aspekte von Form und Material für uns verschmelzen. Wir finden uns in einer Welt, die aus dem schemenhaften Geschwirr subatomarer Partikel Schicht um Schicht aufsteigt über Atome und Moleküle bis hin zu den Dingen, die wir *begreifen*, *erfassen* und *einsehen* können, also dem, was üblicherweise als Umwelt im engeren Sinne, als Alltagsrealität empfunden wird. Nähern wir uns dieser Ebene von der anderen Seite, so steigen wir vom komplementären Extrem eines unfaßbar weiten Kosmos herab über die gigantischen Strukturen der Galaxien, unser fast schon erfahrbares Sonnensystem (Raumsonden ›fahren‹ ja bereits auf seinen Rand zu), die Erde, schließlich das System unserer Biosphäre, in dem wir nur eine von zahllosen Komponenten darstellen.

Die Formbedingungen auf jeder Ebene der Wirklichkeit erwachsen letztlich aus dem ganzheitlichen Universum, so wie die Materialien in jeder Schicht von der Summe der formalen Bedingungen bestimmt werden. Und beides zusammen, die Materialien und die Formen sind dieses Universum, von dem sie bestimmt werden. So finden wir uns staunend in einem Kosmos, der sich

selbst und all seine Gesetze definiert. Sehr schön hat Nikolai Hartmann das formuliert: »Von Schicht zu Schicht, über jeden Einschnitt hinweg, finden wir dasselbe Verhältnis des Aufruhens, der Bedingtheit 'von unten her', und doch zugleich der Selbständigkeit des Aufruhenden in seiner Eigengeformtheit und Eigengesetzlichkeit. Dieses Verhältnis ist die eigentliche Einheit der realen Welt« [in FISCHER,1987:223].

Im Fall des Stuhles haben wir ein selbstverständliches Gefühl für die Wechselwirkungen von Material und Form, sofern wir uns auf solche der unseren eng benachbarten Ebenen in der Schichtenhierarchie beschränken. Sogar unser ästhetisches Empfinden paßt sich den möglichen Kombinationen in gewisser Weise an. Sobald sich aber der analytische Verstand einschaltet, um solche Fragen außerhalb seiner alltäglichen Zuständigkeiten zu ergründen, zerfällt der Zusammenhang.

Noch weitaus deutlicher wird das Bedürfnis nach einer Synthese bei dem Begriffspaar der Antriebe und der Zwecke. In unserer Sprache wird der Antriebsaspekt meist mit der Ursache schlechthin gleichgesetzt. Es offenbart sich darin die Denkrichtung unseres Kulturkreises: der Reduktionismus. Er erklärt jedes Ding, jeden Vorgang aus den Eigenschaften der Bestandteile und führt schließlich, bestätigt durch den phänomenalen Erfolg der von ihm getragenen Naturwissenschaft der letzten 300 Jahre, alles auf Kräfte und Energien zurück. In der Tat ist diese Methode in der Welt der Dinge sehr brauchbar, wenn man ihre Prämissen nicht vergißt. Für Erscheinungen, die ihren Ursprung in der Komplexität haben, wie Leben und Bewußtsein, ist sie zwar durchaus nützlich, auf sich allein gestellt aber völlig unzureichend.

Demgegenüber lassen die westlichen Geisteswissenschaften und insbesondere die Religionen nur das dazu komplementäre Diktat der Zwecke gelten. Nach Definition des obersten aller Zwecke hat sich der Kosmos auf wundersame Weise zu fügen und ihm bis ins kleinste Detail zu dienen. Erklärt wird durch diese Konvention im Grunde nichts, und man läßt sich die gedankliche Zumutung einer Wirkung auf, die vom zukünftigen Ziel rückwärts durch die Zeit auf Gegenwart und Vergangenheit gerichtet ist.

Joseph Needham nennt das unentschlossene Schwanken zwischen diesen entgegengesetzten Vorstellungen die »eigentümliche europäische Schizophrenie«. Auch Rupert Riedl [1982:123-181] kritisiert dieses Dilemma und wirft schließlich den Geisteswissenschaften Unnatürlichkeit, den Naturwissenschaften Geistlosigkeit vor. Aber nicht nur unser Verstand, auch die Intuition verläßt uns hier weitaus früher als im Falle der Verflechtungen vom Form und Material. Gerade das begriffliche Zergliedern in Antriebe und Zwecke erschwert unsere Einsicht in evolutionäre Prozesse so außerordentlich. Dienen

nicht die Elementarkräfte der Stabilität der Atome, dem Zusammenhalt der Materie? Sind nicht Pflanzen auf die Idee verfallen, Blüten hervorzubringen um Insekten anzulocken? Haben nicht Fische Flossen zum Zwecke des Schwimmens entwickelt? Ist nicht das menschliche Gehirn und mit ihm das Bewußtsein entstanden, um zu erkennen, was ist? Wenn das Universum nicht eine Laune des Zufalls ist, so muß es doch einen Sinn haben?

Da wir aber keinen Mechanismus kennen, der diese geheimnisvolle Zweckgerichtetheit aus der Zukunft erklären könnte, muß diese Funktion durch einen metaphysischen Weltenlenker besetzt werden, der sich definitionsgemäß dem menschlichen Verständnis entzieht. Damit ist zwar eine gewisse gefühlsmäßige Geborgenheit sichergestellt, aber unser Intellekt, der bei wirklich ganzheitlicher Sehweise unseres Selbst das gleiche Recht auf Befriedung hat, müßte eigentlich Frustration verspüren.

Und hier vollzieht sich der Bruch der Wahrheit, hier trennen sich zwei Wanderer nach langem gemeinsamen Aufstieg auf dem beschwerlichem Pfad der Erkenntnis. Der Blick auf den geheimnisumwitterten Gipfel ist nach wie vor durch dichte Wolken der Unwissenheit verhüllt. In dieser Situation stellt sich der erste Wanderer selbst einen Zaun in den Weg und bringt ein Schild »Kein Zutritt!« an. Davor bleibt er ehrfurchtsvoll stehen, während sein Gefährte – in der Annahme, die Kenntnis des leichter erreichbaren Bergfundaments erlaube den logischen Schluß auf den Gipfel – sich talwärts wendet.

Das Unbehagen, das sich beim Beobachter einstellen mag, rührt wohl daher, daß der erste, der nun »religiös« zu nennende Wanderer durch seine unnatürliche Grenzziehung fahrlässig auf Erkenntnis verzichtet und sich mit tastender Intuition und reiner Phantasie bescheidet. Das ist bedauerlich, »denn wenn etwas wirklich ist, so ist es sinnvoll, danach zu fragen, wie es werden konnte. Nur unmäßige Hybris könnte erwarten oder versprechen, daß diese Fragen alle Antworten finden werden. Doch ist solche berechnete Skepsis kein Anlaß, sie nicht zu stellen« [MARKL,1986:34]. Unser Kulturkreis folgt seit zweieinhalbtausend Jahren faktisch dem zweiten, dem »naturwissenschaftlich« gewordenen Wanderer auf seinem Abstieg – und tut dies natürlich wieder frei von jeder Bescheidenheit und Umsicht. Längst ist der Gipfel, der Berg in seiner Gesamtheit, vergessen, gelten nur noch die Steine und schließlich die Sandkörner vor unseren Füßen als wirklich. Nach dem langen Weg hinab, der uns gerade in den letzten zwei, drei Jahrhunderten einen ungeheuren Schatz an Faktenwissen erschlossen hat, ist unsere Aufmerksamkeit nun auf den feinsten Staub gerichtet – aber im schwindenden Licht der Abgründe, in die unsere Wanderung inzwischen geführt hat, verschwimmt er vor unseren Augen zu

Schemen, die fast alles in Frage stellen, dessen wir uns sicher glaubten. Es sind dies Aspekte der modernen Physik, auf die wir in einem späteren Kapitel eingehen werden. Die entzweiten Wanderer würden ihren Weg vielleicht gern wieder gemeinsam fortsetzen, jetzt, da ihnen dämmert, daß sie alleine nicht recht voran kommen. Offenbar schämen sie sich aber ein bißchen, weil sie allzu vorbehaltlos an den eigenen Weg geglaubt und den des anderen verhöhnt hatten... Im übrigen: lange Trennung kann schwer entfremden.

Ist diese Entfremdung aus evolutionärer Sicht verständlich, vielleicht zwangsläufig, und – wichtiger noch – ist sie überwindbar? Zur Beantwortung dieser Frage müssen wir weit ausholen, jedoch lasse ich meine Zuversicht vom Ende dieses Buches bis hierher durchschimmern.

Zunächst versuchen wir, unser Ursachenverständnis aus seiner evolutionären Entstehungsgeschichte weiter zu ergründen. Dann wollen wir uns ansehen, was die beiden Wanderer von ihrem Weg zu berichten haben, welches Bild vom Dasein sie zeichnen. Doch an dieser Stelle ist sicher eine Rekapitulation unseres Gedankenganges angebracht.

Über unsere begrifflichen Schwierigkeiten beim Übergang von Wirkungsketten auf Kreisprozesse (Was ist Ursache, was Wirkung?) gelangten wir zu der Einsicht, daß beide Betrachtungsweisen lediglich mehr oder weniger brauchbare Annäherungen an die Realität eines Wirkungskontinuums sind, vor dessen Komplexität unsere Wahrnehmungsstrukturen kapitulieren. Die uns unterlaufene Vereinfachung, das vernetzte Geschehen als lineare Aneinanderreihung von Ursachen und Wirkungen zu beschreiben, prägte in gleicher Weise die Schöpfungsmythen wie unsere fixierten Sinnerwartungen, trug dazu bei, unser Weltbild in ein materialistisches und ein idealistisches zu spalten, und läßt prekäre Fehlleistungen im Umgang mit unseren gesellschaftlichen, technologischen und ökologischen Systemen zu, die mehr und mehr die Züge kollektiven Selbstmordes anzunehmen beginnen. Wie konnte es dazu kommen?

Die gefährliche Antiquiertheit der Ursachenvorstellung

Versuchen wir wieder, anhand des Stuhles schrittweise vorzugehen. Zunächst einmal die gar nicht so dumme Frage: Woher wissen wir, daß ein Stuhl ein Stuhl ist? Bei näherer Betrachtung zeigt sich, daß unser Erkenntnisapparat, um zu diesem Schluß zu kommen, die im vergangenen Abschnitt zerlegten Ursachenaspekte durchaus integriert anzuwenden weiß. Die Bandbreite dessen, was wir ohne Bedenken als Stuhl identifizieren können, ist enorm – und doch ohne ein universell angebbares verbindendes Merkmal: Die möglichen

Materialien kamen schon zur Sprache, die Formenvielfalt reicht vom funktionellen Melkschemel bis zum merkwürdigen Designermodell. Zahl und Gestalt der Beine sind nahezu beliebig und entfallen beim Sitz eines Kettenkarussells sogar völlig. Dazu kann eine maßstäbliche Verzerrung kommen, beispielsweise bei Spielzeug oder Denkmälern. Schließlich kann sogar die Funktion negiert werden, wie beim ›Fettstuhl‹ von Joseph Beuys, es kann eine Reduktion auf zwei Dimensionen durch eine bildhafte Darstellung stattfinden.

Am wenigsten verbildet ist dieser unmittelbare Zugang wohl bei Kindern. Frederic Vester hat in anderem Zusammenhang erfreulicherweise zum gleichen Gegenstand gegriffen, und gibt auf unsere Frage nach dem Stuhl die kindliche Antwort wieder: »Ein Stuhl ist, wenn man drauf sitzen kann«. Er sieht die Qualität dieser ›operationalen‹ Beschreibung in ihrem Bezug zur Umwelt, in der Verbindung von Vorgängen und Möglichkeiten. Gewiß ist diese Definition nicht allumfassend, aber gemessen an ihrer Kürze ist sie wohl unschlagbar. Erst in der Schule »beginnt ein grauenhafter geistiger Verarmungsprozeß« [VESTER,1975:102]: Der Stuhl wird zum Möbel kategorisiert und auf den Begriff reduziert. Gefragt ist jetzt das leblose Einordnen nach Merkmalen.

Die eigentliche Erkenntnisleistung besteht darin, unbewußt den beobachteten Komplex von Form und Material mit dem vermuteten Zweck spontan zu der Einsicht zu verdichten, daß wir es in jedem der genannten Fälle mit einem Stuhl zu tun haben. Der Schritt von den rohen Sinnesdaten zu diesem Endergebnis wird dabei von Hilfsprogrammen unseres Wahrnehmungsapparates vollzogen, die unermüdlich eine ›Rechenleistung‹ bewältigen, welche einem Vielfachen unseres bewußten Denkens entsprechen dürfte. Mit den primären Prozessen unserer Datenverarbeitung haben wir uns im Zusammenhang mit dem Auge bereits kurz beschäftigt: ›Rauschunterdrückung‹ und ›Farbkonstanz‹ waren zwei dieser Funktionen. Eine komplexere Ebene der Verarbeitung ist die Erkennung von spezifischen Reizkonstellationen. Wir sehen die Welt nicht wie eine Videokamera als unbewertetes Punktraster, sondern kategorisiert in für unsere Lebensbereiche typische Strukturelemente; etwa Linien, Kanten und Flächen einschließlich ihrer Orientierungen und Bewegungszustände. So gibt es im Sehzentrum Bereiche, die beispielsweise auf linienhafte Eindrücke ganz bestimmter Bewegungsrichtung selektiv ansprechen, während sie für alles Andersartige weitgehend blind sind [PÖPPEL,1985:140].

Offensichtlich werden diese Kategorien zu einem entscheidenden Anteil im Säuglingsalter installiert: Im Tierversuch zeigt sich, daß Katzen, die ihre ersten sechs Lebenswochen in einer vollständig senkrecht gestreiften Umgebung

zubringen, bei anschließendem Umzug in eine quergestreifte Welt ohne jede Orientierung umhertorkeln: Zur Ausbildung einer passenden Wahrnehmungskategorie ist es nicht gekommen, da kein Bedarf danach bestanden hatte [VESTER,1975:33]. Auch für erheblich komplexere Reizkonstellationen gibt es spezialisierte Gehirnzonen: exklusiv für Gesichter beispielsweise scheint ein solcher Bereich reserviert zu sein [PÖPPEL,1985:142].

Wir folgen weiter der aufsteigenden Hierarchie in der Verarbeitung von Sinneseindrücken, die uns irgendwann beispielsweise etwas über die Stuhlhaftigkeit eines fraglichen Objektes sagen soll. Neben den elementaren Funktionen, die teilweise noch in den Sinnesorganen selbst lokalisiert sind und dort korrigierend und filternd wirken, um uns vor der anbrandenden Reizflut zu bewahren, lernten wir beispielhaft einige höhere Mechanismen kennen, die sich mit speziellen Reizmustern befassen.

Hier wäre noch zu unterstreichen, wie enorm schnell und effizient diese Routinearbeit erledigt wird. Ein Computer, der uns an schier arithmetischer Rechenleistung millionenfach überlegen ist, benötigt gegenüber dem Menschen ein Vielfaches an Zeit, wenn es um das visuelle Erkennen komplizierter Muster geht. Die Spezialisierung auf häufige, bedeutsame oder lebenswichtige Reizkategorien, die diesen Geschwindigkeitsvorteil ermöglicht, wird mit Abstrichen bei Flexibilität und Allgemeingültigkeit erkaufte. Wir sollten es unserem Wahrnehmungsapparat daher nicht ankreiden, wenn er sich hin und wieder beispielsweise durch die berüchtigten optischen Täuschungen narren läßt. Registrierte einer unserer frühmenschlichen Vorfahren bei der Nahrungssuche in seiner heimatlichen Savanne plötzlich im Augenwinkel eine verdächtige Bewegung, die eine ebenfalls hungrige Großkatze hätte signalisieren können, so mußte er in erster Linie prompt reagieren. Die Wichtigkeit einer ausführlichen und bedingungslos korrekten Analyse des Gesehenen tritt dagegen weit in den Hintergrund. Für unseren Alltag heute gilt oftmals im Grunde das gleiche, wobei aber der unmittelbare Selektionsdruck gewichen ist.

Nun gibt es – wiederum eine Ebene darüber – weitere, abstraktere Methoden, mit denen wir die solchermaßen vorläufig gebändigten Datenströme aus der Umwelt für uns nutzbar machen. Um es gleich vorauszuschicken: Nachdem bereits von Anfang an eine Menge Kosmetik und Zensur an der objektiven Information betrieben wurde, nimmt es nicht Wunder, wenn nun im folgenden bei der Interpretation und Steigerung des Bedeutungsgehaltes (durch Bewerten und Einordnen anhand unserer Erfahrung), wenn also an dieser kritischen Schaltstelle unmittelbar vor der Bewußtwerdung eines Sachverhaltes sich gelegentlich Fehler von komischen bis hin zu tragischen Dimensionen

einschleichen. Die Methoden, von denen hier die Rede ist, umfassen ein Repertoire von Schlußregeln, die Konrad Lorenz unsere »angeborenen Lehrmeister« genannt hat.

Bei den grundlegendsten dieser Programme stoßen wir wieder auf Immanuel Kants apriorische Kategorien. Die Rede ist von unserer Interpretation des Kosmos als eines unendlichen Raum bereitstellenden Gefäßes. Diese zunächst völlige Leere spannt ihre drei Dimensionen als Bühne auf, die sich stellenweise mit etwas Materie verziert. Dieses kolossale Arrangement hat nun die merkwürdige Eigenschaft, sich unbeirrbar mit der Geschwindigkeit »Ein Tag pro Tag« [DAVIES,1986:172] in der Zeit voranzuschieben. Oder – was auf dasselbe hinausläuft – die Zeit selbst bewegt sich gemäß dem berühmten Satz von Isaac Newton: »Die absolute, wahre und mathematische Zeit verfließt an sich und vermöge ihrer Natur gleichförmig, und ohne Beziehung auf irgend einen äußeren Gegenstand«. Mit dem Raum hat diese wundersame Zeit nur eines gemeinsam: das Fehlen von Begrenzungen. Während der Raum aber über drei Achsen verfügt, hat die Zeit deren nur eine. Und wo uns der Raum völlige Freizügigkeit gewährt, unterwirft uns die Zeit einem eisernen Diktat von Richtung und Tempo, und mißt uns in jedem Moment nur die unendliche Kürze zwischen Zukünftigem und Vergangenen zu: die Gegenwart.

So unsinnig diese Zeitvorstellung auch sein mag (das zeigt uns schon die Nichtanwendbarkeit unserer Bewegungsbegriffe, die ja nichts anderes ausdrücken als zeitliche Bezüge. Die oben genannte »Geschwindigkeit« ist somit ein sinnloser Rückbezug der Zeit auf sich selbst), so sehr sind wir auf dieses Schema fixiert. So selbstverständlich, natürlich und offenkundig ist es uns, daß die erschütterndste Konsequenz von Einsteins Relativitätstheorie wohl darin liegt, daß sie so ziemlich alle »selbstverständlichen« Vorstellungen von Raum und Zeit zertrümmert hat. Wir werden dies als Station in einem Eildurchgang durch die Geschichte der Naturwissenschaften noch zu verdeutlichen haben.

Die Pfeiler unserer Vernunft, jene vorbewußten Instinkte, bilden eine überaus effiziente Anleitung zum Kennenlernen der Welt – wären sie es nicht, so bevölkerten wir nur noch die lange Liste ausgestorbener Arten. Was aber bedeutet »Effizienz« für ein genetisch weitgehend vorbereitetes Werkzeug, das der Vernunft – als deren Grundlage – nicht zugänglich ist? Wenn wir, wie oben schon anklang, berechtigterweise vom evolutionären Ursprung dieses ererbten »Weltbildapparates« ausgehen, so folgt daraus, daß er seit einigen zehntausend Jahren im wesentlichen unverändert ist. Das soll nicht heißen, daß seitdem die genetische Entwicklung des Menschen völlig zum Erliegen gekommen wäre, jedoch sank sie neben seiner rasanten kulturellen Entwicklung in die

Bedeutungslosigkeit ab. Wenn wir also wissen wollen, was unsere Vernunft anleitet, so müssen wir uns in die Lage unserer steinzeitlichen Ahnen zurückversetzen.

Der Cro-Magnon-Mensch (und das sind wir heute wie vor 100.000 Jahren) begann seine Karriere als Jäger und Sammler mit einer kleinen, auf weit verstreute Horden verteilten Gesamtpopulation. Die gänzlich unbedeutende Nebenrolle, die der einzelne und die »Gesellschaft« in der Natur spielten, war nie eine taugliche Vorbereitung dafür, ganz groß ins Rampenlicht zu treten. Mit Lampenfieber und demütiger Zurückhaltung hatte das nichts zu tun, es war nur Ausdruck schlichter Geringfügigkeit. Man war es gewohnt, sich als kleiner Komparse allerlei Schnitzer erlauben zu können, ohne daß es überhaupt auffiel. Die eigenen lokalen Eingriffe in die Umwelt waren stets vernachlässigbar geblieben – daß man Auslöser irgendwelcher weitreichenden Auswirkungen sein könnte, war schlechterdings unvorstellbar. Heute dagegen kann sich jeder Fehler des »Hauptdarstellers« nun höchst unheilvoll auswirken.

Die Bandbreite damals bedeutsamen Fehlverhaltens beschränkte sich folglich einerseits auf das Vernachlässigen unmittelbarer persönlicher Überlebensinteressen, andererseits – und nicht minder fatal – auf die Beeinträchtigung der relativen Sicherheit des Gruppenverbandes. Diesbezügliches Verschulden wurde in aller Regel derart prompt und drastisch geahndet, daß die Lektion nachhaltige, d.h. genetische Verankerung fand. Das Stammesgesetz formte sich, und mit ihm das Bedürfnis, »es durch eine mythische Erklärung zu begründen und ihm dadurch Herrschaftsgewalt zu verleihen. Wir sind die Nachfahren dieser Menschen. Von ihnen haben wir zweifellos das Bedürfnis nach einer Erklärung geerbt – jene Angst, die uns zwingt, den Sinn des Daseins zu erforschen. Diese Angst ist die Schöpferin aller Mythen, aller Religionen, aller Philosophien und selbst der Wissenschaft« [MONOD,1970:146]. Ungeachtet des wachsenden moralischen und intellektuellen Anspruchs dieser Konstruktionen konserviert der genetische Unterbau Eigenschaften wie weitgehende Ignoranz globaler Zusammenhänge, aber eine strenge Gruppenloyalität, die nicht selten groteske Ausmaße annimmt. Zahllose Beispiele belegen, wie Treue, Humanität und gesunder Menschenverstand durch fehlgeleitete Gruppenzwänge pervertieren. Kurz: der eng gesteckte Rahmen dessen, was als relevante Umwelt empfunden wurde, schulte den Menschen für einfache, überschaubare, lineare Zusammenhänge ohne Neben-, Rück- und Wechselwirkungen. Innerhalb jenes kleinen Ausschnittes bewährte sich dieses Modell auch glänzend, da die winzige Einflußnahme des frühen Menschen eben einfach keine komplexeren Wirkungsnetze aufspannte. In der heutigen Welt erweist es sich mehr und mehr als tödlicher Irrglaube, davon

auszugehen, ein Ereignis habe eine direkte, unmittelbare Ursache, und umgekehrt, jede Ursache führe eindeutig ein Ereignis herbei.

Ein weiterer Mangel, der uns aus dieser Epoche anhaftet, ist unsere Unfähigkeit zu langfristiger Planung. Die Erfindung der Landwirtschaft dehnte den überschauten Zeitraum auf gerade eben ein Jahr aus; in Jahrzehnten zu denken, oder gar über die eigene Lebensspanne hinaus, bereitet uns größte Schwierigkeiten, wenn wir überhaupt darauf verfallen. Das ist bei der Bewältigung der Bevölkerungs-, Ressourcen- und Umweltprobleme ebenso hinderlich wie unsere Anschauungsnot beim Umgang mit großen Zahlen, die heute im Gegensatz zur Steinzeit ein unverzichtbares Element unserer Wirklichkeitssicht bilden. Hofstadter widmet diesem »Annumerismus« ein sehr beachtenswertes Essay, in dem er ihn als ähnlich verhängnisvoll wie den Analphabetismus entlarvt [1985:123-143].

Fassen wir die bisher besprochenen Konzepte unseres »ratiomorphen Apparates« kurz zusammen (so wird er gelegentlich wegen seiner vernunftartigen Wirkungsweise genannt): Wir unterliegen der objektiv falschen (aber ziemlich unschädlichen) Illusion, in einer Welt aus drei räumlichen und einer davon getrennten zeitlichen Dimension zu leben. Weiter setzen wir voraus, daß jedem Ereignis eine lineare Kausalitätskette zugrunde liegt, d.h., es wird eindeutig verursacht und erfüllt einen Zweck. Die Linearität drückt dabei dreierlei aus:

- erstens bleiben Rückkopplungen – wie am Lautsprecherbeispiel gesehen – unanschaulich, wenn nicht gar unverstanden,
- zweitens werden Wechselwirkungen zwischen verschiedenen Kausalketten ignoriert (deswegen verstehen wir Waldsterben, Ozonloch, Wohlstandskriminalität und Krebs so langsam), und
- drittens wird eine maßstäbliche und unverzögerte Abhängigkeit unterstellt; die exponentielle Dynamik von Wachstumsvorgängen oder kritische Schwellwerte entziehen sich unserer Anschauung (was den Menschen für Heizungsregelungen, Mondlandungen oder Probleme globaler Dimension disqualifiziert).

Wir finden uns in der mißlichen Lage von Schülern, die jahrelang nur die Grundrechenarten gepaukt haben; denen noch schwindlig ist, weil sie dann binnen einer Woche die gesamte Arithmetik und Trigonometrie durchzunehmen hatten, und die nun fast ohne jede Vorbereitung ihr Examen in Infinitesimalrechnung bestehen müssen. Eines allerdings mag erstaunen: Zusammen mit den Grundrechenarten ist uns ausgerechnet die Statistik in Fleisch und Blut übergegangen. Der ratiomorphen Apparat ist im Grunde

genommen ein großartiges System von Wahrscheinlichkeits-Hypothesen. All unsere Erfahrung ist letztlich mit statistischen Methoden aus der Wirklichkeit extrahiert – ganz gleich, wie unbeliebt der bewußte Umgang mit diesen Verfahren auch sein mag. Die Notwendigkeit dafür folgt einfach daraus, daß sich Dinge und Situationen niemals exakt wiederholen. Stets gilt es, mit Ähnlichkeiten und Wahrscheinlichkeiten zu operieren. Wir können diese grundlegenden Annahmen dann am besten studieren, wenn sie uns fehlleiten – in aller Regel haben wir nur dann eine Chance, ihrer überhaupt bewußt zu werden. Dann aber fühlen wir uns sehr rasch dem Wahnsinn nahe – das gehört zu den Erfolgsrezepten der sadistisch-voyeuristischen Unterhaltungsendungen, die ihre genasführten Opfer mit versteckter Kamera filmen. Betrachten wir einige Beispiele für das Versagen dieser Schlußregeln:

- Wir verlassen uns fest darauf, daß aus einer ein oder wenige Male beobachteten Kausalitätskette immer wieder dasselbe hervorgeht, wenn wir nur die gleichen Bedingungen noch einmal schaffen. Ein in unseren Augen groteskes Beispiel ist der »Cargo-Kult« mancher Südsee-Insulaner: »Während des Krieges sahen sie, wie Flugzeuge mit vielen brauchbaren Gütern landeten, und nun möchten sie, daß das wieder geschieht. So sind sie übereingekommen, Landebahnen anzulegen, seitlich der Landebahnen Leuchtfeuer anzuzünden, eine Hütte aus Holz zu bauen, in der jemand mit einem hölzernen Apparat sitzt, der wie ein Kopfhörer aussieht und in dem Bambusstöcke als Antennen stecken – das ist der Fluglotse –, und sie warten darauf, daß die Flugzeuge landen« [FEYNMAN,1985:451]. In diesem Fall beruht die Frustration des ausbleibenden Resultates darauf, daß die »Ähnlichkeit« der Ursachen in einem unglaublich naiven Rahmen verstanden wird. Aber auch bei durchschauten deterministischen Zusammenhängen kann trotz höchster Präzision bei der Wiederholung aller Voraussetzungen ein völlig unerwartetes Verhalten zutage treten. Dies ist der Fall bei sogenannten chaotischen Systemzuständen, auf die wir später noch zu sprechen kommen.
- Beachtlich ist auch unser Drang, Ereignisse – und seien sie auch noch so zusammenhanglos – in kausale Beziehung zueinander zu bringen. Das kann zu beliebigem Aberglauben führen, nicht nur bei Menschen. So wird von Ratten berichtet, denen Nahrung vorenthalten wird, wenn sie sich ihrem Napf geradewegs nähern; die aber bei etwas verzögerter Ankunft mit Futter belohnt werden. Nach einigen Fehlversuchen ergibt sich diese entscheidende Verspätung etwa durch ziellos neugieriges Herumschnuppern, woraufhin das überraschend erfolgreiche Verhalten (»Sprungproressionen oder Pirouetten«) – obgleich völlig zufälligen Ursprungs – getreulich wiederholt

wird. Man kann »die frappierende Ähnlichkeit mit gewissen menschlichen Zwangshandlungen nicht übersehen, die auf dem Aberglauben beruhen, sie seien zur Beschwichtigung oder Günstigstimmung einer höheren Macht notwendig« [WATZLAWICK,1976:60]. Schon eine einzige Koinzidenz zweier Ereignisse läßt uns oft fest an ihren ursächlichen Zusammenhang glauben.

- Ein ganz anderer Sachverhalt: Schildert man uns Lisa als junge, intelligente, ledige Frau mit Interesse an Philosophie und Engagement gegen Rassendiskriminierung und soziale Ungerechtigkeit, so halten die meisten Menschen die Aussage »Linda ist Bankangestellte und aktive Feministin« für sehr viel wahrscheinlicher als die Annahme »Linda ist Bankangestellte« [GARDNER,1985:389]. Natürlich ist das grob unlogisch, da im ersten Fall ja weitergehende Vermutungen angestellt werden, und diese prinzipiell zu geringerer Wahrscheinlichkeit führen. Hier kollidieren zwei unserer unbewußten Regeln miteinander, da wir einen starken Bedeutungszusammenhang wittern und diesen völlig unreflektiert in die statistische Analyse einfließen lassen. Wir unterstellen mit großer Hartnäckigkeit solche bedeutungsvollen Verknüpfungen – im allgemeinen bewährt sich das durchaus; im Einzelfall mag es haarsträubend sein.
- Eine der grundlegendsten Annahmen, die in uns eingebaut ist, betrifft die Identität von Objekten. Ein bewegter Gegenstand wird unter ständigem Wechsel von Betrachtungswinkel, Beleuchtung, scheinbarer Größe, Verdeckung etc. erscheinen, nichtsdestotrotz bleibt er für uns »mit sich selbst identisch«. Das ist so völlig selbstverständlich, daß wir uns nicht einmal darüber wundern, wenn wir pro Sekunde 25 abgehackte, überganglose Fernsehbilder unwillkürlich zu einem stetig fahrenden Wagen zusammensetzen. Grund zur Verwunderung gibt uns allerdings derselbe Mechanismus, wenn er den Drehsinn der Räder nicht zur Fahrtrichtung passend interpretiert. Für die Wahrnehmung hat es sich als zweckmäßig erwiesen, bei einem hohen Maß an erkannter Ähnlichkeit fest auf Identität zu vertrauen. Bewegung wäre andernfalls als solche nicht erkennbar; wir lebten in einer magischen, unsteten Welt, in der willkürlich Gegenstände auftauchen und verschwinden. Besser gesagt: wir lebten aller Voraussicht nach überhaupt nicht mehr.
- Im Falle etwas geringerer Ähnlichkeiten hält unser Vorurteil immerhin noch daran fest, daß strukturelle Parallelen wahrscheinlich auf Zweck- und Funktionsverwandtschaft schließen lassen: Wieder auf das Beispiel »Stuhl« angewandt, wird unsere Wahrnehmung jedes Zuviel daran ignorieren und jedes Zuwenig ergänzen, bis der Material/Form-Komplex sich in das vorgefaßte Schema der Zwecke einordnen läßt. In der Regel verfolgen wir

dabei möglichst einfache Wege. Sehr deutlich wird das bei zahlreichen optischen Täuschungen, bei denen wir rudimentär angedeutete Strukturen zwanghaft als elementare geometrische Figuren interpretieren, auch wenn dazu die Gesetze der Logik, der Geometrie und der Perspektive vergewaltigt werden müssen. Und immer wieder ist festzustellen, daß ein Großteil dieser Auslegung erlernt ist. Beispielsweise sind Europäer und US-Amerikaner als Bewohner einer weitgehend künstlichen Umwelt voller geometrischer Grundformen für bestimmte optische Täuschungen besonders anfällig [ebd.:269f].

- Nahezu beliebige Freiheit nimmt sich die Wahrnehmung, wenn es gilt, Mehrdeutigkeit auf eine klare Interpretation festzunageln. Ein bekanntes Beispiel für diese »Prägnanztendenz« ist der Neckerscher Würfel, die (zweidimensionale) Abbildung aller Kanten eines Würfels. Die Wahrnehmung wählt immer eine eindeutige Perspektive unter den beiden gleichberechtigten Möglichkeiten aus. Lenken wir unsere Aufmerksamkeit auf diesen Willkürakt, so windet sich die Wahrnehmung gleichsam vor Verlegenheit: In einem Zyklus von etwa drei Sekunden sehen wir die Perspektive unwillkürlich hin- und herklappen [vgl. PÖPPEL,1985:55ff].

Im Grunde sind diese Probleme alles andere als erstaunlich: Man kann eben mit der Wirklichkeit nichts anfangen, wenn man nicht einige Annahmen und Voraussetzungen über sie macht. Unsere diesbezügliche Ausstattung ist sehr einfach, da sie aus einer sehr einfachen Vergangenheit stammt. Nichtsdestotrotz hat sie sich darin zweifelsfrei bewährt, denn wir leben. Und dazu kam es nicht auf Feinheiten an. Wichtig war in steinzeitlicher Umgebung insbesondere eine prompte Deutung der Sinneseindrücke. Ebenso klar ist, daß die jeweiligen Erfordernisse langfristig einen Verarbeitungsmechanismus auslesen, der auf bekanntem Terrain im großen und ganzen angemessen funktioniert, jenseits davon aber versagen muß. Für jedes Umfeld gibt es einen optimalen Kompromiß aus Ökonomie, Flexibilität und Schnelligkeit, und wir dürfen sicher sein, daß wir diesbezüglich eine erfolgreiche Züchtung sind – besser gesagt: waren; denn die sprunghafte Entwicklung der Neuzeit vermochte kein zufriedenstellendes Pendant in unserer genetischen Ausstattung zu installieren. Also sind wir gezwungen, in den schwierigsten Fragen, denen wir uns ausgesetzt sehen, vernünftig zu entscheiden, auch wenn dabei die unbelehrbaren Geburtshelfer dieser Vernunft mitunter auf das heftigste protestieren. Solange aber Menschen bei Dunkelheit, Gewittern oder Horrorfilmen von einem konkreteren Entsetzen befallen werden als angesichts des real existierenden Horrors von Bevölkerungsexplosion, Umweltzerstörung

oder Rüstungsetats, solange sollten wir nicht allzu sehr auf das Durchsetzungsvermögen unserer Vernunft hoffen.

Nun, da wir außer an unseren Sinnen endlich auch an unserem Verstand zweifeln, könnte es doch heilsam sein, einmal über das eigentliche Befinden der Realität nachzudenken. Erkenntnistheorien gehen in aller Regel stillschweigend davon aus, »da draußen« gäbe es eine objektive Wirklichkeit, und setzen sich dann das Ziel zu erklären, wie es um unsere physische und psychische Behinderung bestellt sei, aufgrund derer wir der Welt nicht unverschleiert angesichtig werden können. Einstein, bis zu seinem Ende überzeugter Verfechter dieser Auffassung, bringt das mit dem andernorts zitierten Vergleich zum Ausdruck, in dem er zwar die definitorische Ableitung der Eindrücke aus der Realität (wie die Suppe aus dem Rindfleisch) verneint, aber nichtsdestotrotz eine eindeutige Beziehung (wie die der – willkürlichen – Garderobenummer zum Mantel) unterstellt. Vor allem jedoch bestand er auf der Objektivität der Dinge (eben des Mantels).

Wir werden uns zusehends von diesem Standpunkt distanzieren, was aber gewiß nicht in den solipsistischen Unfug führen wird, die Wirklichkeit sei ein Produkt reiner Einbildung. Vielmehr soll gezeigt werden, daß die Wirklichkeit ein Prozeß ist, der von winzigen Teilprozessen seiner selbst (wie zum Beispiel uns) nur aus notwendig unvollständiger und subjektiver Perspektive wahrgenommen wird. Eine umfassende Beschreibung aber hat nicht in sich Platz. Ein Behältnis kann sich nicht selbst enthalten. Ein System vermag niemals erschöpfend Auskunft über sein eigenes Wesen zu geben. Es bleibt sogar fraglich, ob dies anders wäre, wenn das ganze Universum – evolviert zu einem Geist, zu einem Gedanken – über sich selbst nachdächte. Es fruchtet nichts, sich in Spekulationen über eine objektive Realität zu ergehen. Jeder Teil der Wirklichkeit vermag diese nur unvollständig und daher subjektiv zu erfassen. Die Unmöglichkeit, vorurteilsfrei an die Wirklichkeit heranzutreten, bringt uns in folgende Lage: »Ein Maurer, der ausschließlich mit Ziegelsteinen baut, wird früher oder später zu dem Schluß kommen, daß alle Fenster- und Türöffnungen einen Bogen haben *müssen*, der das obere Mauerwerk tragen kann. Wenn der Maurer dann glaubt, er habe ein Gesetz der absoluten Welt entdeckt, so irrt er (...). Was immer wir als Bausteine wählen (...) bestimmt Grenzen. Wir erfahren diese Grenzen aber sozusagen nur von 'innen', aus der Ziegelperspektive (...). Was wir erleben und erfahren, erkennen und wissen, ist notwendigerweise aus unseren eigenen Bausteinen gebaut und läßt sich auch nur auf Grund unserer Bauart erklären« [VON GLASERSFELD in WATZLAWICK, 1981:35]. Objektivität ist mithin ein vereinfachender menschlicher Begriff, der jedoch

nicht sinnvoll auf die Realität angewendet werden kann. Und darüber nachzudenken, wie es diesbezüglich mit einer Wirklichkeit bestellt wäre, über die sich niemand Gedanken machte; zu ergründen, ob »die Beschaffenheit der Welt, bevor Unterscheidungen gesetzt und benannt wurden, der zitternde Rorschach-Klecks der Natur« [WATTS, 1975:78] gewesen ist – darüber allzu lange nachzusinnen halte ich schlankweg für groben Unfug. Denn was uns interessiert, ist doch gerade jene seltsame Wechselwirkung zwischen der materiellen Welt und unserem Geist. Einem Fischer gleich wirft dieser Geist Netze aus, mit denen er Wissen aus dem Ozean der Wirklichkeit einfängt. Arthur S. Eddington wies bereits vor einem halben Jahrhundert darauf hin, daß der Fang, also unsere Welterfahrung, untrennbar mit der Struktur des Netzes zusammenhängt: So wäre etwa die nach eingehender Beobachtung formulierte Aussage, es gäbe keine Fische, die kleiner sind als fünf Zentimeter, einfach ein Abbild der Maschenweite, keineswegs aber eine objektive Eigenschaft der Realität [vgl. DÜRR, 1988:29ff]. Andererseits sind unsere Netze aber keine Zufallsprodukte, sondern sehr pragmatische Werkzeuge, die uns satt machen. Das ist zwar vielleicht etwas banal, aber es funktioniert. So sind auch unsere gedanklichen Netze nicht um der reinen Erkenntnis willen geknüpft worden, sondern weil sie sich zum Zwecke des Überlebens außerordentlich bewährten. Noch einmal: Es ist ebenso abwegig, sich im Sinnieren über den von der Welt ungetrübten Geist zu verlieren, wie andererseits die erzmateriellistische Vorstellung scheitern muß, derzufolge sich Objektivität finden läßt, wenn man nur tief genug hinabsteigt in die Kellergewölbe der Wirklichkeit, wo atomare Billardkugeln leidenschaftslos ihrer Wege ziehen. Denn pikanterweise kommt das großartigste und umfassendste Wissenschaftsgebäude, die Quantentheorie, nicht ohne Bezugnahme auf das wahrnehmende Bewußtsein aus!

Zugegeben: sehr nebulös, das Ganze. Aber zweifelsfrei erfahren wir Wechselwirkungen, und diese sind keineswegs eingebildet. Alles, was wir darüber lernen können, sagt uns nur, daß die Art und Weise dieser Empfindungen geeignet war und ist, im Zuge der Evolution immer facettenreichere und empfindungsfähigere Organismen entstehen zu lassen. In diesem Weltbild ist Raum für so verschiedene Dinge wie Quantentheorie *und* Liebe. Es entpuppt sich eine einzige »objektive« (weil universelle) Disposition der Wirklichkeit: ihr geradezu naturgesetzliches Bestreben, die eigene Komplexität unablässig zu steigern, und dabei wachsende Erkenntnis über sich selbst in ihren Teilen bewußt werden zu lassen. Ich bedaure, das an dieser Stelle vielleicht nicht klar genug zum Ausdruck bringen zu können, werde die

vorstehende Behauptung aber am Ende des Buches noch einmal wiederholen, und hoffe zuversichtlich, daß der Grundgedanke dann verständlich sein wird. Was wir bisher erarbeitet haben, läßt sich leicht auf einen Punkt bringen: *Die Gebrauchsanweisung der menschlichen Vernunft wurde in der Steinzeit verfaßt*. Wie das nun mal so ist, kann man mit den meisten Gerätschaften auch ohne Anleitung ganz passabel umgehen, aber Probleme gibt es, wenn man etwas Großartiges damit anstellen möchte, ohne ihre Leistungsgrenze zu kennen. Genau das aber haben wir getan, indem wir zwei Lehren ersannen, die angeblich die Welt und uns darin erklären – die eine ohne Quantentheorie, die andere ohne Liebe... halbe Wahrheiten aber sind nicht wahr genug.

ZWEITER TEIL

NATURWISSENSCHAFT ODER RELIGION?

»Wissenschaft ohne Religion ist lahm, Religion ohne Wissenschaft blind.«

ALBERT EINSTEIN [1979b:43]

Nach unseren Vorüberlegungen muß diese Wahl unsinnig, überflüssig und unzumutbar erscheinen. Wählen wir also von zwei möglichen Alternativen die Dritte, ignorieren wir ihre Trennung, und sammeln wir hier wie dort alles ein, was auf Ursprung und Sinn verweist.

Wem es jedoch zumutbar erscheint, bei einem solchen Unterfangen auf eines dieser beiden mächtigen, jahrtausendealten Standbeine menschlicher Kultur und Weisheit zu verzichten, wer Verstand oder Intuition großer Persönlichkeiten und zahlloser einfacher Leute in den Wind schlägt, wer seine Denkmuster keiner Kritik aussetzen möchte, wer also aus freien Stücken auf eine Hand, ein Ohr, ein Auge, ein halbes Hirn und ein halbes Herz verzichtet, der möge doch lieber zu einem anderen Buch greifen. Das gilt für dümmliche Wissenschafts-Feindlichkeit genauso wie für jene, die mit Karl Marx oder Sigmund Freud behaupten, Religion sei das *Opium des Volkes* bzw. ein *selbsterfundener Glückersatz*, also ein Trostpflaster für die empfundene Ungerechtigkeit und Sinnleere. »Die Religionen sind keineswegs Opiate. (...) Wenn man glaubt, diesen Ausdruck überhaupt verwenden zu müssen, so könnte man wohl eher sagen, das Ritual sei das Opium für diejenigen, die der schmerzhaften Begegnung mit dem Gegenstand von Religion nicht gewachsen sind« [SPIEGELBERG,1956:188]. Die leider nur allzu häufig berechnete Geringschätzung der Religionsausübung darf keineswegs auf die Religion selbst übertragen werden.

Wir wollen den unvoreingenommenen Weg wählen, und was könnte dagegen sprechen, uns überall neugierig umzuschauen, bevor wir auswählen, was brauchbar erscheint – mit der gebotenen Besonnenheit. Dagegen wird Respektlosigkeit gefordert sein, wenn wir auf unzeitgemäße Strukturen stoßen. Ein Glaube beispielsweise, der seinen Mythos in einer Sprache konservieren will, deren Wendungen keine realen Bezüge mehr zu unserem Leben haben, und uns stattdessen ständig mit längst widerlegten Zusammenhängen strapaziert, ein solcher Glaube fällt zwangsläufig in Vergessenheit. Aber es wäre fatal, aus solchen formalen und oberflächlichen Gründen die tieferen Inhalte aufs Spiel zu setzen. Ebenso kritisch muß unsere Haltung gegenüber der

Naturwissenschaft sein: Dort, wo sie ihre Voraussetzungen vergißt, Dinge aus dem Zusammenhang reißt, oder sich in Dogmen verstrickt, ist Vorsicht geboten.

Da nun zwar die wenigsten von uns bezüglich des Entweder/Oder in der Überschrift extrem einseitig eingestellt, die allermeisten aber doch recht deutlich polarisiert sind, bedarf es zunächst einiger zusammenführender Gedanken.

Eine große Gefahr sehe ich darin, Wissenschaft und Religion anhand ihrer ›Leistungsbilanzen‹ zu vergleichen. So gab und gibt es arrogante Wissenschaften und dogmatische, aufdringliche Religionen – ebenso wie ihre Gegenstücke. Was aber deren Errungenschaften und Irrungen angeht: Wer wollte bewerten, ob religiös beseelte Selbstlosigkeit ungezählter Menschen in allen Zeitaltern oder die Zuversicht, die viele aus ihrem Glauben schöpfen, höher oder geringer zählte als Schutz vor Kälte, Hunger und Krankheit oder die materielle Freiheit, die uns Bildung, Reisen und Nichtstun ermöglichen. Die gegenwärtigen Zuständigkeiten beider Lager liegen zu weit auseinander, als daß man ihre Erfolge sinnvoll miteinander vergleichen könnte.

Dagegen wäre vielleicht die Negativ-Bilanz einfacher zu quantifizieren. Die Kataloge der historischen Irrtümer sind gewaltig. Nur ist auch nichts damit gewonnen, die Toten der Kreuzzüge, Glaubenskriege und -verfolgungen, von Hexenverbrennung und Menschenopfern sowie die unzähligen von Fanatismus oder Angst seelisch Deformierten einerseits aufzurechnen gegen Napalmopfer, überfahrene Fußgänger, mißgebildete Kinder, menschliche Versuchskaninchen und jene, die sich vor ihrer Nahrung, der Luft und dem Wasser zu fürchten beginnen.

Es ist nachdrücklich darauf zu verweisen, daß die Systeme Religion und Wissenschaft selbst nur insofern mit solchen Fehlentwicklungen zu tun haben, als in den hier wie dort wuchernden Machtstrukturen Menschen sich dazu aufgerufen und legitimiert fühlen. Menschen neigen eben zu Überheblichkeit, Anmaßung und gefährlicher Fehleinschätzung. Ein tragisches Beispiel dafür ist ein gewisser alter Mann, der Empfängnisverhütung mit chemischer Kriegsführung vergleicht. Die heiße Wut, die mich dabei befällt, gerinnt rasch zu schierem Entsetzen über soviel Besinnungslosigkeit bei einem zweifellos intelligenten Menschen, der damit unermeßliches Leid in die Welt trägt (wenigstens in den auch von ihm nicht völlig zu leugnenden diesseitigen Teil). Ein fataler Irrtum, zu dessen Revision man sich ein paar hundert Jahre Zeit ließ, brachte den Astronomen und Dominikaner Giordano Bruno auf den Scheiterhaufen. Zwar ist ihm kaum geholfen, wenn man nun einräumt, die Erde nehme tatsächlich keine einzigartige Position im All ein – was im übrigen ja

auch keiner religiösen Idee widerspricht. Schlimm genug, daß damals aufgrund kleinkariierter Dogmatik Menschen hingerichtet wurden; jedoch ohne nennenswerten Einfluß auf den Fortbestand der Menschheit. Wir wissen nicht, wie lange jene alten Männer in ihrer kleinen, vergoldeten Welt für eine entsprechende Revision ihrer fatalen Ansichten bezüglich der Geburtenkontrolle benötigen werden. Offenbar begreifen sie ja nicht einmal den ursächlichen Zusammenhang zwischen ihren Lernschwierigkeiten und ihrem Machtverlust. Sicher ist jedenfalls, daß hier buchstäblich alles auf dem Spiel steht – und die Zeit drängt furchtbar.

Nicht viel anders verhält es sich mit Atomenergie-Ministern, Autolobbyisten, der Industrie, den Militärstrategen, aber auch jedem einzelnen von uns – als Konsument, Umweltbewohner und Erzieher: Wir alle müssen lernen, daß gültige Weisheiten von gestern den kollektiven Tod von morgen bedeuten können. In einem späteren Kapitel werden wir uns ausführlich mit dem Wandel von Werten auseinandersetzen. Dabei soll deutlich werden, daß die Verabsolutierung einzelner Wertvorstellungen (im vorliegenden Fall die Vermehrung auf Biegen und Brechen) schädlich ist. Es kann immer nur darum gehen, ein in sich *konsistentes System von Werten* zu pflegen. Und dieses wird in einer sich wandelnden Welt selbstverständlich ebenso dem Wandel unterliegen. Aber damit greifen wir weit voraus.

Die oben aufgeführten Interessengruppen sind bisher jedenfalls nicht wirksam von solchen Einsichten befallen worden. Unbeirrt beschwören sie einen schwierigen Gott, ein paar Arbeitsplätze in Wiederaufbereitungsanlagen, rauschenden Konsum und grenzenloses Wachstum, verzerrte Feindbilder und Milchmädchen-Ideologien. »Dieser Rückgriff oder Kunstgriff auf eine übergeordnete Autorität taucht immer dann auf, wenn der von der Richtigkeit seiner Lehre Durchdrungene wenig überzeugende Gründe dafür nennen kann; entweder weil er sie selbst nicht hat oder weil er dem zu Belehrenden die für solche Überzeugungen nötige Einsicht nicht zutraut. Wenn dann die Begründungen für das zu Tradierende selbst Bestandteil der Tradition werden, fühlt sich schließlich der Traditionsempfänger unterschätzt, falls seine Einsicht gewachsen ist, die ihm vorgetragene Lehre dem aber nicht Rechnung trägt. Wenn er dann mißtrauisch wird, kann die belehrende Instanz versuchen, die Berufungsautorität zu erhöhen oder drohender zu gestalten; besser wäre es freilich, die ganze Begründung neu zu durchdenken, obgleich das nach wie vor kindliche Gemüter auf die Idee bringen könnte, die alte Begründung sei nichts wert gewesen und sie seien eigentlich hintergangen worden« [WICKLER, 1971:162]. So werden jene Prediger, jeder auf seine Weise, schließlich zu Kriegsherren, und führen ihr Fußvolk – die Menschheit – zum finalen Kreuzzug gegen sich

selbst. Da wir massenhaft und noch immer recht unbekümmert dem Ruf folgen, wird es fraglos noch sehr gefährlich werden. Ich glaube aber, wir haben immerhin die Chance, uns noch einmal um Haaresbreite in ein besonneneres Zeitalter hinüberzuretten. Seien wir lieber nicht allzu neugierig darauf, wie das historische Urteil über uns dann ausfallen wird. Eines jedoch ist gewiß: Um diese Chance wahrzunehmen, brauchen wir Antworten aus Wissenschaft *und* Religion. Und wenn wir uns schon zum Konsum bewußtseinsweiternder Drogen bekennen wollen, dann hat Karl Marx »die Liste seiner Opiate allzu kurz gemacht. Menschen mit Herz und Seele, die sich von nichts anderem unterdrückt fühlen als von der Endlichkeit des irdischen Lebens, brauchen einen grenzenlosen Vorrat an Opiaten. Deshalb stellen sie sie eifrig her: Mathematik und Astronomie, Technologie und Architektur, Wissenschaft und Kunst, Musik und Tanz, politische Ideologien wie den Marxismus, das Wagnis von Krieg und das Wagnis des Friedens. (...) Diese Opiate sind der Stoff, der unsere Kultur ausmacht« [FRASER,1987:30f].

Der aufgeklärte Mensch – Am Ende der Religiosität?

*»Erfüll davon dein Herz, so groß es ist,
Und wenn du ganz in dem Gefühle selig bist,
Nenn es denn, wie du willst,
Nenn's Glück! Herz! Liebe! Gott!
Ich habe keinen Namen
Dafür! Gefühl ist alles.
Name ist Schall und Rauch,
Umnebelnd Himmelsglut.«*

JOHANN WOLFGANG GOETHE [1790:150]

Da wir nun aber schon soviel Schall und Rauch produziert haben, müssen wir vor weiteren Überlegungen wenigstens eine brauchbare Definition des Begriffes ›Religion‹ formulieren. Dieser Anspruch ist keineswegs so vermessen, wie man zunächst glauben könnte, geht es doch nicht um universelle Verbindlichkeit, sondern lediglich um eine vorübergehende Vereinbarung, was wir im Rahmen dieses Buches darunter verstehen wollen. Und ich bin zuversichtlich, daß mit Ausnahme beinhardter Fundamentalisten alle einen gemeinsamen Nenner darin finden können – ob bekennender Gläubiger, stiller Mitläufer, Schamane, Atheist, Okkultist oder unschlüssig Suchender.

Zunächst einmal überrascht die lange Vergangenheit dieses Phänomens. Seit mindestens 100.000 Jahren, wie die Bestattungs-Praktiken unserer Urahnen belegen, gibt es vage Versuche, das Unfaßbare zu verarbeiten: Das *Sein* und das ungewisse ›Davor‹ und ›Danach‹. Diese Gedanken sind also schon ihrer prinzipiellen Unverwüstlichkeit wegen unbedingt ernstzunehmen: Schließlich ist die moderne Ungleichgewichts-Thermodynamik auch nichts anderes als ein Versuch, die unfaßbare Ordnung inmitten des Chaos zu begreifen. Um niemanden zu diskriminieren, dessen Religionsbegriff vor 100.000 Jahren entstand (oder in weiteren 100.000 Jahren entstehen wird), sei im folgenden unter ›Religion‹ all das verstanden, was die Beschäftigung mit Ursache oder Zweck unseres Daseins, ja, des Seins schlechthin zum Gegenstand hat: die Religio, die Rückbindung (zu lat. *ligare*; binden) an unseren Ursprung, oder wie wir heute besser sagen würden, unsere Einbindung ins Dasein. In diesem Sinne ist ein Gedanke also dann religiös, wenn er sich dem *Erstaunlichen Sein* zuwendet. Die anderweitig verschiedentlich gewählte Formulierung »Wunder des Seins« meide ich einzig wegen der heiklen Vorbelastung des Begriffes ›Wunder‹; Wendungen wie »Das Sosein des Seins« oder gar »Das schlechthinige Sein« mißfallen mir aufgrund ihrer Schwülstigkeit.

Bemitleidenswert, wer sich dem Staunen darüber, was ist, und mehr noch, daß überhaupt etwas ist (und darüber nachgedacht werden kann), verschließt. Dabei ist zunächst völlig unerheblich, ob wir von göttlichem Wirken, dem Urknall, der Evolution, der Allbeseeltheit oder irgendeinem kosmischen Prinzip überzeugt sind. Vor diesem Staunen ›bewahrt‹ auch kein unbedingter Schöpfer- oder Wissenschaftsglaube: Schon das immer und immer weiter nachhakende kindliche ›Warum?‹ sollte uns vor Augen führen, daß das, was wir nicht wissen, auf keine endliche Fragenliste paßt, die irgendwann abgearbeitet sein könnte. Auch (und gerade) Naturwissenschaftler sind sich dessen bewußt: Erkenntniszuwachs bedeutet »keineswegs, daß das Wundervolle dadurch zu existieren aufhört, daß man es begreift. Das Erkennen von Zusammenhängen bringt nach wie vor keine Antwort auf die von Leibniz gestellte Frage: 'Warum etwas und nicht nichts ist'« [EIGEN/WINKLER,1975:190f].

Und liegt nicht gerade in diesem Staunen das rätselhafte Etwas, welches das Wesen des Menschen ausmacht? Intelligenz, Bewußtsein, sogar Moral und Nächstenliebe – all das finden wir in irgendeiner Ausprägung auch beim Tier. Wir Staunenden jedoch, ob es uns behagt oder nicht: *Wir sind allesamt religiös*. Das einzig Trennende: Wissenschaft – ein Glaubenssystem unter vielen – konstituiert sich in der Gewährung einer bemerkenswerten Freiheit, vor der uns jeder andere Glaube beschützt: dem *Zweifel*. Also gibt sie Antworten, »die der Überprüfung und Verbesserung unterliegen. Für den, der Antworten

vorzieht, die mit absoluter Gewißheit gegeben werden und sich nie ändern, ist die Religion sehr viel besser« [SHAPIRO,1987:278]. Meiner Auffassung nach bleibt uns aber diese Wahl erspart.

Über einige Religionen

»Das Wunderbare bleibt; lediglich die immer wieder fehl-schlagenden Versuche der Menschen, es einzufangen und zu rationalisieren, vergehen.«

SPIEGELBERG [1956:12]

Wir wollen im folgenden unseren Blick über die Schafherde von Theologen und Naturforschern schweifen lassen, die – nachdem sich vor 2500 Jahren ihre westlichen Weidegründe entzweiten – einander lange Zeit rechthaberisch anblöckten.

Trotz erbitterter Gegenwehr drängten die wissenschaftlichen Schafe ihre geistlichen Artgenossen in immer unzugänglichere und kärglichere Regionen zurück. Als dann letztere bei ihrem Rückzugsgefecht Waffen wie der Ketzerverbrennung verlustig gingen, schien ihr Schicksal besiegelt, jedoch strauchelten die Ersteren schwer, als ihnen dämmert, daß ihre Zuversicht, alle noch offenen Fragen binnen weniger Forschergenerationen geklärt zu haben, sich jählings zerschlägt.

Die Revieransprüche sind seitdem im großen und ganzen erstaunlich unstrittig, nur wenn gewisse dogmatische Duftmarken mißachtet werden, erhebt sich aufgeregtes Blöken. Nichtsdestotrotz bleibt der Streit ungeschlichtet, nur hat man das Interesse aneinander verloren. Stur wird hier jenseitiges, dort diesseitiges Gras gekaut, vom dem es jeweils heißt, ein Sättigenderes gäbe es nicht. Nur sehr gelegentlich trägt es sich zu, daß ein Schaf den Kopf hebt und einem Anhänger der ›anderen, also falschen‹ Lehre ins Auge blickt.

Es ist wohl an uns, die wir weniger durch Indoktrinierung und Expertentum verblendet sind, die Zusammenschau zu versuchen. Beginnen wir mit einer komprimierten Durchsicht einiger großer Religionen, gefolgt von einem ebenso verdichteten Kompendium moderner Naturwissenschaft. Keineswegs wird dabei Anspruch auf Vollständigkeit erhoben, wenngleich die getroffene Auswahl erst später verständlich werden wird. Und schließlich übergehen wir die Schöpfungsmythen, so interessant sie im einzelnen auch sein mögen. Der Leser mag selbst urteilen, ob ihm die hierzu von der Naturwissenschaft angebotenen Perspektiven akzeptabel erscheinen.

Indien

»Woraus diese Schöpfung entstanden ist, ob er sie erschaffen hat oder ob nicht – wer der Aufseher dieses Universums im höchsten Himmel ist, der allein weiß es. Oder ob auch er es nicht weiß?«

RIG-VEDA

Die indische Glaubenswelt mit dem Hinduismus gleichzusetzen, hieße, eine ungeheuer vielgestaltige Spiritualität in das persische Wort für ›Inder‹ zu zwingen, das eben hindu lautet. So einfach aber ist es nicht. Selbst für diese knappe Zusammenfassung ist es unumgänglich, uns zu den nun leblosen Wurzeln, dem Vedismus, zurückzuwenden.

Mit der arischen Invasión kamen vor 3500 Jahren die Veden nach Indien, eine schon damals jahrtausendealte Sammlung religiöser, magischer und alltäglicher Texte, die dort auf eine uns kaum bekannte Kultur und Religion trafen. Die Veden (sanskrit *veda*; Wissen) sind Opferleitfaden, Zaubertexte, Traumdeutung, Lebenserfahrung, Gebet- und Gesangbuch; Offenbarung des Göttlichen und Kristallisationskeim für das weitere Denken.

Die Veden führen ein Pantheon von Hunderten von Devas ein; göttliche Mächte in anthropomorpher Rollenverteilung, die das Gegengewicht bilden zu den Asuras, den Mächten der Finsternis. Diese Scheidung in ›Gut‹ und ›Böse‹ kommt jedoch keiner moralischen Wertung gleich, viel eher haben wir es mit einer nüchternen Betrachtungsweise zu tun, die gleichsam von der Erkenntnis durchdrungen ist, daß Täler und Berge einander erst definieren.

Im Laufe einiger Jahrhunderte wurden die noch im Wachstum befindlichen Veden zum geistigen Dreh- und Angelpunkt. Die oberste indische Kaste, die der Brahmanen-Priester, befaßte sich mit der Interpretation und Kommentierung, mit Gedanken über Sinn und Ursprung, kurz – mit dem *Erstaunlichen Sein*. Ihr Weg zu erleuchtender Einsicht lag in der Meditation.

In dieser Ära reifte die Vorstellungswelt von einem eher primitiven Stadium mit Zügen von Naturreligion und Animismus zu einem hochstehenden philosophischen System heran. Wesen und Rangordnung der Devas unterzogen sich dabei einer Entwicklung. Opfer dieser Veränderungen wurde beispielsweise Indra, der König der Götter, der als Drachentöter einst das urzeitliche Chaos niedergeworfen hatte. Seine Bedeutung schwand, während die Triade Vishnu, Shiva und Brahma ins absolute Zentrum rückte.

Das *Erstaunliche Sein* findet sich im Atmen Brahmas, der es so in jedem Moment erschafft und unterhält. Das ausgeatmete Sein, die dingliche Welt, wird verkörpert von Vishnu, dem gütigen Geist des Universums. Der Dritte,

dem es zufällt, den Kreis zu schließen und ihm so Ewigkeit zu verleihen, ist Shiva, der sich nicht recht in westliche Konzepte pressen läßt. Wir neigen dazu, ihn als den Zerstörer, als das Satanische ins moralische Abseits zu drängen. Die indische Philosophie dagegen sieht ihn als völlig gleichwertiges und unerläßliches Element an: Shiva sorgt dafür, daß die im Sein gewordenen Dinge nicht verharren, sondern in den Kreis zurückkehren. Er löst alles wieder auf, damit Brahma es erneut einzuatmen vermag. Ohne dieses ›Recycling‹ endete der Atem der permanenten Schöpfung und alles stürbe dahin.

Darin stecken einerseits die tiefe Erkenntnis, daß das Leben auf den Tod angewiesen ist (zur naturwissenschaftlichen Renaissance dieses Themas ließ man sich fast drei Jahrtausende Zeit), und andererseits die Vorstellung der unausgesetzten Erschaffung aller Dinge, die im markanten Gegensatz zur christlichen Genesis steht.

Folgerichtig zur moralischen Gleichrangigkeit hat nun jeder der Drei seine spezifische Anhängerschaft, wobei Vishnu eine besondere Rolle zukommt: Weniger der personale Deva selbst, als vielmehr seine zahllosen Inkarnationen (Avatars) sind Ziel der Verehrung. Und darin ist auch die Ursache der nachgerade unfaßlichen Toleranz der meisten indischen Glaubensrichtungen zu suchen. Denn alle Götter und Propheten anderer Religionen versteht man als Existenzen, die Vishnu durchschritten hat. Die Götterverehrung ist somit eher eine Frage des persönlichen Geschmacks und hat kaum etwas konfessionell Bindendes oder gar Trennendes an sich.

Während nun die Veden in Sanskrit, der Literatursprache Indiens geschrieben waren, deren Kenntnis sich weitgehend auf die Priester-Kaste beschränkte, hatte das Volk einen riesigen Reichtum an Erzählungen, Epen und Mythen. Die beliebteste Geschichte, die Bhagavad Gita, enthält die Lehre des Gottes Krishna (einer Verkörperung Vishnus). Danach gibt es eine letzte geeinte Wirklichkeit, das Wesen aller Dinge, genannt Brahman. Die Vielgestaltigkeit der Erscheinungen und Vorgänge in unserer Welt ist die facettenreiche Manifestation des Brahman. Lila, das trügerische Funkeln dieser kreativen Kraft, blendet uns und versetzt uns in den Zustand von Maya. Das ist die Irrung, die uns Äußerlichkeiten, Symbole und Begriffe mit der Wirklichkeit verwechseln läßt. Wir registrieren nur den Schein von Lila, nicht aber die zugrundeliegende einheitliche Wirklichkeit des Brahman. Das größte Leid ist darin zu suchen, daß wir auch beim Aufscheinen des Brahman im Geist des Menschen, dem sogenannten Atman, dieser Illusion verfallen: In der Überzeugung des Getrenntseins vom ›Ich‹ und der Welt können wir nicht der Identität von Atman und Brahman gewahr werden. Anders ausgedrückt: Unsere Seele ist im Exil der Individualität gefangen, und das erlösende

Aufgehen im Sein bleibt uns verwehrt: »Ein menschliches Wesen (...) erfährt sich selbst, seine Gedanken und Gefühle als etwas, das von allem übrigen getrennt ist – eine Art optischer Täuschung seines Bewußtseins. (...) Es ist unsere Aufgabe, uns aus diesem Gefängnis zu befreien. (...) Niemand ist imstande, dies vollkommen zu erreichen, aber das Streben nach einer derartigen Leistung ist in sich selbst ein Teil der Befreiung und ein Grundstein für unsere innere Sicherheit«. Kein Guru hat das gesagt, sondern Albert Einstein [in HERBERT,1985:327].

Die sich verfestigende Vorstellung persönlicher Individualität, die noch in der nomadisierenden Gesellschaft des Altertums keine große Rolle gespielt hatte – die geringe Lebenserwartung, eine ungewisse unmittelbare Zukunft, und der auf den Augenblick konzentrierte Überlebenskampf boten dazu kaum Nährboden – führte zu einem Bedeutungswandel der ›Todlosigkeit‹. Hatte man diese ehemals in der Weitergabe von Weisheit, Fertigkeiten und Gütern an die nachfolgende Generation gesehen, in der man dann in gewissem Sinne fortlebte, so nahm in einer seßhaft gewordenen Gesellschaft mit der Muße zur Kontemplation (insbesondere im nun sich ausbildenden ›Obergeschoß‹ der Alterspyramide) die Wunschvorstellung eines *persönlichen* Weiterlebens Gestalt an. Das ist in großen Zügen die Erklärung von Frederic Spiegelberg [1956:156ff] für die Entstehung der Idee des Samsara.

Samsara für sich alleine betrachtet ist zunächst das unerbittliche, leidenschaftslose Rad der Wiedergeburt. Aus indischer Perspektive eine Vorstellung, wie sie entsetzlicher kaum sein könnte: statt zum ersehnten Ziel, der Auflösung des ›Ich‹ im Absoluten, führt dieser Kreislauf durch Leid und Frustration unzähliger Lebensspannen; unentrinnbar eingesperrt in die engen Schranken des Individuums. Erst im Karma findet sich ein Regulativ, das diesen sinnlosen Prozeß aus dem Bereich totaler Willkür holt und auf moralisch akzeptablen Boden stellt. Karma ist der rote Faden der Kausalität, auf den sich die Reinkarnationen folgerichtig aufreihen. Karma muß verstanden werden als augenblickliches Handeln mit den Aspekten der Determiniertheit durch das frühere Verhalten *und* der weichenstellenden Bedeutung für die Zukunft. Der einzelne hat es also in der Hand, durch sein Tun eine stete Verbesserung seines Karma herbeizuführen, um so in einer höheren Reinkarnation irgendwann Erlösung zu finden. Der Weg dorthin führt über den derart zu wachem Verantwortungsbewußtsein umgelenkten Egoismus und – Yoga. In der Meditation sollen die störenden Einflüsse, die uns die Trennung Atmans und Brahmans vorspiegeln, ausgeblendet werden. Das Wesen des Yoga liegt nach Alan Watts darin, »das Ewige im Gegenwärtigen zu entdecken, indem jeder Augenblick in vollkommenem Ernst und

vollkommener Bewußtheit gelebt wird«. Die Erkenntnis der Einheit allen Seins schlägt das Buch des Karma zu; für den Yogi, der somit Samadhi erreicht hat, bleibt das Rad des Samsara endlich stehen.

Buddhismus

»Da alles nur eine Erscheinung ist,
vollkommen im Sein, was es ist,
nichts mit gut oder böse zu tun hat,
mit Anerkennung oder Ablehnung,
tut man gut daran, laut aufzulachen.«

LONGCHENPA

Obwohl Indien auch die Heimat des historischen Buddha (Siddharta Gautama, ca. 563-480 v.Chr.) war, ist es angebracht, seine Lehre gesondert zu betrachten – nicht zuletzt, weil sie vielleicht treffender als Psychotherapie bezeichnet werden könnte, und in diesem Zusammenhang regelmäßig die Frage aufgeworfen wird, ob der Buddhismus überhaupt eine Religion sei. Wenigstens im Rahmen unserer Definition kann es daran keinen Zweifel geben.

Ebenso sicher aber ist, daß der Buddha sich nicht mit Metaphysik und Mystik beschäftigte, sondern sich voll und ganz dem Menschen und dessen Hinführung zur erlösenden Erleuchtung zuwandte. Dem liegt wiederum das Hauptthema indischen Denkens zugrunde; der endlos leidvolle Lauf des Samsara – gelenkt vom Karma –, aus dem es nur einen Ausweg gibt: die Erkenntnis des Einssein von Atman und Brahman, von ›Ich‹ und Sein – die Erleuchtung. Ich bin nicht sicher, ob es den Kern der Lehre trifft, wenn man von einer psychologischen Neubesetzung dieser Begriffe durch den originalen Buddhismus spricht, auf jeden Fall aber ist eine weitgehende Entsprechung unverkennbar.

Die Götter, die der Buddha zwar nicht ›abschaffte‹, die zu verehren er sich aber enthielt, spielen in seiner ursprünglichen Lehre keine maßgebliche Rolle. Mögen sie auch höhere Seligkeit genießen – sie sind weder ewig oder unsterblich, noch beständig erlöst, ja, sie haben nicht einmal günstigere Aussichten auf Erlösung als der Mensch.

Das Vermächtnis des Buddha besteht aus den *Vier Edlen Wahrheiten*:

- Die Edle Wahrheit vom Wissen um das Leiden ist eine Aufzählung unseres Daseins-Schmerzes: Leben, Tod, Alter, Krankheit, Anwesenheit des Verhaßten, Trennung vom Geliebten.

- Die Edle Wahrheit vom Ursprung des Leidens diagnostiziert von diesen Symptomen auf den Krankheitsherd: unsere unmäßige Gier nach Leben, Glück und Genuß.
- Die Edle Wahrheit von der Aufhebung des Leidens verlangt die völlige Auslöschung dieser Begierden, und
- Die Edle Wahrheit vom Weg zur Aufhebung des Leidens beschreibt im *Achtgliedrigen Pfad* die angezeigte Therapie: Eine Ethik der Gesinnung und des Verhaltens als Voraussetzung zur Erlangung von *Nirvana*.

Die ursprüngliche Lehre des Buddha ist wohl einzigartig in ihrer absoluten Weigerung, eine Definition dieses zentralen Begriffes von der höchsten Vervollkommnung des Seins zu geben. Jeder Versuch, dieses letztlich Unsagbare in Worte fassen zu wollen, muß scheitern, und hat daher zu unterbleiben.

Es liegt auf der Hand, daß eine Lehre, die dem Individuum ein so hohes Maß an Abstraktionsvermögen und Disziplin abverlangt, nur eine relativ kleine Zielgruppe anspricht. Auch der Verzicht auf alles Kultische und Rituelle kam der Volkesseele nicht gerade entgegen. Beides zusammen führte zur Verzweigung des Buddhismus in eine strengere, aber nicht wirklich orthodoxe Richtung, sowie in die verbreitete Form einer deutlich verflachten Erlösungsreligion, die sich mit all dem aufputzt, was der Buddha verachtete: die Verehrung von Göttern (einschließlich seiner selbst), der religiöse Kult und das nicht enden wollende Gefasel über das, was jenseits unserer Begriffe liegt: das Nirvana, welches rasch paradiesisch ausgeschmückt wird.

Strömungen wie die des *Reinen Landes* schließlich klammern die Notwendigkeit intensiver eigener Anstrengungen aus – bereits unbedingter Glaube und endlich das bloße Dahinsagen heiliger Namen und Formeln sorgen für die geradezu unumgängliche Beförderung in die höchste Glückseligkeit. Der Buddha selbst hingegen, der sich wohlweislich auf keinerlei konkrete Schilderungen festlegte, machte stets deutlich, daß dies unermeßlich schwierig und langwierig, ja, nur in zahllosen Lebensspannen erreichbar sei.

Zweierlei erscheint mir noch erwähnenswert: Einerseits ist neben dem massiven Verlust an Originalität doch auch eine Bereicherung zu vermerken: die Nächstenliebe gewinnt an Bedeutung, wo die Lehre einst vornehmlich die ›eigene Rettung‹ betrieben hatte. Zum anderen bedarf es wohl eines klärenden Wortes zur Bedeutung der Askese in den geistigen Systemen des Ostens: »Askese ist das Ergebnis eines Dualismus, der das Fleisch verachtet und es bestrafen will, weil es nicht Geist ist. Für diejenigen, die glauben, daß Materie und Geist Aspekte des Göttlichen sind, ist Askese unförmlich. (...) Gewiß darf, ja

muß man sich gewisse Dinge versagen, um Herr über die eigenen Begierden und letzten Endes über die Seele zu werden. Die Dinge aber, die man sich versagt, versagt man sich nicht ihrer Natur wegen, sondern wegen der Natur des Gelüstes nach ihnen« [SPIEGELBERG,1956:206]. Extrem asketische Sekten sind daher im Buddhismus eher Randerscheinungen.

Stimmen wir nun in das beklagte Gefasel um den Letzttheitsbegriff des Buddhismus, das Nirvana, mit ein. Zunächst müssen wir uns über eine grundsätzliche Verschiedenheit westlichen und östlichen Denkens im Klaren sein. Wir leben mit der »Vorstellung eines materiellen Objektes, das von der Art, wie es beobachtet wird, ganz unabhängig ist« und glauben mithin an eine objektive Realität – was sich im Lichte der Quantentheorie als allenfalls im Alltag brauchbare Annäherung erweist. »In der asiatischen Philosophie und in den dortigen Religionen gibt es die dazu komplementäre Vorstellung vom reinen Subjekt des Erkennens, dem kein Objekt mehr gegenübersteht«. Soweit Wolfgang Pauli [in HEISENBERG,1969:104]. Vielleicht ist Ihre Aufmerksamkeit für Komplementaritäten dieser Sorte bereits soweit geschärft, daß Sie angesichts so einseitiger Positionen automatisch skeptisch werden. Stellen wir das aber einstweilen zurück. Halten wir fest, daß das westliche Weltbild von den mutmaßlich eindeutigen Dingen und Erscheinungen dominiert wird, an deren vollkommenes Verständnis ein evolvierendes Bewußtsein sich sukzessive annähert. Der Osten unterstellt dem Bewußtsein das volle Fassungsvermögen für das *Erstaunliche Sein* (oder vielleicht besser: die Identität damit) und faßt alles Dingliche als verwirrendes Trugbild auf, das zwischen uns und der totalen Erkenntnis steht.

Das Mißtrauen des Buddhismus gegenüber den Begriffen des menschlichen Intellekts nimmt in gewisser Weise eine Einsicht der Evolutionären Erkenntnistheorie vorweg: wie bereits angesprochen, konstruiert unser Verstand ein Modell der Realität, das notwendigerweise hinter derselben zurückbleibt und uns über das Ausmaß dieser Begrenztheit im Unklaren läßt. Da unser Umgang mit der Wirklichkeit – von den Sinneswahrnehmungen bis hin zur Zweckerwartung unseres Seins und Tuns – vollständig über dieses Modell abgewickelt wird, geht eine beträchtliche normative Kraft davon aus, die auf die reale Welt rückwirkt und zu einer vermeintlichen Bestätigung unseres unvollständigen Bildes führt.

Wem Vorurteile ob des östlichen Ursprungs dieser Gedanken den Zugang erschweren, der sei an Platon verwiesen: In seinem berühmten Höhlengleichnis beschreibt er unsere Situation als die mit dem Gesicht zu einer Höhlenwand Angeketteter. Gauklerspiel vor einem Feuer im Hintergrund wirft trügerische Schatten auf den Fels, welche die unwissenden Gefangenen für die ganze

Wirklichkeit halten. Der einzige, dem die Flucht gelingt, der die Schatten als das erkennt, was sie tatsächlich sind, der selbst das Feuer als nur bescheidenen Abglanz der Sonne erfährt – er wird für verrückt erklärt, was ein gängiges Los für einen Menschen zu sein scheint, dem Erleuchtung widerfahren ist.

Der Buddha (und das heißt ja nichts anderes als ›Erleuchteter‹, ›Erwachter‹) erkannte intuitiv, daß es Leid und Frustration hervorruft, wenn man in vollständige Abhängigkeit von einem solchen Modell gerät und sich an seine vereinfachenden Begriffe klammert, die nur als Krücken für unseren Intellekt dienen. Im großen Rahmen erleben wir dieses Scheitern in den zahllosen Entgleisungen, die uns unterlaufen sind, seit das Abendland begonnen hat, *die Wirklichkeit an das Modell anzupassen*.

Ähnlich, wie wir einen turbulenten Strom talwärts sich wälzenden Wassers in den statischen Begriff ›Fluß‹ fassen (wo doch erst die Dynamik des Fließens den Fluß ausmacht!), so halten wir es auch mit dem Sein: an Worte gekettet, von Vorstellungen und Erwartungen gelähmt, vor unserer Gier danach erstarrt. Der wahre Charakter dieses Seins, das Fließen und die Wandlung, wird durch unser Festklammern erstickt, während wir in unserer kleinen Kopf-Welt, getrieben von rastloser Verzweiflung, unserem Sinn nachjagen.

Das zutiefst pragmatische Selbstverständnis der Lehre des Buddha ist das eines Weges aus Platons Höhle – eines mühsamen, langen Weges, dessen Bewältigung unserer ganzen Anstrengung bedarf, an dessen Ende aber das Licht der erlösenden Erkenntnis steht. Mit einsiedlerischer Entsagung und Weltabkehr muß das nicht verbunden sein; im Gegenteil, was könnte erfrischender sein und einladender, sich wieder mit neuer Perspektive den Spielen der Gaukler hinzugeben. Davon legt das einleitende Zitat beredt Zeugnis ab.

China

»Wenn jemand nach dem Tao fragt, und ein anderer antwortet ihm, dann weiß es keiner von beiden.«

CHUANG-TZU

Ein Aspekt, der uns das chinesische Denken zuweilen so befremdlich erscheinen läßt, liegt wohl darin, daß es nicht auf einem irgendwie gearteten Weltbild gründet, sondern vielmehr auf einem umfassenderen kosmischen Fundament: hier und da spricht man daher vom chinesischen *Universismus*.

Kern dieses Denkens ist die Komplementarität, die in dem archetypischen Begriffspaar Yin und Yang Ausdruck findet. Trotz der Tatsache, daß darin die Gesamtheit aller diametralen Gegensätze des Seins repräsentiert ist,

beobachten wir erneut die Zurückhaltung östlicher Philosophie bezüglich einer Gut/Böse-Wertung. (Auch Heraklit lehrte, daß jedes Ding zu seinem Sein seines Gegenteils bedürfe). Die kosmische Ordnung erwächst aus der Wechselwirkung aller polaren Kräfte. Im *hsiang sheng*, in der Untrennbarkeit gegenseitigen Erschaffens, drückt sich der Kern dieses Prinzips aus. Von Übel sind also lediglich einseitige Extreme. Dieser stete Wandel und seine Gesetzmäßigkeiten liegen dem chinesischen Begriff vom *Erstaunlichen Sein*, dem Tao, zugrunde. Hervorzuheben ist, das diesem Universismus keinerlei anthropozentrische Überheblichkeit innewohnt – der Mensch ist nichts weiter als ein Teil des Ganzen, also weder Sinn noch Zentrum der Wirklichkeit. Die Weite dieser Perspektive resultiert in Eigenschaften wie Bescheidenheit, Unerschütterlichkeit und Toleranz.

Nach dieser Auffassung bedarf die kosmische Harmonie keines metaphysischen Lenkers, vielmehr stellt sich Ordnung spontan, von innen heraus ein. Aufgabe des Menschen sei es, die Vollkommenheit dieser Ordnung zu bewahren. Folgerichtig gesellt sich zu einer Lehre, die den Menschen Erlösung durch Harmonie mit dem ›Weg des Seins‹ verheißt, eine zweite, die sich sehr konkret den gesellschaftlichen Belangen im Sinne einer ewigen Ordnung von Himmel und Erde verschrieben hat – gemeint sind Taoismus und Konfuzianismus.

Kung Fu-Tzu (›Konfuzius‹, ca. 551-479 v.Chr.), ein kaiserlicher Verwaltungsbeamter von zeitweilig beträchtlichem politischem Einfluß, ist durch seine Aphorismen auch im Westen wohlbekannt – ungeachtet des Umstandes, daß er keine der ihm zugeordneten Schriften selbst verfaßt hat [vgl.DAMMANN,1972:61f].

Ihn einen Mystiker zu nennen, wäre wohl verfehlt, ging es ihm doch mehr um äußere Form als um Inhalte. Seine Hauptanliegen waren die Riten, die Etikette und der Verhaltenskodex. Seine konservative Ordnung war auf die Verherrlichung des Kaisers und die Fixierung des sozialen Gefüges konzentriert.

In der Kürze dieser Abhandlung liegt beileibe keine Respektlosigkeit. Immerhin hat der Konfuzianismus (besonders durch Erziehung und Bildung) der chinesischen Kultur seinen Stempel nachhaltig aufgedrückt. Lediglich für unsere Überlegungen ist er ohne weitere Bedeutung.

Der Taoismus, der aus der Lehre des Lao-Tse (geb. 604 v.Chr.?) hervorging, ist ungleich interessanter. Hierin liegt wiederum ein Versuch, in die Mysterien des Daseins einzudringen, und daraus Leitlinien für Denken und Handeln abzuleiten. Die Zielstrebigkeit gilt auch hier einer geistigen ›Befreiung‹, jedoch

handelt es sich in diesem dynamischen System folgerichtig nicht um ein Ereignis, an das sich der Zustand des Erlöstseins anschließt, sondern um das Einhalten eines Weges. Ziel ist es, dem Gang des Tao zu folgen, sich ihm ohne erzwingendes Lenken förmlich anzuschmiegen. Ein Schlüsselbegriff dazu ist *wu-wei*, ›Nichttun‹, keinesfalls zu verwechseln mit Trägheit und Lethargie. Joseph Needham charakterisiert es als »Enthaltung von gegen die Natur gerichteten Handelns« [in CAPRA,1982:34] und nimmt damit Bezug auf Chuang-Tzu: »Laß zu, daß alles tun kann, was es von Natur aus tut, so daß es seine Natur erfüllen kann«. Das Tun soll sich umsichtig und unspektakulär an den Erfordernissen orientieren, seine Ergebnisse haben sich organisch in die Gegebenheiten einzufügen.

Den Unterschied zwischen einem Wirtschaftspolitiker westlicher Prägung, einem Taoisten und einem naiven Naturverehrer kann vielleicht das folgende Gleichnis dreier Kanufahrer erhellen: Der erste ein draufgängerischer Kraftprotz, der zweite ein erfahrener Wasserwanderer, der dritte ein romantisch der Natur ergebener Träumer. Letzterer vertraut sich ganz dem Wildwasser an – und wird sogleich an den Felsen zerschmettert. Der Kraftprotz hält es länger aus, allein sein unmäßiger Energieverbrauch zehrt ihn aus und besiegelt früher oder später sein Schicksal. Der geübte Kanute jedoch, wohl wissend um die ungeheure Übermacht der ihn umgebenden Gewalten, denen er nur seine Geschicklichkeit und sein Einfühlungsvermögen entgegenzusetzen hat – er meistert seinen Weg, indem er sich diese Kräfte zunutze macht, durch maßvolle Korrekturen mit dem Fluß Schritt hält, mehr noch: zu einem Teil davon wird, und somit im Chaos zur Ruhe kommt. Er allein lebt im Tao.

Der Buddhismus erreichte China kurz nach Beginn unserer Zeitrechnung. Aus dieser Anregung keimte die Ch'an-Philosophie, eine meditative Strömung, die in einer einzigartigen Synthese die indische Mystik mit Pragmatismus und Spiritualität Chinas vereinte. Über ein Jahrtausend später breitete diese Lehre sich als Zen in Japan aus.

Japan

»Wie wunderbarlich über die Natur
Und wie erstaunlich dies:
Ich schöpfe Wasser, schleppe Feuerholz!«

P'ANG-YÜN

Wüßte ich wirklich, was Zen ist, so würde ich jetzt vermutlich das angefangene Blatt zerknüllen und einen Spaziergang unternehmen...

Es ist nicht leicht, sich diesem Faszinosum zu nähern, ohne dem Zauber seiner grundlegenden Andersartigkeit, seinem fordernden, tödlichen Ernst und seinem absurden, ungezogenen Humor zu verfallen – oder davon abgestoßen zu werden. Es ist gewiß kein dankbares Unterfangen, etwas über die ›Nicht-Religion‹ niederzuschreiben, die sich aus allen Definitionsversuchen aalglatt herauswindet, die kaum ernstzunehmendes Schrifttum ihr eigen nennt, die sich über Theorie, Dogma, Philosophie und Riten lustig macht – und nicht zuletzt über sich selbst.

Zen verzichtet auf Ideen und Spekulationen über die Wirklichkeit, und versteht sich als ein schlichtes Werkzeug, einen schnörkellosen Weg, eine unbeirrbarere innere Haltung gegenüber dem *Erstaunlichen Sein*, mit dem Ziel, in es einzudringen, um das Leben in jedem Augenblick unmittelbar in voller Tiefe zu fühlen, zu genießen, zu erleiden, zu sein.

Als reinstes Destillat des Buddhismus bringt Zen den Begriffen äußerster Skepsis entgegen, denn, wie Trigant Burrow es ausdrückte, Worte und Ideen bringen ebensowenig Erleuchtung wie der Anblick einer Speisekarte den Hunger zu stillen vermag. Diesseits/Jenseits, Mensch/Gott, Individuum-/Kosmos, jede Art von Dualismus: All das sind keine realen Kategorien, sondern Spaltungen der Wirklichkeit im Verstand des Menschen: »Behauptet der Holismus, daß die Dinge nur als Ganzes, nicht als Summe ihrer Teile, verstanden werden können, dann geht Zen noch einen Schritt weiter und behauptet, daß die Welt überhaupt nicht in Teile zerbrochen werden kann. Wer das tun will, unterliegt einem Trugbild« [HOFSTADTER,1979:274]. So legt Zen keinen Wert auf intellektuelle Erfäßbarkeit, sondern bläst im Gegenteil zum Generalangriff gegen die Alleinherrschaft der linken, rationalen Hirnhemisphäre, unter die wir uns freiwillig begeben.

Während der Körper im Zazen, einer aus dem indischen Yoga abgeleiteten Meditationstechnik, zu einem Schutzschirm gegen äußere Ablenkungen wird, ringt der Geist des Schülers – weit davon entfernt, in eine Trance abzusinken – mit einem Paradoxon, das den analytischen Verstand quält wie ein tief im

Fleisch steckender Dorn. Ich sehe davon ab, im Rahmen dieser gedrängten Darstellung Beispiele derartiger Koans anzuführen, da sie bei oberflächlicher Betrachtung allzu leicht als absurder Blödsinn abgetan werden. Denn absurd sind sie in der Tat, und ebenso die Analysen und Kommentare, deren sich manch einer nicht enthalten kann. Ein Koan ist ein Mittel, die einseitige Totalität unseres naiven, linearen Ursache/Wirkung-Konzeptes, unsere Vorstellung von individuellen, abgegrenzten Dingen und Wesen zu zermürben, zu zertrümmern und wegzufegen. Dieser intensive geistige Prozeß kann, angeleitet durch einen erfahrenen Meister und auf die Spitze getrieben durch oft rabiate Methoden, zum spontanen Ereignis des Satori führen. Diese bewußtseinserweiternde Gesamtschau auf das ungeteilte Sein ist Inhalt des erleuchteten Lebens, führt aber mangels eines Jenseits-Konzeptes nicht zur entrückten Weltabkehr, sondern im Gegenteil zu einer höchstmöglichen Teilnahme am Dasein – auch und gerade an seinen unscheinbarsten Aspekten, wie es durch das einleitende Zitat zum Ausdruck gebracht wird.

Bezüglich der Rolle der Meditation kommt es häufig zu Mißverständnissen. Gemeinhin versteht man darunter solche Formen, die »veränderte Bewußtseinszustände sind: Der Meditierende tut etwas, um seinen üblichen weltlichen, unkonzentrierten, unentspannten, nichtdissoziierten, niederen Realitätssinn zu überwinden. Die buddhistische Achtsamkeit/Gewahrseins-Übung strebt aber genau das Gegenteil dieser Zustände an. Ihr Ziel besteht darin, aufmerksam zu werden, die Tätigkeit des Geistes unmittelbar zu erfahren, im eigenen Geist präsent zu sein. (...) Die erste große Entdeckung der Achtsamkeitsmeditation ist also meist (...) die eindringliche Erkenntnis, wie stark wir in der Regel von unserer Erfahrung getrennt sind. Selbst die einfachsten oder angenehmsten alltäglichen Vorgänge – Laufen, Essen, Gespräche, Autofahren, Lesen, Warten, Denken, Sex, Planen, Gartenarbeit, Trinken, Erinnern, Therapie, Schreiben, Schlummern, Fühlen, Besichtigen – verschwinden rasch im Nebel abstrakter Kommentare, während der Geist von einer Beschäftigung zur nächsten springt. (... Diese Unachtsamkeit) ist der Raumanzug, der Schutzmantel der Gewohnheiten und Vorurteile, der Panzer, mit dem wir uns gewohnheitsmäßig gegen unsere Erfahrungen abschirmen« [VARELA/THOMPSON,1991:44,47].

Daß es sich hierbei keineswegs um esoterische Gespinnste handelt, sondern um pragmatische Anwendbarkeit, das äußert sich vielleicht am deutlichsten in der glaubens- und kulturübergreifenden Praxis des Zen. Pater Hugo M. Enomiya-Lassalle, Zen-Meister und Jesuit, schrieb: »Das Zen ist an keine Weltanschauung gebunden und kann sich somit für jeden Menschen und in jeder Situation für das Menschsein befreiend und fördernd auswirken« [1988:8].

Im Kern hat Zen viel mit dem Taoismus gemein, besonders den Gedanken des Nicht-Anklammerns: »Unablässig bewegen und wandeln sich Dinge und Ereignisse. Wir können den gegenwärtigen Augenblick nicht ergreifen, können ihn nicht zum Verweilen bringen. (...) Versuchen wir je, es dennoch zu tun, so ist alles, was uns bleibt, eine tote Erinnerung. Die Wirklichkeit ist nicht mehr da, und keine Befriedigung läßt sich darin finden. Spüren wir ein plötzliches Glücksgefühl, so sehen wir es um so rascher entschwinden, je eifriger wir auf Mittel zu seiner Bewahrung sinnen. (...) Es ist, wie wenn man Wasser mit den Händen festhalten möchte – je fester man zugreift, desto behender rinnt es einem durch die Finger« und: »Zen ist Leben. Zen nachjagen ist wie dem eigenen Schatten nachjagen, wobei man der Sonne ständig den Rücken kehrt« [WATTS,1954:43,112].

Zen hatte kaum zu überschätzenden Einfluß auf die japanische Kunst und Kultur bis tief hinein in das heutige Alltagsleben, macht aber auch manche extreme Erscheinung – etwa den Ethos der Samurai – verständlich: So »wird der Übergang vom Leben zum Tod als unwichtige Begebenheit betrachtet, von der man nicht viel Aufhebens macht. (...) Nur ein Mensch, der den letzten Grund seiner Existenz nicht kennt (...), gerät über Wandel und Verfall in Erregung« [SPIEGELBERG,1956:437].

Die zweite prägende Kraft der japanischen Gesellschaft, den Shinto, erlaube ich mir zu übergehen – man erinnere sich des Umstandes, daß ich an keiner Stelle Objektivität oder auch nur Vollständigkeit gelobt habe.

Persönliche Bestandsaufnahme

An dieser Stelle muß wohl die Auslassung zumindest von Islam und Christentum rechtfertigt werden. Was die Auseinandersetzung des Menschen mit seiner erkannten Unvollkommenheit anbelangt, so lassen sich wohl fast alle Religionen als gleichwertig betrachten. Für ein evolutionäres Konzept der Wirklichkeit dagegen haben die östlichen Vorstellungen jedoch ungleich mehr zu bieten, da sich hier nicht einfach ein von höherer Instanz verordneter Heilsplan abspult, für den wir im Grunde zu beschränkt sind. Vielmehr wird hier von einer inneren Dynamik ausgegangen, die erst ein akzeptables Maß an freiem Willen ermöglicht. Zwar kommt der Gedanke einer kreativ fortschreitenden Entwicklung in den Philosophien des Ostens zu kurz – eher dreht sich alles auf ewig im Kreise –, aber insgesamt reden sie eher von der Selbstorganisation als von der Planwirtschaft. Wir werden auf einige religiöse Inhalte später Bezug nehmen. Mein persönliches Resümee kann an dieser Stelle knapp ausfallen:

Hindus vernachlässigen aus Angst vor Verstrickung in schlechtes Karma vitale Interessen, Taoisten sinken auf die Ebene gemeiner Zauberer hinab, Buddhisten fallen dem Götzendienst anheim, der Islam mißbrät zum Muster an Intoleranz, Zen-Tempel pervertieren zum Touristenspektakel und Christen verzetteln sich im Wortgeplänkel um historische Details: Es ist eine traurige Erfahrungstatsache, daß praktisch jeder Glaube – und sei er auch für die jeweilige Mentalität seiner Ursprungsregion ein noch so guter Vermittler zum *Erstaunlichen Sein* – im Zuge seiner Etablierung und Institutionalisierung zu einem armseligen Zerrbild seiner selbst verkommt. Fundamentalisten meinen diesen Zerfall aufzuhalten, indem sie auf uralten Buchstaben insistieren. Zunächst schwindet mit Frische und Flexibilität auch die Fähigkeit, sich an strukturelle Veränderungen und neue Erkenntnisse anzupassen. Am Ende ist der spirituelle Ozean, der eigentliche Beweggrund der Religion, gleichsam mit einem Eispanzer aus Worten und Ritualen gegen jeden Zugang versiegelt.

Nicht das Hinausgreifen über die Begrenzungen des Ich stehen mehr im Zentrum, sondern im krassen Gegenteil die pathologische Überzüchtung dieses Begriffs, gipfelnd in der Zwangsvorstellung, unser persönliches Schicksal und ewiges Weiterleben seien ein dringendes Anliegen göttlicher Allmacht. Die Vorstellung eines Weltenbewegers, der ja nicht nur individuelle Schicksale auf »unergründlichen Wegen« lenkt, sondern darüber hinaus auch in kaltschnäuzigem Zynismus alljährlich – wie den statistischen Jahrbüchern zu entnehmen ist – für eine gleichbleibende Verteilung auf Unfall-, Mord-, Hunger- und Seuchenopfer sorgt, diese Vorstellung ist mehr als problematisch. Dieser kurze Gedankengang sollte eigentlich genügen, um auszuschließen, daß irgendeine höhere Instanz sich mit Einzelschicksalen abgibt. Aber schließlich glaube auch ich nur, was ich will – genau wie jeder andere.

Und doch – was könnten wir sein, würden wir uns auf die edelsten Ideale der Gründungsgedanken rückbesinnen: Die weite Toleranz des Hinduismus; die kluge islamische Gesetzgebung; das tiefe Mißtrauen, mit dem die Chinesen allen Extremen begegnen; die christliche Nächstenliebe; Spontaneität und Naturverbundenheit des Taoismus; vom Buddhismus die dynamische Sicht des »Einssein alles Seienden«, sowie seine rigorose Bilder-, Begriffs- und Götterstürmerei; dann die Unmittelbarkeit des Zen, sein Humor und seine Methode; und zu alledem einige Aphorismen des Konfuzius... Unseren Unzulänglichkeiten zum Trotz: Das Universum *könnte* ein bißchen stolz auf uns sein.

Stattdessen ziehen wir uns an die Oberfläche zurück und machen das letztlich Unaussprechliche zum Gegenstand kleinmütigen Philosophierens, verkleistern

es mit eifersüchtig und rechthaberisch verwalteten Begriffen, Symbolen und Ritualen von vollkommener Willkür. Dadurch sind wir vom Brahman, vom Tao, vom Nirwana, von der erleuchtenden Offenbarung und vom Leben trostlos getrennt.

Wir haben bisher nicht von den Schöpfungsmythen gesprochen, und diese Unterlassung soll nun überleiten zu dem Weg der Naturwissenschaft, die ja wie gesagt eher für den Ursprung zuständig gemacht wurde, während die Religion den Sinn des Menschen zu garantieren hatte. Anschließend wollen wir dann Anzeichen für eine Wiedervereinbarkeit zusammentragen.

Der Weg der Naturwissenschaft

»Man hat als Mensch gerade noch so viel Verstand mitbekommen, daß man von seiner intellektuellen Ohnmacht dem Seienden gegenüber eine deutliche Vorstellung erlangen kann. Die Welt des Menschengetriebes würde schöner aussehen, wenn diese Demut allen mitgeteilt werden könnte.«

ALBERT EINSTEIN [1979a:47]

Zunächst eine Vorbemerkung: Da alle Welt zu wissen scheint, was Religion ist, und wozu man sie braucht (oder nicht braucht), konnten wir uns oben recht kurz fassen. Dagegen herrscht offenbar weithin größte Unklarheit darüber, was Wissenschaft eigentlich will und tut. Es kann nun nicht erwartet werden, daß ihre Stellungnahmen zu Daseinsfragen oder gar zeitgemäßer Ethik durch diesen Nebel hindurch Gehör finden. Um den Nebel zu vertreiben, muß ihr hier erheblicher Raum zugestanden werden.

Wie es scheint, ist die abendländische Naturwissenschaft erst von den Grundzügen der jüdisch-christlichen Überlieferungen auf den Weg gebracht worden. Die im vorangegangenen Kapitel beleuchteten Religionen beinhalten eine zyklische Zeitvorstellung, während die alttestamentarischen Hebräer einen linearen, auf ein endgültiges Ziel hinstrebenden Weltenlauf ersannen. »Diese Vorliebe paarte sich später mit der platonischen Unterscheidung zwischen dem Zeitlichen und dem Zeitlosen und mit der christlichen Heilsgeschichte. (...) Wissenschaftsgeschichtler haben überzeugend dargelegt, daß das aus dieser Synthese entstandene abendländische Gedankengut für die Erfindung des modernen Begriffs des Naturgesetzes und deshalb für das Entstehen der modernen Naturwissenschaften selbst nötig waren« [FRASER,1987:39].

Wir gehen nun daran, diese zweite Hälfte unseres Erkenntnisstrebens einer kritischen Durchsicht unterziehen. Auch diese Darstellung muß an Vereinfachungen und Auslassungen leiden. Beginnen wir mit einem historischen Meilenstein, dem für die folgende Entwicklung bahnbrechende Bedeutung zukommt:

Nachdem die Wissenschaftsära der griechischen Antike so lange vergeblich auf einen Nachfolger gewartet hatte, reißt Nikolaus Kopernikus 1543 den Menschen aus dem Zentrum des Universums, indem er die Erde ihrer Vorrangstellung enthebt. Wie bereits Aristarch von Samos viele Jahrhunderte zuvor vermutete, sind wir nicht Mittelpunkt der Schöpfung, sondern eher eine kosmische Bagatelle. Johannes Kepler und Galileo Galilei etablierten diese zunächst eher vorsichtige Hypothese unwiderruflich. Für den religiös zentrierten Menschen des Mittelalters muß diese Distanzierung ein kaum nachvollziehbarer Schock gewesen sein – andererseits erwuchs aus der Leere, die das Zurückweichen seiner obersten Autorität hinterließ, alsbald ein neues Selbstgefühl. Aus der Not (der empfundenen Gottverlassenheit) wurde eine Tugend – allerdings eine recht problematische: die autonome Vernunft. Der aufklärerische Gedanke begann zu keimen.

Das Instrumentarium dieser Vernunft in den Naturwissenschaften wurde kritisch inspiziert und weitgehend auf die Logik und die Mathematik beschränkt. Die von Galilei und Francis Bacon vorangetriebene Methodik der *mathematischen* Formulierung empirischer Erkenntnisse und ihrer Verallgemeinerung war in diesem Sinne wegbereitend für zwei Giganten:

René Descartes und Isaac Newton entwarfen das Bild eines Universums, das aus seinen kleinsten Teilchen heraus völlig verstehbar und voraussagbar ist; in dem als absolute Wahrheit nur gilt, was mithilfe »anerkannter« Schlußregeln (Mathematik und Logik) von »nicht angezweifelte« Grundvorstellungen abgeleitet werden konnte. Der Schöpfer – an den beide glaubten – mußte sich offenbar nach Inbetriebnahme der »Weltmaschine« zurückgezogen haben, um die weiteren Abläufe den Naturgesetzen zu überlassen.

Descartes' berühmter Ausspruch »Ich denke, also bin ich« entsprang seinem alles in Frage stellenden Zweifel, dem schließlich nichts als sein kritischer Verstand verlässlich erschien. Damit war der Grundstein gelegt zum verhängnisvollen Leib/Seele-Dilemma, dessen fatale Unausgewogenheit nicht nur in der philosophischen, sondern auch in der realen westlichen Welt zu schlimmen Wirrnissen führte, unter denen wir bis in unsere Gegenwart zu leiden haben. Wir werden noch darauf zurückkommen.

Zunächst aber wollen wir kurz auf die grundlegende Methode der Naturwissenschaft dieser Zeit eingehen, um einige Mißverständnisse

auszuräumen. Das übliche Vorgehen lag in der Zerlegung des zu untersuchenden Gegenstandes in seine einfacheren Untereinheiten, geknüpft an die Überzeugung, daß deren Verständnis dann zu restloser Klarheit bezüglich ihres Zusammenwirkens führen werde. Noch heute ist der Glaube weit verbreitet, diese Methode sei mächtig genug, der Wirklichkeit *alle* Geheimnisse zu entreißen. Dabei beklagte schon Goethe [1790:84f]:

»Wer will was Lebendigs erkennen und beschreiben,
Sucht erst den Geist herauszutreiben,
Dann hat er die Teile in seiner Hand,
Fehlt, leider! nur das geistge Band.«

So zeitigte dieser Reduktionismus gerade bei lebenden Organismen dann auch höchst zwiespältige Erfolge. Immerhin war die Werkzeugfrage hier unproblematisch: Skalpell und noch weitaus feinere Klingen standen zur Verfügung.

Mit abnehmender Komplexität der Objekte – über Organe herab zu Zellen – nahm der Erklärungswert dieser Vorgehensweise zu und auch das Instrumentarium hielt mit den filigranen Strukturen Schritt. Ihren unbestrittenen Höhepunkt feierte diese Methode aber auf der Ebene der Moleküle. Was auf Gebieten wie Kunststoffsynthese, Pharmazie oder Genetik möglich wurde, basiert auf den so gewonnenen Erkenntnissen. Zwar stößt man hier an die Grenze mechanischer Manipulatoren, jedoch gibt es eine breite Palette biologischer, chemischer und physikalischer Möglichkeiten, Moleküle zu zerlegen. Sogar in atomaren Dimensionen funktioniert die Analyse der Fragmente noch leidlich, wenn auch hier die Auswahl der Instrumente bereits drastisch eingeschränkt ist: Im Prinzip kann man nur noch irgendwelche Teilchen zusammenstoßen lassen und hoffen, daß sie bei ihrer Kollision in irgendwie aufschlußreicher Weise »kaputtgehen«.

Will man abermals eine Ebene hinabsteigen und die Bausteine der Atome zerlegen, so ist man grundsätzlich auf die gleiche Methode angewiesen, allerdings benötigen die Partikelgeschosse nun ungleich höhere Energie, um etwas zu bewirken. Spätestens jetzt ist die Größenordnung unseres Werkzeuges dieselbe wie die des Untersuchungsobjektes – wir arbeiten also mit einer bemerkenswert stumpfen Klinge, eher schon mit einem Hammer, der in den kilometergroßen Teilchenbeschleunigern geschwungen wird: Ungeheure Kanonen, winzigste Spatzen... Und dabei geschieht etwas Merkwürdiges: Nach dem wuchtigen Schlag des Hammers auf das Teilchen (im Grunde sind beide von gleicher Natur) regnet es einen Schauer von Teilchen aller Größen – zusammengenommen *mehr*, als wir ursprünglich eingesetzt haben. Sogar

einzelne »Bruchstücke« können paradoxerweise größer sein als die Partikeln selbst. Der reduktionistische Geist gibt sich damit zwar noch immer nicht geschlagen, sein Handwerkszeug aber erweist sich als derart grob, daß er sich mit den entsprechend verwirrenden Beobachtungen quälende Kopfschmerzen einhandelt.

Um aber nun keine grundsätzliche Voreingenommenheit gegen diese Methodik aufkommen zu lassen, ist es mir wichtig, auf folgendes hinzuweisen: Es gehört zur Zeit in gewissen Kreisen offenbar zum »guten Ton«, bei jeder soziologischen, psychologischen oder naturwissenschaftlichen Gelegenheit den »ganzheitlichen« Gedanken herauszukehren – meist geschieht das in der Hoffnung, ein derart weitschweifiger Begriff werde sich schon irgendwie selbst erklären oder bedürfe keiner weiteren Erläuterung. Dabei bezieht der Reduktionismus dann regelmäßig derbe Prügel. Kann man das noch angesichts der gelegentlichen Blödigkeit des Zeitgeistes übergehen, so wird es doch nachgerade peinlich, wenn derlei aus Mund oder Feder von Menschen quillt, die sich mit akademischem Stolz auf die nicht minder salonfähig gewordene östliche Philosophie berufen. Hätten sie nur einen Schimmer ihres vielzitierten Tao erhascht, so würden sie wissen, daß die Yin und Yang-Sicht (hier: der Holismus) und die Yang-Perspektive (hier: der Reduktionismus) nicht a priori mit Werten wie »richtig« oder »falsch« korreliert sind. Wir sehen darin nichts anderes als erkenntnistheoretische Extrempositionen – und der Osten lehrt uns, Extreme zu meiden.

Ohne den Reduktionismus wären wir sicher nie zu so reichem Grundlagenwissen gelangt. »Man versucht nicht, sich mit einer Welt voller Reibungskräfte auseinanderzusetzen, bevor man nicht ein gründliches Verständnis der reibungsfreien Welt hat« [HOFSTADTER,1985:693]. Und auch da, wo die direkte Erklärungskraft des Reduktionismus schwindet, stellt er ein den Holismus notwendig ergänzendes Werkzeug dar. Bedenklich wird es aber da, wo er – angesichts von Phänomenen, die seine Kompetenz überschreiten – diese borniert leugnet.

Fazit: Im ganzheitlichen Denken liegt nicht das Evangelium, und der Reduktionismus ist nicht von Grund auf böse. Schlecht ist nur die einseitige, unangemessene Verwendung und mangelndes Wissen über Voraussetzungen und Grenzen.

In diesem Sinne müssen wir Newtons Weltbild verstehen. Das in seinem monumentalen Werk *Philosophiae Naturalis Principia Mathematica* (1686) errichtete Gebäude der Physik sollte über zweihundert Jahre Bestand haben. Die *Principia* war während dieser Zeit Generalschlüssel zur Natur. Trotz aller aus heutiger Sicht anzubringenden Kritik: Diese Leistung ist ein einsamer

Gipfel in der Geschichte menschlichen Geistes. Sagenhaft war die Vereinheitlichung einer Naturerklärung, die für fallende Äpfel und den Zusammenhalt von Sonnensystemen ein und dieselbe Kraft verantwortlich machte: die Gravitation. Erst im vergangenen Jahrhundert – die Newtonsche Mechanik hatte sich inzwischen auf zahlreichen Gebieten bewährt – begann sich Verwirrung abzuzeichnen:

James C. Maxwell gelang es 1873, die Theorie des elektromagnetischen Feldes von Michael Faraday mit der fast 200 Jahre älteren Vorstellung von Christian Huygens zu vereinen, derzufolge Licht Wellennatur hat. Der gewaltige Erklärungswert dieser Synthese umfaßt Elektrizität, Magnetismus und deren Wechselwirkungen, also auch elektromagnetische Strahlung wie etwa das Licht. Kein Preis schien zu hoch, um diese Theorie auf den Boden der Mechanik zu stellen. In dieser Absicht ersann man das (letztlich unhaltbare) alles durchdringende Medium ›Äther‹. Er scheint ein »bemerkenswertes Beispiel dafür zu sein, wie weit die Leute zu gehen bereit sind, Hilfskonstruktionen zu zimmern und damit Denkfehler zu vertuschen, statt eine falsche Prämisse – in diesem Fall den Materialismus – aufzugeben« [YOUNG,1976:39].

Ich kann nicht umhin, an dieser Stelle wieder einen evolutionär gefärbten Gedanken zu rekapitulieren: Das Profil einer Flosse legt Zeugnis davon ab, daß die Evolution die Entwicklungslinie der Fische Hydrodynamik studieren ließ. Und das Auge beweist, daß das Thema ›Licht und Farbe‹ bereits vor Jahrmillionen auf dem Lehrplan stand. Davon haben wir bereits gesprochen. Aber nicht anders als Flosse und Auge eine Anlehnung an Teilbereiche der Realität darstellen, so sind auch die Gedankengebilde der Naturwissenschaft, der Mathematik und (ich scheue die Nennung in diesem Zusammenhang nicht:) der Religion evolutionäre Produkte, die Wahrheit extrahieren und sie im Prozeß der Bewußtwerdung auf die Ebene des Geistes heben.

Und wie erstaunlich diese Passung der Physik auf die Wirklichkeit stellenweise ist, zeigt sich selten eindringlicher als in den oben erwähnten Maxwellschen Gesetzen, einer Handvoll Gleichungen, die riesige Erfahrungsbereiche umfassend in großer Eleganz beschreiben. Sie genügen bereits dem Relativitätsprinzip, das erst vierzig Jahre später erkannt wird. »Maxwells Argumente zu ihren Gunsten waren so wacklig, daß die Korrektheit seiner Ergebnisse fast einer Eingebung zugeschrieben werden muß« [RUSSELL,1958:61]. Ihre Tragweite wurde aber ein halbes Jahrhundert lang nicht voll erfaßt, weil sich damals wie gesagt die gesamte wissenschaftliche Welt in die Ätherhypothese verrannt hatte. Das formale Handwerkszeug der Forscher, die Mathematik, ist jedoch – als geistiges Kind der Wirklichkeit im obigen Sinne –

mit eigener ›Weisheit‹ ausgestattet und bringt bisweilen eine Tiefe in die oberflächlich zusammengefügt Wahrheiten, die nicht einmal vom Schaffenden selbst gleich erkannt wird. Unsere Mathematik ist aber auch kein beliebiges Zufallsprodukt, sondern verkörpert Aspekte der Realität: »Man paßt seine Mathematik der Welt an, nicht umgekehrt« [HOFSTÄDTER,1979:490], und so würde in eine ›Wolkenmathematik‹ vielleicht der Satz » $1 + 1 = 1$ « Eingang gefunden haben. Wie auch immer, es bleibt eindrucksvoll, wie derart abstrakte Systeme eine so weitgehende Passung auf die Wirklichkeit erzielen können, und daß sie – wie beschrieben – manchmal sogar weit über die Ziele unserer Bemühungen hinauschießen. Aber das ist nur eine weitere Spielart der Evolution, die, wie wir noch sehen werden, auch in Gedankengebäuden wirkt. Trotz des mechanistischen Rettungsversuches in Form der Ätherhypothese verlor Newtons Werk nun an Rang, da es ergänzungsbedürftig geworden war. Und auch in ganz anderen Lagern begannen sich Gedanken auszubreiten, die mit den bewährten Konzepten offenbar unvereinbar waren:

Der Biologe Jean B. de Lamarck entwickelte die Theorie, daß unter dem Einfluß der Umwelt eine Weiterentwicklung der Arten stattfand und -findet. Charles Darwin festigte den Gedanken der Evolution und erweiterte ihn um das Element der zufälligen Veränderung (deren Ursache später in Gestalt der Mutation gefunden wurde). Sein *Ursprung der Arten* (1871) reiht sich ein nach der ›kopernikanischen Wende‹ und Newtons *Principia* – Zug um Zug scheint die Wissenschaft den Menschen weiter weg von der ›Auserwähltheit‹ und seinem Schöpfer zu rücken. Das entscheidend Neue ist der Aspekt der kreativ fortschreitenden Entwicklung, für die sich in der mechanistischen Denkweise keine Erklärung – nicht einmal der blinde Zufall – andeutet.

Inzwischen war ein weiterer Anbau an das zu klein gewordene Gebäude der Newtonschen Mechanik erforderlich geworden. Die Thermodynamik formulierte in ihrem Zweiten Hauptsatz der Thermodynamik, daß geschlossene Systeme zwangsläufig ihre Ordnung und freie Energie ›aufbrauchen‹ und zu Antriebslosigkeit und Wärme degradieren. Ludwig Boltzmann zeigte zwar, daß dies nur ein statistisches Gesetz ist, also nicht für das mikroskopische Einzelereignis, wohl aber für deren Gesamtheit, und mithin für alle erfahrbaren Objekte und Vorgänge gilt. Dieser Rückzug auf nur mehr statistische Beschreibbarkeit ermöglichte es, auch die Thermodynamik der Physik Newtons anzugliedern – was aber blieb, war ein zentraler Widerspruch: Einerseits entwarf die Physik das trostlose Bild eines Weltalls, das seinen Vorrat an Ordnung und Tatkraft aufzehrt und auf die völlige Aktivitätslosigkeit des statischen Gleichgewichts zustrebt. Auf der anderen Seite stoßen wir

überall in der Natur auf spontan entstehende Ordnung und wachsende Komplexität, auf Entwicklung, Evolution und Leben.

Alles in allem erwies sich das Fundament dieses Flickwerks, die altehrwürdige *Principia* mit ihren zurechtgezimmerten Krücken, als nicht mehr tragfähig genug, um auch noch die höchst beunruhigenden Erkenntnisse der Physik um die Jahrhundertwende zu verkraften. Der Zusammenbruch stand bevor.

Relativitätstheorie

*»Ein Beobachter weiß, daß unabhängig von seinem Bewegungszustand (...) die physikalischen Grundgesetze für ihn dieselbe Form haben wie für jeden beliebigen anderen Beobachter.«
Darin wird deutlich, daß es sich »beim Allgemeinen Relativitätsprinzip um eine Aussage über den objektiven und einheitlichen Charakter der Naturgesetze handelt, es demnach um eine im richtig verstandenen Sinne absolute Erkenntnis geht, so daß sich auch historisch der Name 'Absolutitätstheorie' – so paradox das klingen mag – hätte einbürgern können, wäre die damit zum Ausdruck kommende Tragweite von Anfang an richtig durchschaut worden.«*

ERNST SCHMUTZER [1979:109]

Manchem Leser, der trotz ehrfürchtiger Meidung der Relativitätstheorie allmählich eine nebelhafte Vorstellung von ihren verwirrenden Implikationen gewonnen hat, mag die obige Würdigung schlechterdings wie reine Ironie erscheinen.

Dieser Eindruck ist jedoch ebenso verfehlt wie der übergroße Respekt vor der Kompliziertheit der Theorie: Gewiß bedurfte es der seltenen Genialität eines Menschen wie Einstein, um diese Gedanken zu entfalten – jetzt aber liegen sie seit fast einem Jahrhundert ausgebreitet da, und wir wollen sie schließlich nur mit bescheidenem Tiefgang streifen, ohne uns mit ihrer teils furchterregenden Mathematik zu belasten. Also: kein Grund zur Verzweiflung!

Einen wesentlichen Anstoß zur Formulierung der speziellen Relativitätstheorie könnte beispielsweise ein Indianerstamm auf einem Sessellift wie folgt gegeben haben: Aus reiner Freude über das aufregende Erlebnis denkt keiner der Rothäute daran auszusteigen, nein, sie fahren immer rundum, und jedesmal, wenn gleichzeitig einer in die Bergstation hinein- und ein zweiter aus ihr hinausfährt, dann lassen beide feierlich einen Pfeil zu Tal schwirren. Dazu muß der Ankommende sich natürlich in seinem Sitz umdrehen und gegen die Fahrtrichtung schießen. Sein Pfeil wird also um den gleichen Betrag

verlangsamt auf die Reise gehen, wie der seines Blutsbruders an Tempo profitiert.

Auf dem langen Weg zur Talstation – wo wir die ankommenden Geschosse registrieren – geschieht es, daß der Schnellere von zwei gleichzeitig abgefeuerten Pfeilen den Langsameren eines früheren Pfeilpaares überholt, oder sogar mehrere nacheinander. Das, was wir hier unten erleben, spiegelt also in keiner Weise die präzise Synchronität des Vorgangs an der Bergstation wider. Haben wir keine Sichtverbindung nach oben, so werden wir den tatsächlichen Ablauf vermutlich nicht erfassen.

Verblüffenderweise bleibt dieser Effekt völlig aus, wenn die beiden Indianer statt der Pfeile kurze Lichtblitze aus mitgeführten Taschenlampen talwärts schicken. Um nicht den Verdacht aufkommen zu lassen, dies hinge einfach mit der enormen Geschwindigkeit des Lichtes zusammen, angesichts derer die Laufzeitunterschiede verschwindend klein ausfielen, übertragen wir das Gleichnis auf astronomische Dimensionen. Zufällig gibt es nämlich ein kosmisches Gegenstück dazu, einen bestimmten Typ von Doppelstern-Systemen. Darin wirbeln zwei tote Sonnen – kleine, superkompakte Neutronensterne – mit rasender Geschwindigkeit umeinander. Eine Gattung dieser außergewöhnlichen Himmelskörper, die sogenannten Pulsare, tun uns darüber hinaus den Gefallen, in sagenhaft regelmäßigem Rhythmus Strahlungspulse auszusenden. Das Prinzip ist also wieder dasselbe: Wir empfangen Signale, die mal von einer sich entfernenden, mal von einer auf uns zukommenden Quelle ausgesendet werden. In Anbetracht der gewaltigen Rotationsgeschwindigkeit des Zwillingobjekts und der großen Entfernung von der Erde müßten in diesem Falle ursprünglich gleichzeitige Blitze um Jahrhunderte auseinandergedriftet sein, wenn sie uns schließlich erreichen, falls sie – wie die Pfeile – teils schneller, teils langsamer auf die lange Reise gegangen wären. Davon aber kann keine Rede sein: bei der Beobachtung eines solchen Doppelstern-Systems treten die beschriebenen Wirrnisse *nicht* auf.

Fazit: Im Gegensatz zu Pfeilen, deren Geschwindigkeit sich stets zum Schützen, zur Landschaft oder zum Ziel hin relativiert, erreicht uns das Licht in allen Situationen immer gleich schnell: Ob wir oder die Lichtquelle eine Bewegung ausführen, spielt dabei überhaupt keine Rolle. Einstein erhob diese inzwischen unzählige Male überprüfte Erfahrungstatsache zum *Prinzip der konstanten Lichtgeschwindigkeit*. Und er legte einen weiteren Grundstein zu seiner speziellen Theorie, den er mit einem seiner berühmten Gedankenexperimente erläuterte – wir schneiden es wieder auf unsere Seilbahn zu: Zwei Indianer gondeln nun, einander gegenüberstehend, in einer Kabine bergauf und bergab. Da es inzwischen dunkel geworden ist, schalten sie eine

Lampe ein. Ist diese genau in ihrer Mitte angebracht, so erhellt das Licht einen winzigen Moment später *zur gleichen Zeit* beide Gesichter, denn es hat ja gleiche Wege mit gleicher Geschwindigkeit zurückzulegen. So sähe das jedenfalls eine dritter Fahrgast, der von den beiden anderen gleich weit entfernt ist.

Was aber, wenn dieses Ereignis von einem Indianer aus der Gondel gegenüber, die ja in entgegengesetzter Richtung fährt, beobachtet wird? Auch dieser wird sehen, daß sich das Licht – wie wir gerade festgestellt haben – in und gegen die Fahrtrichtung gleich schnell ausbreitet. Darüber hinaus aber stellt sich ihm die Bewegung des Vehikels dar, als strebe der in Fahrtrichtung blickende Insasse dem Licht entgegen, während sein Gegenüber davor zurückweicht, so daß es unterschiedliche Strecken zu durchheilen hat. Auf die Spitze getrieben heißt das: beide Kabinen (und beide Beobachter) treffen sich genau auf gleicher Höhe, und in diesem Moment sieht der eine zwei gleichermaßen beleuchtete Gesichter, der andere dagegen sieht ein helles und ein dunkles Antlitz.

Fazit: *Es gibt keine absolute Gleichzeitigkeit* räumlich getrennter Ereignisse. Sie hängt vielmehr immer ab vom Bewegungszustand der Beobachter. Wäre das Licht nicht so ungeheuer schnell, so würden wir dem mit allergrößter Selbstverständlichkeit begegnen; es handelte sich dann um schlichte Alltagserfahrung. Schließlich ist unsere Vorstellungswelt hier ja wesentlich vom Sinneserlebnis des ›zugleich Sehens‹ geprägt. Der Vergleich hinkt zwar etwas, aber denken wir nur an die wenig erstaunende Verschiebung der Wahrnehmung von Blitz und Donner, abhängig von unserer Entfernung und Relativgeschwindigkeit zum Unwetterherd.

Wenn wir nun in Konsequenz dieser Feststellung all die Kabinettstückchen beiseite lassen, die sonst regelmäßig vorgeführt werden, wenn es um die Relativitätstheorie geht, dann sind Sie hoffentlich eher überrascht als enttäuscht. Gemeint sind so verwirrende Effekte wie die Längenkontraktion schnell bewegter Objekte. Grundsätzlich ist dazu zu sagen, daß ein Beobachter innerhalb seines *eigenen* Bezugssystems niemals solche Veränderungen registrieren wird. Daß andererseits Konfusion entsteht, wenn ein *anderer* Beobachter aus der Bewegung heraus in dieses System schaut, liegt auf der Hand: Das Messen der Länge eines Objekts erfordert die gleichzeitige Bestimmung seiner Anfangs- und Endpunkte. Da bezüglich dieser Gleichzeitigkeit aber, wie gezeigt wurde, unterschiedliche Auffassungen herrschen, kommt es zu abweichenden Meßergebnissen, ohne daß dabei irgend etwas gedehnt oder gestaucht würde.

Gleich mehrere tief verwurzelte Vorstellungen waren damit bedrohlich unterhöhlt. Und schließlich war man gegen Ende des 19. Jahrhunderts so weit

in den Mikrokosmos vorgedrungen, daß Experimente mit Elementarteilchen möglich wurden. Dabei zeigte sich, daß die rühmliche Präzision der Newtonschen Bewegungsgesetze bei sehr großen Geschwindigkeiten immer mehr zu wünschen übrig ließ, bis sie in der Nähe der Lichtgeschwindigkeit schließlich völlig versagten. Erste Ideen einer geschwindigkeitsabhängigen Masse sägten am Ast einer weiteren jahrtausendealten Absolutheit. Man beobachtete, daß ein Teilchen, dem man kontinuierlich Energie zuführt, sich erst unmerklich, und dann immer störrischer einer weiteren Beschleunigung widersetzt. So kann es zwar beliebig nah an die Lichtgeschwindigkeit heran kommen, sie aber nie ganz erreichen und erst recht nicht überschreiten. Denn all die Energie, die wir ja unausgesetzt in die Partikel hineinfüttern, bleibt nicht ohne Folgen: statt nennenswert schneller wird sie nur noch immer schwerer. Und will man ein Teilchen weiter beschleunigen, dessen Masse ins Unendliche wächst, so gilt das gleiche für die dazu aufzuwendende Energie. Die Grenze ist also unüberwindlich.

Fazit: Die in der klassischen Physik vollzogene *Trennung der Erhaltungssätze von Materie und Energie ist unzulässig*, auch wenn sie in den meisten Fällen eine gute Näherung darstellt. Tatsächlich aber gilt das Konstanzprinzip nur für die Ganzheit beider Existenzformen, die – ähnlich wie Eis und Dampf – als unterschiedliche Aggregatzustände derselben Erscheinung aufzufassen sind. Die Schwierigkeit, diese Tatsache zu akzeptieren, ist einzig und allein wieder auf Vorurteile unseres Wahrnehmungsapparates zurückzuführen. Wir haben an anderer Stelle bereits erwähnt, daß das Auge fähig ist, einzelne Photonen – also winzigste Energieportionen – zu registrieren. Setzt man in Relation dazu das Energieäquivalent derjenigen Masse, die gerade noch von unserem Tastsinn erspürt werden kann, so ergibt sich das ungeheure Verhältnis von $1:10^{30}$. Cyril Burt drückt die Bedeutung dieser Diskrepanz folgendermaßen aus: »Wenn die Wahrnehmung von Massen ebenso fein wie die Wahrnehmung von Energien wäre, dann wäre die Identität der beiden als selbstverständlich und nicht als paradox erschienen. Bei der Wahrnehmung des Lichts müßten wir gleichzeitig den Druck oder den Aufprall der Photonen fühlen, und Masse und Energie wären von Anfang an nur als dieselbe Sache angesehen worden, die auf zwei unterschiedliche Arten wahrgenommen werden kann« [in KOESTLER, 1972:59].

Unser Bildungssystem zieht es vor, im Physikunterricht anhand der im Grunde recht einfachen Gleichungen alberne Rechnungen über sich verkürzende Raumkapseln und langsamer alternde Jetpiloten anzustellen, statt irgendwelche *Bedeutungen* zu vermitteln. Noch erheblich verzweifelter als die betroffenen Schüler aber war die wissenschaftliche Welt um die Jahrhundertwende. Jedes neue Experiment brachte statt erhsehnter Klärung neue Konfusion. Überall

bröckelten die uralten Pfeiler der Verlässlichkeit und des gesunden Menschenverstandes. In dieser trostlosen Situation veröffentlichte ein kleiner Angestellter des Schweizer Patentamtes namens Albert Einstein im Jahre 1905 seine Spezielle Relativitätstheorie, die mit einem Schlag tausend widerspenstige Puzzleteile zu einem Bild vereinte. Ohne diese Leistung zu schmälern: Sie liegt in der physikalischen Interpretation der mathematisch bereits bewältigten, aber darüber hinaus nicht verstandenen Lösung. Die Rede ist von der Lorentz-Transformation, einer nicht sonderlich komplizierten Rechenvorschrift, mit der die abweichenden Messungen verschiedener, relativ zueinander bewegter Beobachter ineinander umgerechnet werden können.

In diesem Instrumentarium findet die Konstanz der Lichtgeschwindigkeit ihren Ausdruck, und außerdem die Tatsache, daß alle Beobachter gleichberechtigt sind: Zwei Experimentatoren, die sich gegeneinander bewegen, machen übereinstimmende Feststellungen über die Veränderungen im Bezugssystem des jeweils anderen – die Transformation ist also symmetrisch. Und schließlich erweisen sich die physikalischen Gesetze ihr gegenüber als forminvariant, das heißt, daß Phänomene in jedem Bezugssystem den gleichen Gesetzmäßigkeiten gehorchen. Dahinter steckt eine gewaltige Vereinheitlichung der Physik, und einmal mehr war eine Theorie ihrem Urheber weit voraus: Hendrik A. Lorentz erkannte zwar, daß seine Transformationsregeln durch Umrechnung der Ortskoordinaten Konsistenz in das Durcheinander brachten. Daß bei dieser Kalkulation aber Ort und Zeit durch gegenseitige Bezugnahme innig miteinander verkoppelt wurden und so »nebenbei« auch eine transformierte Zeit auftauchte, betrachtete er nur als formale Angelegenheit ohne physikalische Entsprechung. Einstein erst widerrief den absoluten Charakter der Zeit, indem er ihre unauflösliche Verbindung mit den drei Raumdimensionen nachwies. »Von Stund an sollen Raum für sich und Zeit für sich völlig zu Schatten herabsinken, und nur noch eine Art Union der beiden soll Selbständigkeit bewahren« [MINKOWSKI in SCHMUTZER,1979:61]. Über diese neuentdeckte unteilbare Ganzheit, das *Raumzeit-Kontinuum*, sind nach derzeitigem Wissensstand wieder absolute, beobachterunabhängige Aussagen möglich.

Die Relativität menschlichen Erkennens

Das ganze Dilemma der Relativität ist einmal mehr unserer begrenzten Erkenntnisfähigkeit anzulasten. Genauso, wie unsere Sinne uns fehlleiten, wenn sie dazu verführen, die Erhaltungssätze von Energie und Materie auseinanderzureißen – wir sprachen gerade davon –, so narren sie uns, indem sie zwei »Teilansichten« der Raumzeit auf grundverschiedene Schirme unserer

Wahrnehmung projizieren. Eine vergleichbare Abbildung läßt den Schatten eines Hauses gegen Mittag kürzer werden. Wieder verändert sich ein Aspekt nur, weil wir ihn aus seiner Gesamtheit (hier: seinen drei Dimensionen Höhe, Länge, Breite) herausgelöst betrachten, nämlich als zweidimensionale Projektion auf das Straßenpflaster. Im Falle des Kontinuums, dessen vier Dimensionen sich unserem Vorstellungsvermögen entziehen, nehmen wir eine Aufspaltung in drei räumliche und eine zeitliche Koordinate vor. Wir wissen jetzt, daß das verkehrt – weil nicht der Wirklichkeit adäquat – ist; wir wissen, daß unsere Anschauung nur ein primitives Modell mit eingeschränkter Gültigkeit darstellt, aber: natürlich können wir trotzdem nicht heraus aus unserer Haut...

Hat man sich erst einmal klar gemacht, daß die Ausstattung unseres Erkenntnisapparates konzeptionell hinter der Realität zurückbleibt, und daß wir dieses Defizit nur mühsam und unvollkommen mit abstrakten Modellen in unserem Geist wettmachen, so bleibt im Grunde nichts Aufregendes an der Relativitätstheorie – mit Ausnahme der Tatsache, daß sie uns genau diesen Zusammenhang vor Augen geführt hat, und uns damit zeigt, daß die Menschen eines mit den Zecken gemein haben: die Unvollständigkeit ihres Weltbildes, und das ist ihre mit Abstand bedeutendste Interpretation.

Aber auch die Relativitätstheorie selbst ist im geschilderten Umfang noch beklagenswert unfertig: bisher habe ich nämlich zwei ihre Anwendbarkeit empfindlich einschränkende Bedingungen unterschlagen. Zum einen muß die Relativbewegung der Beobachter *gleichförmig* sein, d.h. weder ihr Betrag noch ihre Richtung dürfen sich ändern. Zum anderen ist keine Gravitation zugelassen. Diese Sonderfälle sind es, welche die Theorie zur »Speziellen« machen. Beide Voraussetzungen lassen sich nur im interstellaren Raum annähernd erfüllen, da die Erde ja sowohl ein Schwerefeld aufweist, als auch durch allerlei Rotations-, Taumel- und Umlaufbewegungen die auf sie bezogenen Systeme Beschleunigungen aussetzt. Eine seit 300 Jahren verständnislos akzeptierte Erfahrung läßt diese zwei Bedingungen verschmelzen, verlangt aber ihrerseits nach einer Erklärung: die Rede ist von der Äquivalenz der *schweren* und der *trägen* Masse. Die Materie hat zwei scheinbar grundverschiedene Qualitäten, die sich als »Ankopplung« an ein Schwerefeld (im Gravitationsgesetz) bzw. als Beharrungsvermögen (in Bewegungsgleichungen) manifestiert.

Ohne die Gründe dafür zu ahnen, stellte man empirisch mit immer besserer Genauigkeit die quantitative Gleichheit beider Aspekte für Körper jeder Machart und beliebige Materialien fest. Und bemerkenswerterweise gibt es keine Möglichkeit, ein gleichmäßig beschleunigtes Bezugssystem und ein

Gravitationsfeld bezüglich ihrer Wirkung zu unterscheiden: Auf der einen Seite ist es völlig gleichwertig, in einem wartenden Aufzug zu stehen, bzw. – aus dem Schwerfeld der Erde ins freie All versetzt – seine gleichmäßige Beschleunigung als Fahrgast zu verspüren. In beiden Fällen erleben wir wie gewohnt unser Gewicht. Andererseits können wir nicht entscheiden, ob wir in einer unbeschleunigten Kabine schwerelos im Weltall schweben, oder ob der Lift nach Bruch des Tragkabels frei fallend kellerwärts rast (jedenfalls nicht vor Ankunft). In diesen beiden Situationen segeln wir gewichtslos in der Luft umher.

Wir sehen also, daß die beiden Einschränkungen der Speziellen Relativitätstheorie auf gleichförmige Bewegung und Gravitationsfreiheit gleichbedeutend sind, um so mehr, als die Äquivalenz von Beschleunigung und Schwerfeld nicht nur bezüglich mechanischer Vorgänge, sondern für *alle* physikalischen Gesetze gilt. Unser Liftbenutzer könnte also tatsächlich auf keine Weise Klarheit über seine äußere Lage erlangen. Die Befreiung von diesen Voraussetzungen kostete Einstein ein arbeitsreiches Jahrzehnt, so daß er 1915 die Allgemeine Relativitätstheorie vorlegen konnte. Ganz anders als ihre Vorgängerin entstand sie nicht unter akutem Erklärungsbedarf der Experimentalphysik, und sie konnte auch nicht wie damals aus sich anbietenden Bausteinen wie denen von Gauß, Lorentz oder Minkowski errichtet werden. Einstein zeigte, daß die Gravitation in der ›ebenen‹ Raumzeit nicht angemessen faßbar ist. Durch den Übergang von der Euklidischen zur Riemannschen Geometrie wählte er das mathematische Werkzeug zur Handhabung einer problemgerecht ›gekrümmten‹ Raumzeit. Während wir uns die Verformung von Linien, Flächen und auch Räumen noch gut vorstellen können, bleibt uns dies bei einem vierdimensionalen Kontinuum natürlich ebenso verschlossen wie schon dessen unverzerrte Version. Wir sollten unsere Phantasie auch nicht damit strapazieren. Nützlich ist aber die Analogie zu ›unendlichen‹ Objekten begrenzter Ausdehnung. Ein Kreisring oder eine Kugelfläche sind die einfachsten Vertreter dieser Klasse. Auch die Raumzeit läßt sich zu solchen grenzenlosen Gebilden von endlicher Größe deformieren, etwa zur sogenannten ›Hypersphäre‹. Damit muß sich die Anschauung endgültig verabschieden, wenn von Endlichkeit oder Unendlichkeit des Alls die Rede ist.

Im Gegensatz zur vielfach bestätigten und durchweg anerkannten Speziellen Relativitätstheorie weist die verallgemeinerte Form aufgrund ihrer ungleich komplexeren mathematischen Struktur einen erheblichen Interpretationsbedarf auf. Auch ist es ungewöhnlich schwierig, exakte und physikalisch sinnvolle Lösungen zu finden. Wenn das aber gelingt, dann zeichnen sich mitunter

ungeheure Sachverhalte ab, so etwa die mysteriösen Gravitationswellen, die nicht minder geheimnisvolle, aber inzwischen wohl gesicherte Existenz Schwarzer Löcher oder gar eine komplette Kosmologie.

Die revolutionären Schlußfolgerungen, die Einstein aber zunächst zog, betrafen (Schwer-)Kraft und Materie. Gravitation stellt nicht irgendeine spukhafte Fernwirkung dar, sondern sie ist einfach die Verzerrung der Raumzeit. Der Mond wird nicht vom Wechselspiel einer anziehenden Kraft und seiner Trägheitskraft in die Erdumlaufbahn gezwungen, er folgt lediglich der lokalen Krümmung. Was so in Abwesenheit der Erde eine schnurgerade Bahn wäre, erscheint – in dem durch die Gegenwart unseres Planeten arg verbogenen Kontinuum – als Kreis. Wenigstens bildet unsere Wahrnehmung das so ab. Kurz: Materie krümmt und biegt die Raumzeit-Geometrie, und diese wiederum ist für die Bewegung der Materie verantwortlich. Kräfte sind also nur ›Verhaltensweisen‹ von Materie inmitten dieser Landschaft, symptomatisch für deren jeweilige Form.

Nichtsdestotrotz werden wir den Begriff der Kraft unbekümmert auch weiterhin verwenden, da er unbestreitbar praktisch ist. Wenn wir von den Buddhisten gelernt haben, Begriffe nicht mit der Wirklichkeit zu verwechseln, dann sollte uns ohnehin klar geworden sein, daß durch das vierdimensionale Kontinuum nicht ein ärgerlicher Fehler ein für alle Mal richtiggestellt worden ist. Es ist nur so, daß dieser neue Begriff einen viel größeren Bereich der Wirklichkeit erfolgreich *beschreibt*. Im strengen Sinne hat das etwas mit Brauchbarkeit zu tun, gar nichts hingegen mit Richtigkeit. Und so lernen wir in der Schule heute wie vor hundert Jahren die Newtonsche Physik, genau wie wir ganz unbekümmert vom Sonnenuntergang statt vom ›Hindrehen der Erde zur Nachtseite‹ sprechen, weil ersteres für viele Belange völlig ausreicht und letzteres entschieden romantischer ist.

Gelegentlich werden – wie in diesem Beispiel – Teile unserer Begriffswelt zerschmettert, wenn Menschen wie Kopernikus, Darwin oder Einstein auf den Plan treten, um uns die Augen zu öffnen. Wir sollten diese Krisen dankbar als Chance annehmen, die sicher geglaubte Unabänderlichkeit aller Überbleibsel ebenfalls aufzugeben, so wie wir uns bezüglich unserer kosmischen Sonderstellung, des Raumes, der Zeit und der Materie bereits dazu gezwungen sahen.

Weite Teile der Relativitätstheorie sind in der Praxis bestens bewährt. Beispielsweise erklärt die Raumzeitkrümmung der Sonne einen Winkelfehler bei der Beobachtung von Sternen in der Nähe des Sonnenrandes, da das Licht – der Verwerfung folgend – einen kleinen Bogen macht. Newtons Gravitationsgesetz versagt hier. Drastischer kann die Beobachtung sehr weit entfernter

kosmischer Objekte beeinträchtigt werden: So bilden interstellare Massen regelrechte Gravitationslinsen, die dazu führen, daß völlig nüchterne Astronomen Quasare doppelt sehen [BREUER,1981:158].

Aber auch eine Theorie von solcher Erklärungskraft könnte durchaus irgendwann einer noch weiter gefaßten Beschreibung – als Spezialfall oder Näherung – unterstellt werden. Einstein selbst beklagte einmal den schweren Stand des Theoretikers, zu dessen Werk die Natur niemals ›ja‹, im günstigsten Falle ›vielleicht‹, meistens aber ›nein‹ sagt [1979a:19].

Quantentheorie

»Wenn man nicht zunächst über die Quantentheorie entsetzt ist, kann man sie doch unmöglich verstanden haben.«

NIELS BOHR [in HEISENBERG,1969:241]

»Ich glaube, man kann mit Sicherheit behaupten, daß niemand die Quantenmechanik versteht.«

RICHARD P. FEYNMAN [in HERBERT,1985:11]

Selbst diese beiden Nobelpreisträger haben also offenbar gewisse Probleme mit ihr. Das sollte uns doch wenigstens neugierig darauf machen, worum es überhaupt geht. Bei dieser Erkundung ist nicht auszuschließen, daß man versehentlich die eine oder andere Kleinigkeit dann doch versteht...

Während der vergangenen Jahrhunderte feierte unsere rationale Weltsicht Triumphe. Der anhaltende Wissenszuwachs über Mikro- und Makrokosmos, die bewährte Reduzierbarkeit aller Phänomene auf Grundbausteine, -muster und -verhaltensweisen schienen zu der Überzeugung zu berechtigen, die Naturwissenschaft sei jene für die letzten noch offenen Fragen zuständige Instanz, und würde sie in absehbarer Zeit beantwortet haben.

Doch zu Beginn des zwanzigsten Jahrhunderts mehrten sich Anzeichen, die der Selbstsicherheit des analysierenden Verstandes empfindliche und nachhaltige Tiefschläge versetzten. Das niederschmetternde daran war, daß diese Verunsicherung aus einer Richtung kam, aus der sie am wenigsten erwartet worden war, und aus der man sie unmöglich ignorieren konnte: Das leuchtende Vorbild aller Naturwissenschaften, die ›Königin Physik‹ hörte nicht nur damit auf, unser Verständnis der Welt zu vertiefen, sondern begann, dem gesunden Menschenverstand und aller Alltagserfahrung zu spotten. Die Aussagen der Relativitätstheorie waren diesbezüglich erst der Anfang. Nun hieß es:

- Licht hat, abhängig von der vorgenommenen Beobachtung, einmal Teilcheneigenschaften, ein andermal erscheint es als Welle.
- Energie und Materie sind nicht kontinuierlich, sondern von ›körniger‹ Struktur.
- Ein bewegtes Teilchen *hat nicht gleichzeitig* einen exakt lokalisierbaren Aufenthaltsort *und* eine genau angebbare Geschwindigkeit. Dieses Phänomen erweist sich nicht nur als meßtechnische Einschränkung, sondern als eine Art von ›Verschmiertheit‹ oder ›Unschärfe‹ der subatomaren Wirklichkeit.
- Diese prinzipielle Unbestimmtheit im Mikrokosmos geht so weit, daß wir uns von der bewährten Gewißheit trennen müssen, alles habe eine eindeutige Ursache. So stellt sich uns beispielsweise der radioaktive Zerfall als völlig spontan und nur noch statistisch beschreibbar dar.
- Eine andere Konsequenz daraus ist, daß wir selbst eine so grundlegende Vorstellung wie die vom ›leeren Raum‹ aufzugeben gezwungen sind: es gibt ihn einfach nicht. In unserem idealisierten Vakuum (lat. *vacuus*; leer) entstehen und vergehen in Wirklichkeit ständig unzählige kurzlebige Teilchen. Ihre flüchtige Existenz ist vom Nichts geliehen und kehrt unverzüglich wieder ins Nichts zurück.

Es sind all dies keine esoterischen Ideen, sondern beobachtbare Aspekte der Quantenmechanik, welche »... die Theorie der Physik ist. Sie hat alles, von subatomaren Partikeln bis zu stellaren Phänomenen, schlüssig erklärt. Noch nie gab es eine umfassendere Theorie. Keine andere Theorie hat ihr ihren Rang bislang streitig gemacht« [ZUKAV,1979:229].

Im Grunde sollte uns all das nicht mehr sonderlich überraschen. Wir haben verstanden, wie sich unsere Erkenntnisstrukturen der Umwelt ›anschmiegen‹, in der Weise, daß wir uns gut genug darin zurechtfinden, um zu überleben. Nun waren Phänomene atomarer oder kosmischer Größenordnungen, Massen und Geschwindigkeiten nie überlebensrelevante Aspekte unserer Umwelt. Mangels Bedarf sind unsere Kategorien also in ihrer langen Entwicklungsgeschichte nie befähigt worden, etwas Derartiges zu erfassen. Und so *muß* die Wirklichkeit ihre vertrauten Züge verlieren, wenn wir jene Grenzen überschreiten, innerhalb derer wir uns leidlich mit ihr vertraut gemacht haben. Wir werden uns auf diese (laut Niels Bohr ›entsetzliche‹) Vorstellungswelt einlassen – nicht als Selbstzweck oder zur mentalen Gymnastik, sondern um zu spüren, wie der Boden des Vertrauten unter unseren Füßen zerbröckelt. Wenn sich dann jeder Halt, jede geglaubte Sicherheit aufgelöst hat, können wir den

ungeheuren Sprung vom Allereinfachsten zu dem tun, was wir unbeirrt ›Schöpfung‹ nennen werden.

Die gespaltene Zunge des Mikrokosmos

Wie bereits erwähnt, folgerte Christian Huygens vor sage und schreibe 300 Jahren, Licht müsse eine Wellenerscheinung sein, analog etwa zu den Wasserwellen. Ein gutes Jahrhundert später untermauerte Thomas Young diese Hypothese mit seinem berühmten Doppelspalt-Versuch. Die Einzelheiten sind in jedem Physikbuch nachzulesen. Hier nur soviel: Projiziert man zwei sehr schmale, direkt parallel benachbarte Schlitze auf einen Schirm, so findet man statt der erwarteten beiden Lichtstreifen ein regelmäßiges Linienmuster, das vom Zentrum nach außen an Intensität verliert. Das Phänomen (›Interferenz‹) war schon damals wohlbekannt und verstanden – wenigstens bei Wellen auf Wasseroberflächen, und diese benehmen sich formal exakt gleichartig. Man durfte sich aus gutem Grunde zu dem Analogieschluß berechtigt fühlen, daß Licht folglich Wellennatur haben müsse.

Wiederum ein Jahrhundert verging, bis ein komplettes Modell des Lichtes als elektromagnetischer Welle vorlag, basierend auf der bereits erwähnten Theorie von James C. Maxwell und den Experimenten von Heinrich Hertz. Unklar war einzig noch die Beschaffenheit des allgegenwärtigen Mediums, in dem sich diese Wellen ausbreiten: der geheimnisvolle ›Äther‹.

Zu Beginn unseres Jahrhunderts trat nun Einstein den ebenso plausiblen Beweis an, daß Licht Eigenschaften hat, die eindeutig nur Teilchen zueigen sind – die Rede ist vom lichtelektrischen Effekt. Veranschaulichen wir uns den Gedankengang an einem etwas anderen Beispiel: Wie wir aus Erfahrung wissen, können wir bei Nachtaufnahmen durch Wahl einer ausreichend langen Belichtungszeit auch die finsterste Szenerie auf den Film bannen. Warum eigentlich? Die Schwärzung der photographischen Schicht kommt durch Spaltung von Silberhalogenid-Molekülen zustande. Um eine solche Reaktion stattfinden zu lassen, muß eine bestimmte Energieportion *auf einmal* wirksam werden und die chemische Bindung aufbrechen.

Wenn wir das Wellenmodell zugrunde legen, dann ist nicht einzusehen, wie ein Lichtschimmer, der unterhalb der erforderlichen Intensitätsgrenze liegt, überhaupt jemals eine Schwärzung bewirken kann: Es ist wie bei einem Hammer, der auf einer Glasplatte liegt. Ist er sehr schwer, geht die Scheibe entzwei, unterhalb dieser ›kritischen Masse‹ wird jedoch gar nichts geschehen, auch wenn wir noch so lange warten.

Nun stellt man aber fest, daß unser Film mit zeitlich zunehmender Schwärzung auf ultraviolette Strahlung, blaues, grünes und gelbes Licht reagiert, aber irgendwo im tiefroten oder infraroten Bereich nicht mehr anspricht. Und hier finden wir nun in der Tat eine abrupte Schwelle, unterhalb derer ›nichts mehr geht‹, gleichgültig, wie lange oder wie hell das Licht einwirkt. Folglich muß die Energie, die das Licht für die photochemische Reaktion bereitstellt, eigentümlicherweise von seiner *Farbe* abhängen, nicht aber von seiner *Intensität*. Ergreifen wir den Hammer und klopfen damit sacht auf die Scheibe (was rotem Licht entspräche), so geschieht nichts. Auch wenn wir viel rascher klopfen (es sozusagen heller werden lassen) bleibt das Glas ganz. Aber schon ein einziger kräftiger Schlag (von ›grüner‹ oder gar ›blauer Heftigkeit‹) beschert uns einen Scherbenhaufen. Viele Hammerschläge produzieren immer mehr Scherben, respektive nimmt die Schwärzung des Filmes mit der Zeit zu. Das führt uns zu einer Vorstellung, die mit dem Wellenmodell wenig zu tun hat, ihm sogar unversöhnlich widerspricht: Licht ist demnach ein ›körniger‹ Fluß von abgepackten Energieportionen, den Photonen, die – wie der Hammer – einen Impuls transportieren, der sich (wenigstens in einem kleinen Ausschnitt seiner Größenskala) unserem Auge als ›Farbe‹ darstellt. Die Strahlungsstärke (im Wellenbild: die Intensität) fassen wir in der Quantenvorstellung als ›Durchflußrate‹ auf, also als Photonenzahl (Hammerschläge) pro Zeiteinheit. Dieses Dilemma der Koexistenz zweier einander ausschließender Modelle bezeichnet man häufig als Welle/Teilchen-Dualismus; ein Paradoxon, das nur Vorbote vieler weiterer war, die unsere Vorstellung von ›objektiver Realität‹ zumindest in atomaren Dimensionen erschütterten: Faßt man ein naturwissenschaftliches Experiment als Frage an die Natur auf, so müssen wir hinnehmen, daß die Antwort nicht ausschließlich vom Objekt (hier: dem Phänomen ›Licht‹) abhängt, sondern ganz entscheidend von der Fragestellung (dem Experiment), kurz: vom Beobachter! Was wird aus dem Selbstverständnis der Physik – ohne Ausweg aus dieser Subjektivität? Und wie steht es wirklich um den redensartlich gesund geglaubten Menschenverstand?

Verfolgen wir aber weiter die historische Entwicklung. Eine höchst einfache mathematische Beschreibung, die auf Max Planck zurückgeht, verknüpft die Frequenz der Welle mit der Energie des Photons – welche Ironie: ungeachtet aller prinzipiellen Widersprüche harmonieren die beiden Hälften des Dualismus im Detail ausgezeichnet. Die Frage nach dem Warum brachte schließlich Louis V. de Broglie auf den ungeheuerlichen Gedanken, die Quelle des Lichtes, nämlich die Materie selbst, habe Wellencharakter.

Dazu müssen wir kurz ausholen: Das damals gängige Atommodell sah vor, daß die Elektronen den Atomkern umkreisen, und zwar ausschließlich auf Bahnen ganz bestimmten Durchmessers. Niels Bohr hatte exakte ›Quantenbedingungen‹ für solche stabilen Bahnen aufgestellt. Weiterhin wußte man, daß ein Atom Licht aussendet, wenn eines seiner Elektronen von einer höheren, ›angeregten‹ Umlaufbahn in eine niedrigere zurückfällt. Bohrs Quantenbedingungen beschrieben beispielsweise das Spektrum eines zum Leuchten angeregten Gases in völliger Übereinstimmung mit der Messung.

Und nun formulierte de Broglie seinerseits Bedingungen für die stabilen Bahnen, indem er den Elektronen formal Welleneigenschaften zusprach. Er tat so, als gelte es, nur stehende Wellen zuzulassen. Die stehende Welle ist eine Schwingungsform, die sich etwa an einer angeschlagenen Klaviersaite studieren läßt: Die ›Knoten‹, also die in Ruhe befindlichen Punkte zwischen den schwingenden ›Bäuchen‹ verändern ihre Lage nicht – die Welle steht. Beim Grundton gibt es gerade zwei solcher Knoten (die Einspannstellen); schwingt die Saite dagegen auf einem Oberton, einer Harmonischen, so kommen weitere Knoten in gleichmäßigen Abständen dazu.

Daß de Broglie diese Vorstellung auf Bohrs Atommodell übertrug, fand Einstein zwar verrückt, aber nichtsdestoweniger folgerichtig. Und tatsächlich: es funktionierte! Trotz des völlig verschiedenen Ansatzes stimmten die Resultate der ›Wellenbedingungen‹ mit denen von Bohrs ›Quantenbedingungen‹ perfekt überein. Das sollte weitreichende Konsequenzen haben. Denn immerhin war das Photon ein doch eher fragwürdiges ›Teilchen‹: es ist reiner Impuls. Hat man es durch Aufzehrung seiner Energie abgebremst, so ist es auch schon restlos verschwunden. Seine Existenz liegt ausschließlich in seiner Bewegungsenergie, es hat keinerlei Ruhemasse. Das Elektron dagegen, das de Broglie nun wellenhaft beschrieb, ist aber ›richtige‹ Materie im traditionellen Sinn, wenn auch unfaßbar wenig. Damit dehnte sich der Dualismus des Lichtes nunmehr auf die solide Materie aus, zumal kurze Zeit später Interferenzen zwischen Elektronen erstmals auch experimentell nachgewiesen wurden.

Schließlich stellte Erwin Schrödinger die nach ihm benannte Gleichung auf, die eine komplette räumliche und zeitliche Beschreibung der Quantenwelle eines Elektrons im Atom darstellt. Die Schrödinger-Gleichung erwies sich als ungeheuer brauchbar, sie lieferte überprüfbar richtige und praktisch verwertbare Ergebnisse, nur leider wußte niemand so recht, was das physikalische Korrelat zu dem abstrakten mathematischen Gebilde einer solchen Quantenwelle eigentlich sein soll.

Wellige Wahrscheinlichkeiten

An dieser Stelle müssen wir heftig aufpassen, um uns nicht in Begriffen zu verstricken: Es gibt keine Quantenwellen. Was heißt das? Betrachten wir eine gewöhnliche Welle, die sich auf einem Gewässer ausbreitet. Real (jedenfalls für diese Überlegung) sind im Grunde nur die Wassermoleküle. Eine große Zahl solcher benachbarter Teilchen, die sich zur gleichen Zeit in ähnlicher Weise bewegen, verbindet unsere Wahrnehmung zu der gedanklichen Konstruktion ›Welle‹. Aus der Sicht eines der beteiligten Moleküle wäre ein solcher Begriff für dieses Phänomen kaum entstanden – muß es sich doch quasi ruhend in seinem ›Kosmos‹ vorkommen, der bis an die ›Grenzen der Beobachtbarkeit‹ (das mögen fiktiv Milliarden von Moleküldurchmessern sein) eine gleichsinnige Bewegung vollführt. Selbst noch für einen Mikroorganismus, etwa Plankton, mag ein solches Weltbild gelten, dächte er nur darüber nach. Einem Flugzeugträger ›entgehen‹ gewöhnliche Wellen aus entgegengesetzten Gründen: Ihre Struktur ist zu winzig für sein Auflösungsvermögen.

Diese Art von Wellen, die uns so selbstverständlich wirklich erscheint, haben wir uns selbst geschaffen, einerseits, weil unsere eigenen körperlichen Dimensionen irgendwo zwischen denen von Plankton und Flugzeugträgern liegen, andererseits, weil diese Zusammenfassung einer riesigen Zahl komplexer Bewegungsabläufe zu einem einzigen Wort unbestreitbar praktisch ist. (Deshalb hat das die Natur bereits so in unserer Wahrnehmung arrangiert, lange bevor wir etwas von Molekülen ahnten.) Aber selbst, wenn wir uns die relative Willkür der Begriffsbildung ›Welle‹ bewußt gemacht haben: Auf dieser Beschreibungsebene können wir immer noch sagen, woraus unsere Welle besteht, und – im Einzelfall – wo sich ihre Teilchen befinden und wie sich die Erscheinung räumlich und zeitlich weiterentwickeln wird. Schließlich liegen dem ja letztlich recht einfache physikalische Gesetzmäßigkeiten zugrunde. Damit ist dieses Phänomen für uns entschieden realer als eine Quantenwelle. Versuchen wir also, ›unwirklicher‹ zu werden. Versetzen wir uns in ein Beispiel, das erst auf den zweiten Blick ziemlich analog ist zu der vertrauten wässrigen Welle. Vier maßgebliche Unterschiede haben wir zu beachten:

- Erstens die *räumliche Ausdehnung*. Das Phänomen unseres neuen Beispiels (worum es sich eigentlich handelt? Noch etwas Geduld – vielleicht kommen Sie gleich selbst darauf) ist viel ausgedehnter. Haben wir die Welle in Metern gemessen, so müssen wir jetzt in Hunderten von Kilometern denken.

- Zweitens verhält es sich ähnlich mit dem *Zeitmaßstab*. Hier müssen wir von Sekunden auf Wochen übergehen.
- Drittens sind die *Elementarteilchen* des Phänomens keine Moleküle, sondern Menschen. Und die *Dynamik*, die wir betrachten wollen, liegt nicht in deren Bewegungsabläufen, vielmehr in einer bestimmten Störung ihres physiologischen Gleichgewichtes.
- Und schließlich sind viertens die Wirkungszusammenhänge ungleich *komplexer*. Wir kommen nicht mehr aus mit etwas Strömungslehre und Impulserhaltung, wir haben es zu tun mit einem unentwirrbaren Geflecht von Gesundheitsvor- und -fürsorge, Klima und Witterung, Ernährung, Kultur, Umweltbelastung und zahlloser anderer Faktoren materieller und psychologischer Art.

Kurz, die Rede ist von einer Grippewelle. Daß wir überhaupt darauf kommen, in dieser Erscheinung etwas Wellenhaftes zu erblicken, ist eine gewaltige Erkenntnisleistung. Wir sind – im Bild unseres ersten Beispiels – auf der Skala Plankton/Flugzeugträger weit nach unten gerutscht, soweit, daß wir jetzt die ›Elementarteilchen‹ des Phänomens direkt beobachten können. Wir selbst stecken ja in deren Rolle. Dafür büßen wir den unmittelbaren Überblick über die weiträumige Verbreitung ein. Auch ist unser Zeitempfinden gewissermaßen zu ›kurzatmig‹, um bei der vergleichsweise langsamen Entwicklung einer Grippewelle ein direktes Erleben ihrer Dynamik zuzulassen.

In der abstrakten Welt unseres Verstandes können wir beides wettmachen, indem wir uns z.B. kleine Trickfilme anfertigen, in denen schraffierte Flächen wechselnder Form und Ausdehnung im Zeitraffer über eine Landkarte wandern, und damit die räumliche und zeitliche Verbreitung des Auftretens dieser epidemischen Viruserkrankung symbolisieren. Dieser Kunstgriff versetzt uns in die Lage, eine Grippewelle zu ›sehen‹. (Nebenbei: für einen nicht-zivilisierten Urwaldbewohner wäre völlig uneinsichtig, was der Trickfilm mit der Wirklichkeit zu tun haben soll.) Und selbst wenn Sie sich mir in unserem ersten Beispiel nicht recht anschließen mochten, als es hieß, der Wasserwelle ihre Realität abzusprechen, so werden Sie zustimmen, wenn ich unterstelle, daß Sie noch nie eine Grippewelle ›auf frischer Tat ertappt‹ haben. Denn schließlich ist auch sie (in noch viel höherem Maße, weil abstrakter) eine von uns gezimmerte Schublade für ein Stück Wirklichkeit. *Und sonst nichts*.

Aber unser Vergleich ist noch ein ganzes Stück weiter tragfähig: Wie erinnerlich, konnten wir bei der Wasserwelle wenigstens die unmittelbare ›Vergangenheit‹ und ›Zukunft‹ aufgrund der überschaubaren Zusammenhänge unter gewissen Voraussetzungen recht ordentlich beschreiben. Die Gesetze der

Mechanik ermöglichen uns, den Weg eines Teilchens in der Welle ein Stück weit vorauszuberechnen, wenn genügend Daten über die Dynamik und die Randbedingungen zur Verfügung stehen. Ganz anders bei der Grippewelle: Zwar können wir präzise Angaben über ihre ›Vergangenheit‹ machen, ihre Herkunft, Geschwindigkeit, und sogar ihre individuellen Opfer benennen. Über ihre Zukunft aber ist uns nichts mit Gewißheit bekannt. Das liegt einfach daran, daß die Zusammenhänge zu verwickelt sind. Man kann nun darüber philosophieren, ob ein Computer, dem Ihre physiologische Gesamtkonstitution, Gemütsverfassung, Lebens- und Ernährungsgewohnheiten sowie die Eigenheiten des grassierenden Grippevirus bekannt sind, aufgrund dessen prophezeien könnte, ob Sie erkranken werden. Ich glaube, es ist ohne große Argumentation unmittelbar einzusehen, daß er das nicht im Sinne einer Ja/Nein-Entscheidung, sondern nur als Wahrscheinlichkeitsanalyse würde tun können. Das gilt sogar, wenn man *alle* beteiligten Zusammenhänge kennen würde (das ist wohl illusorisch) und einen Menschen bis herab auf die Ebene seiner Zellen simulierte, jede dieser Zellen aus deren Molekülen beschrieb, die Moleküle aus ihren Atomen und diese aus ihren Elementarteilchen. (Das ist sowohl praktisch undurchführbar, als auch – wie wir noch sehen werden – ein theoretisch irriger Ansatz.)

Die Konsequenz daraus ist, daß wir – und stünden uns auch Unmengen von Daten über die Epidemie zur Verfügung – den Gesundheitszustand irgendeines *bestimmten* Individuums nicht anders als statistisch, d.h. unter Zuhilfenahme von Wahrscheinlichkeiten prognostizieren können. Wenn wir also über einige Erfahrungen mit solchen Infektionswellen verfügen, die offenbar nicht notwendigerweise tiefere Zusammenhänge erfassen müssen, so sind wir in der Lage anzugeben, mit welcher Wahrscheinlichkeit eine Erkrankung an einem bestimmten Ort zu einer gegebenen Zeit eintreten wird. Verallgemeinern Sie jetzt ›Erkrankung‹ zu ›Ereignis‹ und vergegenwärtigen Sie sich nochmals, daß die Vorstellung einer ›Welle‹ im Sinne des beschriebenen Trickfilms lediglich eine nicht-gegenständliche Konstruktion unseres Verstandes ist: Nun sind Sie zum Kern vierdimensionaler Wahrscheinlichkeitswellen vorgedrungen, und das ist mehr, als man von manchem Theoretiker sagen kann, der mühelos mit den komplizierten Operatoren mathematisch formulierter Wellengleichungen hantiert. Nochmals: Es gibt sie nicht, diese Quantenwellen. Im Gegensatz zu anderen physikalischen Wellen transportieren sie keine Energie. Sie sind reine Schöpfungen unseres Geistes; Gleichungen, die lediglich formale Gemeinsamkeiten haben mit den Beschreibungen anderer Wellenerscheinungen. Mit ihrer Hilfe können Aussagen gemacht werden über die Wahrscheinlichkeit, mit der wir ein subatomares Teilchen – beispielsweise ein Elektron innerhalb eines

Atoms – an einem bestimmten Ort zu gegebener Zeit antreffen. Diese Interpretation der Schrödinger-Gleichung geht auf Max Born zurück.

Damit haben wir das nötige Rüstzeug, um uns nochmals der Interferenz am Doppelspalt zuzuwenden – diesmal jedoch in der Quantenvorstellung: Das Licht bestehe aus Partikeln, den Photonen, deren Ausbreitung durch eine wellenartige Wahrscheinlichkeits-Funktion beschrieben werde. Das Linienmuster auf dem Projektionsschirm könnte dann als Überlagerung zweier solcher Funktionen, herrührend von den beiden Spalten, interpretiert werden, wobei es stellenweise zu Auslöschungen (dunkle Zonen) bzw. Verstärkungen (helle Streifen) kommt. Das geschieht nun wieder in perfekter Analogie zu den Mustern auf einer Wasseroberfläche: Zwei Wellenberge (oder -täler) verstärken einander bei Überlagerung, während beim Zusammentreffen von Berg und Tal eine gegenseitige Auslöschung stattfindet.

Nichts hindert uns, nun den Lichtstrom soweit drosseln, daß immer nur ein einzelnes Photon den Spalt passiert, also eigentlich nichts da ist, womit es interferieren könnte. Dennoch wird sich wieder genau dasselbe Linienmuster ausbilden, wenn man den Projektionsschirm gegen eine Photoplatte austauscht und genügend lange wartet, d.h. genügend Photonen sammelt. Dagegen erhalten wir ein abweichendes Ergebnis, wenn wir zunächst den einen, dann den anderen Spalt abdecken. Es zeigt sich dann nur jeweils ein heller Streifen, der durch Beugung mehr oder minder unscharf erscheint. Das ist aber nur zu erklären, wenn man unterstellt, daß ein Photon beim Durchfliegen des von ihm »ausgewählten« Spaltes von der Existenz des anderen »weiß«.

Eine mögliche Deutung der Quantentheorie erklärt diesen Sachverhalt folgendermaßen: Der Bildungsort des Photons ist nichts weiter als der Punkt, in dem eine Wahrscheinlichkeitswellenfront ihren Ursprung nimmt. Diese Welle breitet sich mit Lichtgeschwindigkeit in alle Raumrichtungen gleichberechtigt aus, bildet also eine Kugelfläche – wie ein im Aufblasen befindlicher Luftballon, auf dessen expandierender Hülle überall die gleiche Wahrscheinlichkeit besteht, das einzelne Photon zu entdecken. Wir erinnern uns, daß die Quantenwelle genau wie der Luftballon nur bildhaften Charakter hat und nichts Reales verkörpert. Unfaßlich bleibt, daß es dieses Photon bislang überhaupt nicht gibt. Die sich aufblähende Kugelschale bezeichnet lediglich das Fortschreiten seiner potentiellen Existenz; sie symbolisiert Orte, an denen es in die Wirklichkeit eintreten *könnte*. Wie unsere Versuchsergebnisse (die Interferenzmuster) zeigen, muß dieses geisterhafte Dasein zu irgendeinem Zeitpunkt in Tatsachen überführt worden sein. Bis zu diesem Zeitpunkt wird die Entwicklung von Schrödingers Gleichung beschrieben, aber der dann auftretende Sprung verwirrt (nicht nur) ihren

geistigen Vater zutiefst: »Wenn es doch bei dieser verdammten Quantenspringerei bleiben soll, so bedaure ich, mich überhaupt jemals mit der Quantentheorie abgegeben zu haben« [nach HEISENBERG, 1969:94].

Es ist wohl die größte Ungeheuerlichkeit an der Quantentheorie, daß sie ein beobachtendes Bewußtsein für dieses Ereignis verantwortlich macht. Unser Erkenntnisvermögen – gegebenenfalls »verlängert« durch Sinnesorgane und Apparaturen – ist die Nadel, die irgendwann irgendwo in den Ballon sticht. Dann und dort taucht das Photon auf, direkt vor der Nadelspitze; es platzt buchstäblich in die Welt. Gleichzeitig zerplatzt der Ballon, und mit ihm alle anderen potentiellen Geburtsorte des Teilchens: Der Beobachter hat aus unzähligen Entwicklungsmöglichkeiten der Wirklichkeit eine ausgewählt, und er trifft in jedem Augenblick zahllose derartige Entscheidungen!

Im Falle unseres Interferenz-Versuches ergibt sich folgendes Bild: Die kugelförmig anschwellende Quantenwelle erreicht irgendwann die Doppelspalt-Anordnung. Da bisher nichts und niemand davon Notiz genommen hat, das Quantensystem also nicht genötigt war, irgendein irreversibles Zeichen in die Welt zu setzen, ist auch keine der möglichen Realitäten geplatzt. Es ist zu diesem Zeitpunkt sinnlos, zu fragen, durch welchen Spalt das Photon fliegt – oder ob es gar in eine ganz andere Richtung unterwegs ist: Die Gegenwart ist noch mit zahlreichen Zukünften schwanger. Der Versuch, die Wirklichkeit zu überlisten, indem wir Sensoren an den Spalten anbringen, oder sonst irgendwie trickreich herausfinden, welches Schlupfloch gewählt wurde, hat in jedem Falle ein verblüffendes Resultat: *Das Interferenzmuster verschwindet!* Indem nämlich einer der beiden Sensoren pflichtschuldig Meldung machte, platzte die unausgesprochene Fülle der Quantenrealitäten, konkretisierte sich zu einer einzigen, und dieser bleibt nichts mehr, womit sie interferieren könnte. Unser sogenannter gesunder Menschenverstand ist nicht in diesen Gefilden herangereift, deshalb kann seine kleinkarierte Entweder/Oder-Logik nicht der ganzen Wirklichkeit gerecht werden. Die beklagte Unanschaulichkeit der Quanteneffekte beruht auf der Tatsache, daß wir Menschen unsere Beziehung zur Realität über ein sehr rohes Modell davon abwickeln.

Die mystisch angehauchte Aussage, das (potentielle) Teilchen nähme alle denkbaren Wege, solange wir es nicht beobachten, trägt wohl wenig zur Erhellung bei, wenngleich sie in gewisser Weise die Quintessenz der Erscheinung darstellt. Aus der Verhaltensforschung hat man für diese uneingeschränkte Nutzung aller Verbindungen den Begriff vom »territorialen Imperativ« entlehnt.

Das liefert auch die Erklärung für einen Sachverhalt, der uns so selbstverständlich ist, daß bereits der Hinweis auf seine Erklärungsbedürftigkeit befremdlich erscheint: Warum eigentlich nimmt ein Lichtstrahl stets den schnellsten Weg, üblicherweise also den geradlinigen? Wie ›erspürt‹ er Geradlinigkeit? Nun, wir müssen zur Kenntnis nehmen, daß der gerade Weg nichts anderes als den ›Mittelwert‹ aller gangbaren Wege darstellt, ein Interferenzprodukt aller möglichen Quantenwellen, die zwei Orte miteinander verbinden. Insofern kommt seiner Befolgung einfach die größte Wahrscheinlichkeit zu, weiter nichts. Was wir sehen, ist der Trampelpfad der breiten Masse von Quanten, der uns nichts über ihren abweichterischen Individualismus lehrt. Zwingend vorgeschrieben ist er keineswegs: Lassen wir etwa ein einzelnes Elektron streifend über eine Photoplatte fliegen, so hinterläßt es eine fahrige Spur von Punkten, die eben *nicht* exakt auf einer Geraden liegen [ZUKAV,1979:228f]. Was uns also als unverletzliches Gesetz erscheint, schält sich in dieser Betrachtung als prinzipiell vollkommene Freiheit der Wahl heraus. Im grenzenlosen Nebeneinander aller Alternativen heben sich die meisten in ihrer Wirkung gegenseitig auf, und unter dem Strich bleibt der goldene Mittelweg, nämlich die geradlinige Verbindung als wahrscheinlichste Marschroute: »Automatisch entdeckt das Licht die kürzesten Wege, und automatisch löscht es die Spuren seiner Erkundungen« [ATKINS,1981:69]. Soweit die etwas legere Beschreibung der Feynmanschen Formulierung der Quantentheorie, auch Pfadintegral-Methode genannt. Daraus ergibt sich eine interessante Betrachtungsweise für das eigentümliche Verhalten am Doppelspalt: Durch die Barrieren schränken wir den Pfadfindergeist der Quantenwelle ein, und da sie mithin keine Gewißheit mehr über den kürzesten aller Wege erlangen kann, gerät sie auf Abwege, die sich uns als Interferenzmuster darstellen.

Die Quantenwelle (nochmals: sie ist nur ein praktisches Hirngespinnst!) reagiert auf ein Hindernis – beispielsweise den Doppelspalt – genau wie die konzentrischen Ringe, mit denen ein in einen Teich geworfener Stein dessen Oberfläche kräuselt, auf eine maßstäblich vergrößerte Barriere reagieren würden: der größte Teil der Welle pflanzt sich unbeeindruckt fort, der kleine Sektor, der auf die Schlitze trifft, durchläuft sie beide gleichberechtigt. Die Überlagerung dieser beiden schmalen Wellenbündel im ›Schatten‹ hinter der Blende ergibt das bereits bekannte Interferenzmuster. Diese vollkommene Analogie war es ja, aus der Huygens schloß, Licht müsse Wellennatur haben. Die Quantentheorie aber sagt nun, daß dieses Muster zunächst nur eine Art Plan ist, aus dem wir für jeden Ort die Wahrscheinlichkeit ablesen können, mit der wir das potentielle Photon dort ›verwirklichen‹ – wenn wir mit unserer

Aufmerksamkeit dorthin pieksen. Mit anderen Worten: Wann immer wir irgendwo eine Partikel entdecken, wissen wir, daß sie unmittelbar zuvor noch eine unentschlossene Welle war.

Wie es scheint, haben wir uns auf diesem Weg in zwei völlig unversöhnliche Widersprüche – Teilchen und Welle – verrannt, die komischerweise aber nicht ohne einander auskommen. Nun, im Grunde ist dieser Dualismus gar keine so aufregende Sache. So sehen die Chinesen seit Jahrtausenden alles in der Welt sich darstellend aus komplementären Gegensatzpaaren, Yin und Yang; und auch wir selbst finden das in anderem Zusammenhang ganz selbstverständlich. Ernst P. Fischer [1987:82] läßt das Objekt ›Meier‹ mit drei verschiedenen Systemen wechselwirken; mit Frau, Kind und Chef. Keine der drei zutage tretenden Verhaltensweisen spezifiziert ›Meier‹ vollständig – erst ihre Gesamtheit mit allen Widersprüchen wird ›Meier‹ gerecht. Und paradox erscheint das nur, wenn einer sich anmaßt, den ganzen ›Meier‹ zu kennen. Wo steht denn geschrieben, daß wir uns auf die kleinkarierte Entweder/Oder-Fragestellung einzulassen hätten? ›Meier‹ ist nun mal kein Objekt, sondern ein dynamisches System, das nur im jeweiligen Zusammenhang adäquat beschrieben werden kann. Das erfordert Wenn/Dann- bzw. Je/Desto-Antworten. Warum in aller Welt sollte das bei Ihnen, mir und den Quanten anders sein?

Große Verbundenheit

Die fehlende Objektivität, der Einfluß des Beobachters auf jede Beobachtung – Einstein konnte die Konsequenzen dieser Deutung der Quantentheorie nie akzeptieren. Sein Hauptangriffspunkt war der Kollaps der Wahrscheinlichkeitsfunktion, der überall gleichzeitig stattfinden muß. Ausgehend von der ›Einstichstelle‹ muß das Platzen auf der Ballonhülle also unendlich schnell voranschreiten. Superluminale (überlichtschnelle) Signale aber sind nach der Relativitätstheorie nicht möglich. Einstein verließ sich auf das ausschließliche Wirken lokaler Ursachen - das sind eben solche, die höchstens lichtschneller Vermittlung bedürfen. Er argumentierte, daß die Quantentheorie unvollständig sein müsse, weil sie allein mit diesen lokalen Ursachen nicht auskomme, während nicht-lokale Ursachen nicht akzeptabel seien. Man möge das nicht mißverstehen: Keineswegs bekundete er damit Zweifel an den Resultaten der Quantentheorie – daß sie die physikalischen Phänomene bravourös beschreibt, war und ist anerkannt. Er hielt aber bis zu seinem Tod daran fest, daß es ein Modell der zugrundeliegenden Realität geben sollte, das *die Dinge selbst*

darstellt, und nicht nur Wahrscheinlichkeiten angibt: »Der Herrgott würfelt nicht«. Diesen Mangel an Bodenständigkeit warf er der Quantentheorie vor. Zur Bekräftigung ersann er 1935 gemeinsam mit Boris Podolsky und Nathan Rosen das nach ihnen benannte »EPR-Gedankenexperiment«. Wir wollen uns diesen Einwand – und seinen Zusammenbruch – genauer ansehen, da unsere Logik davon lebensgefährlich bedroht wird; ja geradezu mystische Vorstellungen bringen sich hier in Erinnerung.

Das EPR-Experiment beruht auf der Möglichkeit, Teilchenpaare mit besonderen Eigenschaften zu erzeugen: Beispielsweise zwei auseinanderfliegende Elektronen mit entgegengesetztem *Spin* (Drehimpuls). Hier genügt die vereinfachende Vorstellung von zwei gleichartigen Kreiseln mit übereinstimmender Achsorientierung und Drehzahl, aber gegensinniger Rotationsrichtung. Dieser völlig symmetrische Ursprung spiegelt sich in der gemeinsamen Beschreibung durch eine Quantenwelle wider. Bemerkenswert ist nun, daß einstweilen offen bleibt, wie die Kreiselachsen ausgerichtet sind bzw. welches Teilchen sich wie herum dreht. Jedes für sich verfügt noch über alle diesbezüglichen Möglichkeiten. In dem Augenblick jedoch, da wir an einem der beiden Elektronen eine Spinnmessung bezüglich einer frei gewählten Achsrichtung vornehmen, stellen wir fest, daß es genau um diese willkürliche Achse rotiert – so, als ließe es sich willig auf unser Spiel ein – und daß es nun eine konkrete Drehrichtung aufweist. Aus Symmetriegründen wissen wir dann im gleichen Augenblick auch genau über die Eigenschaften des zweiten Elektrons Bescheid. Nicht unser Wissen darüber bereitete Einstein Kopfzerbrechen – aber wie sollte jenes inzwischen vielleicht ungeheuer weit entfernte Parterteilchen augenblicklich, ohne die geringste Verzögerung von diesem Vorgang erfahren haben? Gewiß besteht eine *formale* Verknüpfung beider Einzelschicksale in der gemeinsamen Quantenwelle; Einstein gestand ihr aber keine *reale* Entsprechung zu.

Mit diesem Vorurteil – dem Ausschluß nicht-lokaler Verbindungen – kam er logisch zwingend zu dem Schluß, daß die Teilchen irgendwie befähigt sein müßten, unverzüglich über beliebige Entfernungen miteinander zu kommunizieren, um diese schier unglaubliche Kooperation zu ermöglichen. Das aber erschien ihm begreiflicher Weise völlig unannehmbar.

Drei Jahrzehnte später, 1964, legte John S. Bell ein Theorem vor, das auf fast triviale Weise den Umkehrschluß zieht: Die Unhaltbarkeit einer ausschließlich lokalen Realität. John Clauser hat 1972 experimentell die Übereinstimmung von Bells Beweis mit der Quantentheorie bestätigt, darüber hinaus konnte Alain Aspect 1982 ausschließen, daß zwischen den Teilchen irgendein Signalaustausch stattfindet (es sei denn, er wäre überlichtschnell).

Damit ist eindeutig (und sogar unabhängig von der Richtigkeit der Quantentheorie) bewiesen, daß unser Realitätsbild an einer weiteren Stelle tief in seinem Fundament korrekturbedürftig ist: Entweder müssen wir hinnehmen, daß

- Teilchen, die irgendwann einmal »miteinander zu tun hatten«, für immer und quer durch das ganze Universum *unmittelbar* verknüpft bleiben. »Der Mechanismus für diese augenblickliche Verknüpftetheit ist nicht irgendein unsichtbares Feld, das sich von einem Teil zum anderen ausdehnt, sondern die Tatsache, daß ein wenig vom 'Sein' eines jeden Teiles in dem anderen einquartiert ist« [HERBERT, 1985:293f]. Die Alternative wäre, daß
- Quanten eine Art überlichtschnellen Funkverkehr betreiben.

Wie auch immer, beide Möglichkeiten bringen eine unerwartete Verbundenheit zum Ausdruck, wobei die letztgenannte in meinen Augen eher ein verzweifelter Versuch ist, sich doch noch an das vertraut-atomistische Bild individueller Objekte zu klammern, wenngleich sie zu diesem Zwecke mit einem recht exotischen Telephon ausgestattet werden müssen.

Übrigens gibt es noch andere stillschweigend akzeptierte nicht-lokale Prinzipien, etwa das Pauli-Verbot, welches das Verhalten einer Klasse von Teilchen namens Fermionen reglementiert. Beispielsweise duldet ein Atom niemals die gleichzeitige Anwesenheit zweier Elektronen mit identischen Quantenzahlen (dazu zählt unter anderem der gerade erwähnte *Spin*). Wir haben keine Ahnung, wie dieser Ausschluß funktioniert, wissen aber, daß er von fundamentaler Bedeutung für die Struktur der Materie ist.

Wenn ich in diesem Zusammenhang etwas weiter oben von *unerwarteten* Verknüpfungen gesprochen habe, so stimmt das nur teilweise: Zwar hat die Naturwissenschaft in der Tat jahrhundertlang solche Gedanken als übelste Ketzerei verteufelt. So tat Newton die Nicht-Lokalität als so absurd ab, »daß kein Mensch, welcher in philosophischen Dingen eine genügende Denkfähigkeit hat, darauf verfallen« könnte. Dagegen waren die Mystiker aller Zeitalter stets von universeller Verbundenheit überzeugt, und haben dies auch immer wieder zum Ausdruck gebracht. Ein Beispiel dafür ist das alte chinesische Sprichwort »Du kannst keinen Grashalm abschneiden, ohne das Universum zu erschüttern«. Wir werden gleich noch sehen, daß sie häufig sogar überraschend ähnliche Worte wählten wie die Physiker von heute. Doch Vorsicht: Verknüpfte Quanten sind noch lange kein Freibrief für Esoteriker!

Welch zentrale Rolle das Bewußtsein innerhalb der Quantentheorie spielt, wird deutlich werden, wenn wir uns nun mit einigen ihrer Deutungen beschäftigen. Ich lasse Modelle beiseite, die sich auf konventionelle Objekte mit

superluminalem Signalaustausch stützen (niemand kann beweisen, daß sie falsch sind – aber wie gesagt mißfallen sie mir nun einmal. Für einen ›unzensurierten‹ Überblick empfehle ich Nick Herberts ausgezeichnetes Buch *Quanten-Realität* [1985]).

Wir haben bereits zwei Beispiele besprochen (Photon am Doppelspalt, Elektronenpaar im EPR-Experiment), bei denen anfangs eine Quantenwelle ›sich alle Türen offen hält‹, schließlich aber in eine Entscheidungssituation gerät, und dabei von ihren zahllosen Möglichkeiten eine einzige realisiert. Offensichtlich wird die Wahl im Augenblick der Messung getroffen. Man sagt, die Wellenfunktion *kollabiert*.

In recht loser Analogie könnten wir uns einen hungrigen Menschen denken, der zu je 30% nach Schweinebraten, Schwarzwälder-Kirsch-Torte und Salzhering lechzt; die verbleibenden 10% entfallen vage auf einen Apfel. Vor lauter Gier und Speichelfluß fällt keine Entscheidung, wenngleich einander ausschließende Vorstellungen (wenigstens für normale Geschmacksnerven) darunter sind. Dann erfolgt die Messung – der Schritt auf die Waage – und sofort fallen die Wahrscheinlichkeitsamplituden von Braten, Torte und Fisch auf Null zusammen, während der Apfel in der Gunst auf 100% hinaufschießt. Aus einem Gewirr von Ideen und Wünschen geht eine konkrete Handlung hervor: Der Mensch trottet wie ein begossener Pudel zur Obstschale.

Das Hauptproblem ist aber dadurch verdeckt, daß ich unserem übergewichtigen Quantenobjekt selbst ein Bewußtsein zugestanden habe, welches die Messung bewertet und Schlüsse daraus zieht. Wir verstehen heute noch nicht, wie die Wahrnehmung eines bewußten Beobachters auf die Quantenwelle Einfluß nehmen und ihren Kollaps herbeiführen kann, oder wie und wo sonst sich diese Weichenstellungen vollziehen. Ursprünglich sahen die Väter der Quantentheorie die Meßapparatur als jene Instanz an, welche die Wellenfunktion ›auf den Punkt bringt‹. In der Beobachtung ereigneten sich zwar durchaus reale Phänomene, hingegen sei es sinnlos, ohne Bezug auf diesen Vorgang von einer tieferen Realität zu sprechen. Die Herauslösung eines ›Objekts‹ aus dem Gewebe der Quantenverknüpfung wäre somit ein reiner Willkürakt menschlicher Wahrnehmung: »Isolierte materielle Teilchen sind Abstraktionen, ihre Eigenschaften sind nur durch ihre Wechselwirkung mit anderen Systemen definierbar und beobachtbar« und »Dinge leiten ihre Natur und ihr Sein von gegenseitiger Abhängigkeit her und sind nichts in sich selbst«. Die erste dieser beiden Aussagen stammt von Bohr, dem Mitbegründer der Quantentheorie, die zweite von Nagarjuna, einem buddhistischen

Philosophen. Die inhaltliche Identität sollte um so mehr überraschen, als die Lebzeiten beider um nahezu zwei Jahrtausende auseinander liegen...

Bei dem Versuch, tiefere Einsicht in die Bedeutung der Meßanordnung zu gewinnen, nahm man zunächst an, die Apparaturen seien so groß, daß ihre Quanteneigenschaften vernachlässigt, sie also als klassische Objekte betrachtet werden könnten. Dann liegt nahe, die erste stattfindende Veränderung irreversibler Art – Registrierung eines Zählrohrimpulses, Schwärzung eines lichtempfindlichen Silberkorns etc. – für den Quantensprung verantwortlich zu machen.

Nun zeigt Bells Beweis, daß die Realität nicht-lokal ist: Die Entgrenzung aller Einflußbereiche erhebt jeden Meßvorgang, jede Wahrnehmung zu einem Ereignis von kosmischer Tragweite. Das problematisiert die Beibehaltung des Konzeptes von der isolierten Klotzhaftigkeit der Meßanordnung. Andererseits aber nährt die Allverbundenheit Vorstellungen, es gebe doch eine fundamentale Wirklichkeit, die eben in dieser totalen Verknüpfung besteht – was nicht viel daran ändert, daß wir nach wie vor kurzsichtig blinzeln in Platons Höhle herumtappen.

Der Mathematiker John von Neumann tat schon in den frühen dreißiger Jahren den konsequenten Schritt, auch die Meßapparatur als Quantensystem zu behandeln. Er zeigt, daß sich in der ganzen Übertragungskette vom beobachteten System bis hin zu dessen Beobachter nichts finden läßt, was durch eine irgendwie ausgezeichnete Besonderheit den Kollaps der Quantenwelle einzuleiten vermöchte, und zieht daraus den Schluß, daß dieser Akt dem Bewußtsein vorbehalten ist.

Hugh Everetts recht originelle Variante ist die ›Viele-Welten-Deutung‹: Er ersetzt den Kollaps einfach durch eine Realitäts-Verzweigung. Keine der unzähligen Möglichkeiten erlischt, da bei jeder elementaren Entscheidung ein ganzer Satz von Kopien des aktuellen Universums entsteht, die – unerreichbar voneinander getrennt – alle diese Möglichkeiten fortspinnen. Dieses wohl aufwendigste aller denkbaren Modelle läßt so ziemlich alles in einer der sich potenzierenden Zweigwelten geschehen: *Jede* der Anwärterinnen auf den Titel ›Miss Universum‹, einschließlich aller ausgeschiedenen Konkurrentinnen der Vorauswahlen, hätte – neben zahlreichen Niederlagen – ein ›siegreiches‹ Universum für sich. Diese Hypothese ist immun gegen jede Widerlegungsstrategie. Buchstäblich nichts Vorstellbares könnte je mit ihr kollidieren: Sie ist mit allem vereinbar und erklärt damit leider gar nichts. Überdies stellt sie für alles und jeden die eigentliche Identität in Frage und will mir deshalb keinen rechten Spaß machen.

Ich kann mich des Verdachts nicht erwehren, daß dieses heillose Durcheinander in sich konsistenter, untereinander aber widersprüchlicher Interpretationen, von denen ich hier nur eine Auswahl vorgestellt habe, einen bevorstehenden ›Quantensprung‹ des Erkenntnisgewinns erwarten läßt. Und daß wir haarscharf davor stehen, beweist die absolut einzigartige Tauglichkeit der Quantentheorie, die wohl nur bedeuten kann, daß wir der Realität näher auf den Pelz gerückt sind als jemals zuvor (wenigstens was den naturwissenschaftlichen Zugang anbelangt). Heisenberg hat sich mit damit gequält, »ob die Natur wirklich so absurd sein könne, wie sie uns in diesen Atomexperimenten erschien«. Die Frage ist aber vielmehr, was unsere begrenzte Wahrnehmung und Vorstellungskraft für eine Konfusion anrichten.

Wir erinnern uns, daß die Drehachse des Elektrons im EPR-Experiment uns stets in der Orientierung erschien, wie es die Versuchsdurchführung vorab willkürlich unterstellte. Das geschieht gewiß nicht, um uns eine kleine Freude zu bereiten, sondern weil wir in den überschäumenden Möglichkeiten jene entdecken, nach der wir gerade Ausschau halten, und dabei in unserer plumpen Art den ganzen Rest kaputtmachen. Stellen Sie sich vor, die Quantenwelle sei der ausschweifende Traum eines subatomaren Teilchens vom Leben, bis wir es jählings wecken (durch die Messung) und es sich nur noch an die letzte Traumscene erinnern kann, in der es dann verharrt. Und wir können tatsächlich nur versuchen, aus seinem erstarrten Gesichtsausdruck auf die lebendigen, aber ausgelöschten Träume zurückzuschließen. Fatalerweise sind unausgeschlafene Quanten jedoch ziemlich menschlich, was ihr Erwachen angeht: Die Weckmethode kann in den Traum eingreifen (bei uns etwa dadurch, daß der klingelnde Wecker in die Handlung eingebaut wird). Es hat den Anschein, als beeinflussten wir mit unseren verschiedenen Quantenweckverfahren (den Meßmethoden) die Verfassung der kleinen Schläfer ganz beträchtlich.

Die Tatsache, daß Sie immer noch über diesem Buch sitzen, zeigt Ihre Bereitschaft, sich beispielsweise von solchen kleinen Gleichnissen recht weit in bizarre Vorstellungswelten entführen zu lassen. Dagegen bin ich sicher, daß ich Ihnen auch mit ausgefeilter Rhetorik keine schlafende Katze verkaufen könnte, in deren Quantenwellentraum sie sowohl quietschfidel als auch mausetot herumspukt. Die Chance, ein solches Fabelwesen beim Wecken zu töten, stünden nämlich eins zu eins.

Nun, die Rede ist natürlich von Schrödingers Katzenparadoxon, das die Problematik der Beobachtungskette etwas dramatisieren sollte. Er steckte die Katze in eine Kiste, und dazu einen Mechanismus, der das Tier nach Ablauf einer Stunde mit fünfzigprozentiger Wahrscheinlichkeit getötet haben wird. Zur Beruhigung: Das ist wieder mal nur ein Gedankenexperiment. Das

Problem besteht darin, daß zwar für den dabei verwendeten ›Zufallsgenerator‹ (einen radioaktiven Zerfallsprozeß) die Beschreibung durch eine Quantenwelle parallel existierender Möglichkeiten angemessen ist. Andererseits aber – wengleich die Katze letztlich ebenfalls ein Quantensystem ist – erscheint die Vorstellung einer gleichermaßen toten wie lebendigen Katze genauso abwegig, wie jene von einem Beobachter, dessen Bewußtsein eine Stunde später beim Öffnen der Kiste ein verängstigtes Tier oder einen Kadaver aus dieser sonderbaren Mischexistenz ›auswählt‹.

Nebel im Keller der Komplexität

Vielleicht ist Ihnen schon aufgefallen, daß ich einige Vorlieben habe, die ich immer wieder ins Spiel bringe. Dazu zählen die Begriffe ›Wechselwirkung‹ und ›Komplexität‹. Auch an dieser Stelle drängen sie sich mir auf. Denn was allein unterscheidet letzten Endes das Quantensystem ›Photon‹ (aus dem Kernzerfall im Zufallsgenerator) von dem Quantensystem ›Katze‹: Der gewaltige Unterschied des Komplexitätsgrades. Ich glaube also, daß der Kollaps der Quantenwelle dann eintritt, wenn sie *mit Komplexität wechselwirkt*. (Eine Definition von Komplexität habe ich bisher nicht geliefert, aber hier genügt die Anschauung: Dinge oder Vorgänge sind komplex, wenn sie eine verwickelte logische Struktur aufweisen, die sich im allgemeinen durch räumliche bzw. zeitliche Regelmäßigkeiten auszeichnet.) Das hätte folgende Konsequenzen:

Für träumende Einzelgänger-Quanten ändert sich zunächst gar nichts. Und wenn ihnen etwas widerfährt, dann gibt es drei Fälle: Einmal kann sich eine Begegnung mit einer ebenfalls wenig komplexen Struktur ereignen. Beide Schläfer wälzen sich dann etwas unruhig herum und verknüpfen ihre Träume, erwachen aber nicht. Zum anderen gibt es jetzt zwei grundsätzlich verschiedene Weckarten: Die Wechselwirkung mit einem ausgedehnteren räumlichen Objekt, oder die Konfrontation mit dem komplexen System des Bewußtseins. Der Erklärungswert dieser Annahme bestünde darin, daß eine Menge widersprüchlicher Phänomene miteinander in Einklang gebracht würden. Zwei Quanten zwingen einander nicht, Farbe zu bekennen, sofern nicht eines davon Werkzeug des forschenden Bewußtseins eines Experimentators ist. Dagegen ist eine Katze, eine Fliege, oder auch nur eine Photoplatte komplex genug, um die Welle auf den Boden der Tatsachen zu nageln. Andererseits kann sich ein größeres materielles Objekt am eigenen Kragen aus der Scheinwelt des Quantensumpfes ziehen, indem seine Quantenwelle mit der Komplexität der eigenen Struktur wechselwirkt. Diese

Selbstbezüglichkeit würde sogar den Klotz-Materialisten teilweise Recht geben, und sie mit beinahe isolierten Objekten versorgen, deren Abkehr von einer frivolen Quantenjugend mit ihre Größe wüchse; ja, sogar die nicht-lokalen Manieren vergingen ihnen. Mithin wäre die wachsende Komplexität jenes Zaubermittel, das der Materie immer ›wirklicheren‹ Charakter einhaucht, je weiter wir aus dem Mikrokosmos in vertraute Dimensionen aufsteigen. Wir werden noch sehen, welche erstaunlichen Systemphänomene Komplexität hervorzubringen vermag. Ebenso, wie sie Wahrscheinlichkeiten, Tendenzen zu Realität formt, so erschafft sie ständig auch das, was wir den ›Fluß der Zeit‹ nennen, aus der sprunghaften Unstetigkeit der Quantenwelt. Vollständig wirklich wäre dann nur das Universum als Ganzes, nicht aber seine Teile. Und womöglich ließe sich noch weiter vereinfachen: Wenn wir nämlich anerkennen, daß das Bewußtsein auch ›nur‹ eine komplexe Wechselwirkung von Materie ist (wir kommen noch ausgiebig darauf zurück), dann steht wieder alles auf einer gemeinsamen Basis. Darüberhinaus hätte das den Vorzug, daß ich Ihnen David Mosers nette Definition der Quanten nahebringen könnte: »... die Träume, aus denen der Stoff ist« [in HOFSTADTER,1985:508].

Solange hier keine größere Klarheit herrscht, sollten wir zumindest vorsichtig sein mit den Ideen von unabhängigen Objekten, von Dingen und Individualität, die auf möglicherweise recht tönernen Füßen stehen. Vielleicht sind alle Teilchen im Kosmos seit dem Urknall irgendwie miteinander assoziiert; vielleicht ist das Ausdruck der einen unteilbaren Realität, von der wir uns mit unserem evolutionär erworbenen Modell einer Welt von getrennten Objekten ein zwar grundsätzlich falsches, im Alltag aber leidlich funktionierendes Bild entwerfen. Die Vorstellung einer Wirklichkeit drängt sich auf, »in der individuelle Materieteilchen nicht wirklich ein eigenes Recht auf Existenz (...) haben. Statt dessen besitzt nur die Kollektion aller Teilchen als Ganzes den Status der 'Realität'« [DAVIES,1984:65].

Diesem integralen Aspekt begegnen wir auch auf der Ebene des Teilchens selbst: Bisher ist kein Ende beim ›Zerpflücken‹ dieser vermeintlich elementaren Gebilde abzusehen. Längst hat man innerhalb von Protonen und Neutronen eine Feinstruktur entdeckt, die sich aus Mitgliedern der Quarks-Familie zusammensetzt. Die abenteuerlichen Kräfte und Eigenschaften dieser Partikeln werden im Rahmen der Quanten-Chromodynamik beschrieben, die bereits Züge eines Zen-Rätsels aufweist. In freimütigem Eingeständnis der Unzulänglichkeit unserer Begriffswelt unterscheidet man die Quarks humorvoll nach ›Farbe‹ und ›Geschmack‹, nennt klassifiziert ihre Eigenschaften mit Bezeichnungen wie ›seltsam‹ oder ›charmant‹. Die Vielfalt ufert hier aber auch schon wieder aus, und eine neue Runde der

›Elementarisierung‹ ist eingeläutet. Haim Harari versucht es beispielsweise mit nur zwei Rischonen namens *Tohu* und *Vohu* (hebräisch; ›wüst‹ und ›leer‹).

Einigen Wissenschaftlern kommen Zweifel am Sinn dieses Vorgehens, so zum Beispiel Hans-Peter Dürr: »Die Wurzel der Dinge begreift man nicht, wenn man auf jeder tieferen Ebene nur immer wieder nach neuen Teilchen Ausschau hält. Das Konzept von 'Bausteinen' hat nur bei kleineren (nicht relativistischen) Energien Bedeutung. Bei höheren Energien und immer stärkeren Kräften gibt es vielleicht keine teilchenartigen Bestandteile mehr« [in BREUER,1984:99]. Irgendwo – spätestens im Bereich von 10^{-33} cm, also viele Größenordnungen unterhalb atomarer Dimensionen – endet diese ganze Zerlegerei ohnedies: Die Geometrie der Raumzeit selbst kocht und brodeln hier in statistischen Fluktuationen. Raum und Zeit lösen sich gleichsam in feinem Schaum auf [ATKINS,1981:130]. Messen wir schließlich derartige Aussagen am erklärten Ziel einer begrifflichen Vereinfachung, so müssen wir schlußfolgern: »Diese Suche wird uns immer fremder. Wir können nicht mehr den von ihr implizierten Optimismus teilen, die Idee der Einfachheit einer hypothetischen mikroskopischen Ebene. Die Welt der Elementarteilchen ist nicht einfacher als das Weltall. Die einzigen Objekte, deren Verhalten wirklich 'einfach ist, gehören unserer eigenen Welt, unserer makroskopischen Größenordnung an. (...) Die klassische Wissenschaft hatte sich ihre Objekte sorgfältig aus diesem mittleren Bereich ausgewählt. Wir wissen heute jedoch, daß diese Einfachheit nicht das Merkmal des Fundamentalen ist und daß sie auch der übrigen Welt nicht zugeschrieben werden kann« [PRIGOGINE/STENGERS,1981:224].

Alle unsere alltäglichen Begriffe sind *Erfindungen*, die ein Ensemble von Wahrnehmungen verknüpfen sollen. Wir haben gesehen, daß Willkür und Unvollständigkeit dabei stets und zwangsläufig im Spiel sind. Elementarteilchen sind noch weitaus abstraktere Erfindungen, da ihre griechischen oder phantastischen Namen nur mehr jeweils eine Klasse von experimentellen Resultaten bezeichnen – ohne wirklichen Bezug zur sinnlichen Erfahrung. Wer immer noch die verzweifelt um Anschaulichkeit bemühten Kugelmodelle aus dem Chemieunterricht vor Augen hat, wird sich vielleicht an dem Wort ›Erfindung‹ stören. Wenn Sie jedoch bedenken, daß ein Elektron zweimal um sich selbst gedreht werden muß, bevor es wieder die ursprüngliche Lage einnimmt, dann fällt Ihr Urteil vielleicht anders aus: So etwas müssen wir erfinden, weil es das in unserer Erfahrungswelt nicht gibt, und anschließend müssen wir es hinnehmen, weil wir es nie verstehen werden. Nichtsdestotrotz ist dieses Vorgehen sinnvoll: »Das Elektron ist eine *Theorie*, die wir benutzen; es ist so nützlich für unser Verständnis vom Funktionieren der Natur, daß wir es fast als real bezeichnen können« [FEYNMAN,1985:91]. Zwar gibt es dabei nichts

zu sehen, aber wir sind in der Lage, Wirkungen in verschiedenen Situationen zu systematisieren. Elektronen *sind* für uns eben nur das, was sie *tun*. Ein Elektron ähnelt in gewisser Weise einem Schnupfen: Beides sind Begriffe, hinter denen nichts konkret Vorzeigbares, sondern nur eine Phänomenologie steht, deren eigentliches Wesen eben nur durch diese Zusammenhänge charakterisiert werden kann.

Mit den Quarks betreten wir noch einmal eine völlig neue Ebene der Abstraktion: »Die Theorie der Quarks sprengt auch die Fesseln der Sprache. (...) Ihre Objekte, die Quarks, verlieren ihren Status als reale Dinge, sie werden zu bloß formalen Symbolen, deren Verhalten nicht mehr in linguistischen Bildern der Wirklichkeit beschrieben wird. Quarks werden sprachlich wie Zahlen behandelt« [FISCHER,1987:110f].

Gewiß ist alles, was sich dazu sagen läßt, vage und schwer faßbar. Aber auf eben diese Schwierigkeiten hinzuweisen, war meine Absicht. Wir versuchen, unsere bescheidene Begriffs- und Vorstellungswelt auf Zusammenhänge zu übertragen, die das so nicht zulassen. Bei alledem ist es überaus faszinierend und verdient höchste Würdigung, wie weit der menschliche Geist rational mit den selbstgebauten Werkzeugen der Naturwissenschaften und der Mathematik in diese fremdartigen Gefilde vorzudringen in der Lage ist – und wie weit ihn seine Intuition bereits vor Jahrtausenden zu nahe verwandten Einsichten befähigt hat.

Zurück zu unserer ›Grippewelle‹: Der ausschlaggebende Grund für den Übergang auf eine *statistische* Beschreibung war hier unsere Unfähigkeit, die zahllosen verwickelten Zusammenhänge im einzelnen anzugeben. Diesbezüglich müssen wir in der Welt atomarer Größenordnungen umdenken. Wir sehen uns hier nicht mit praktischem Unvermögen konfrontiert, sondern mit einer prinzipiellen Einschränkung. Nicht die Begrenzung unserer Sehschärfe, sondern eine grundsätzliche Verschwommenheit der Natur im Mikrokosmos vernebelt uns die Sicht. Das ist die wohl revolutionärste Erkenntnis der neuen Physik. Werner Heisenberg hat sie 1927 in seiner berühmten *Unschärfe-Relation* erstmals formuliert. Sie besagt, daß Ort und Geschwindigkeit (genauer: Impuls) eines beliebigen Teilchens nicht *gleichzeitig* exakt bestimmt werden können, ja, nicht einmal definiert sind. Zwar ist es möglich, eine der beiden Größen beliebig genau zu ermitteln, dann aber herrscht völlige Unklarheit bezüglich der anderen. In der Praxis sind üblicherweise beide Werte mit einem mehr oder weniger großen Unbestimmtheits-Intervall behaftet. Es muß betont werden, daß es hier nicht um meßtechnische Einschränkungen geht. Dies wird mit großer Hartnäckigkeit

immer wieder falsch dargestellt. Zwar ist richtig, daß jede Beobachtung eine Beeinflussung des Objektes darstellt, und daß durch diese Störung Fehler entstehen, die gerade in subatomaren Dimensionen erheblich sein können. Die Unschärferelation jedoch stellt davon unabhängig eine unüberwindliche Schwelle dar, die das Objekt selbst betrifft, und zwar so tiefgreifend, daß sie ihm ›objektive‹ Eigenschaften abspricht.

Dabei ist das Phänomen im Grunde weder neu noch auf den Mikrokosmos beschränkt. Ein ganz alltägliches Beispiel erleben wir beim Einschalten von Elektrogeräten: es knackt im Radio. Durch Schaltvorgänge wird der praktisch endlose Wellenzug, der vom Kraftwerk in die Steckdose quillt, abrupt aktiviert oder abgehackt. Das aber führt dazu, daß im Spektrum des elektrischen Stromes nicht mehr ausschließlich die üblichen 50 Hertz vertreten sind (d.h. die pro Sekunde zweimal fünfzigfache Flußrichtungsänderung des Wechselstromes), sondern es fallen nun auch Anteile auf andere Frequenzen, teilweise bis hinauf in den Rundfunkbereich, der dadurch gestört wird (Das passiert übrigens auch – wenngleich in geringerem Ausmaß –, wenn der Schaltpunkt genau im Nulldurchgang der Welle liegt). Dieses Verhalten ist also keineswegs eine Quanten-Allüre, sondern eine Eigenschaft beliebiger Wellenpakete: Jede Eingrenzung wird mit einer Aufblähung des Spektrums beantwortet. Allerdings sind die Konsequenzen dieses Zusammenhangs nirgendwo so verwirrend wie in der subatomaren Welt.

Ein anderes Beispiel ist die Tatsache, daß man zur genauen Identifikation eines Tones eine bestimmte Zeitlang hinhören muß. Ein sehr kurzer Ton kann nicht ›rein‹ sein, da er zu sehr mit den Nebenprodukten seines Beginns und Endens behaftet ist [EIGEN/WINKLER,1975:36]. Vollkommene Spektralreinheit kann ein Ton nur aufweisen, wenn er unendlich lange dauert. Im übertragenen Sinne gilt das gleiche für ein Photon: seine Schwingung ist nur rein (monochromatisch, also einfarbig, würde man hier sagen), wenn es sich ohne Störung endlos im Raum ausbreitet. Sobald wir es auch nur lokalisieren, die Quantenwelle also auf ein bestimmtes Intervall festnageln wollen, dann wächst sein Frequenzspektrum in die Breite – unendlich sogar, wenn wir punktgenaue Ortsmessungen vornehmen.

Als vielleicht gelungenstes Gleichnis für die Unschärferelation beschreibt Gerd Binnig [1985:115] das Dilemma eines Biathlonläufers: Nimmt er sich sehr wenig Zeit beim Schießen, so wird er – noch außer Atem und fähig von der vorangegangenen körperlichen Anstrengung – ein schlechtes Ergebnis mit weit streuenden Einschüssen erzielen. Weitert er dagegen seinen Zeitrahmen auf, so engt sich das Treffergebiet zunehmend ein. Kurze Zeit *und* Präzision lassen sich nicht gleichzeitig auf die Spitze treiben.

Die besondere Bedeutung der Unschärfe im subatomaren Bereich liegt einfach darin, daß durch die winzigen Dimensionen und ultrakurzen Zeitabläufe bestimmte Vorgänge räumlich oder zeitlich in so enge Schranken gefaßt sind, daß Frequenz, Impuls bzw. Energie (im Rahmen dieser Überlegung sind diese drei Begriffe so ziemlich gleichwertig) eine ungeheuer große Bandbreite zufällt. Daraus folgt einerseits – wie schon erwähnt – die grundsätzliche Unmöglichkeit, ein Wertepaar wie Position und Energie eines Teilchens exakt anzugeben, andererseits aber auch die womöglich noch erstaunlichere Konsequenz, daß sich Prozesse für sehr kurze Zeiten gewaltige Energien buchstäblich aus dem Nichts borgen können. Je kürzer die Laufzeit, desto höher kann ein solches Unschärfe-Darlehen sein.

Impuls und Ort einer Partikel verhalten sich wie Identität und Aufenthalt eines flüchtigen Verbrechers: Solange er unerkannt bleibt, läßt es ihn kalt, wenn jedermann genau weiß, wo er gerade ist. Hat man ihn jedoch überführt, so wird er alles daran setzen, seine Verfolger bezüglich seines Verbleibs zu verwirren. Und werden sie seiner schließlich doch habhaft, so verleugnet er seine Identität. Dann aber weicht die Analogie auf: Kein Verhör und keine Folter bringen ein Photon dazu, Impuls *und* Position preiszugeben. Es *hat* buchstäblich nicht beides gleichzeitig in klarer Ausprägung. Dies darf nicht zu der Vermutung führen, es gäbe eine Physik fürs Grobe – für Planetenbahnen, Güterzüge und Verbrecher – während in atomaren Gefilden die Quantenmechanik ihre wirren Haarspaltereien betriebe. Die alltäglichen Objekte, die unseren Sinnen direkt zugänglich sind, zeichnen sich bezüglich Masse, Geschwindigkeit und Größe durch solches ›Mittelmaß‹ aus, daß die Abweichungen ihres Verhaltens von der klassischen Physik meist nicht einmal meßbar sind. Grundsätzlich gelten für sie die gleichen Gesetze, jedoch stellt die Newtonsche Mechanik hier eine allemal ausreichende Annäherung dar.

Und doch können sich die Unbestimmtheiten des Mikrokosmos bis in den Makrokosmos fortpflanzen: »Die Berechnung ergibt, daß auch in einem mathematischen Billard von mathematisch idealer Präzision, die siebente die achte Kugel nicht mehr mit Sicherheit treffen muß; so sehr potenziert sich, bei Abständen von einem Meter, die Lage-Unbestimmtheit der Oberflächenmoleküle« [RIEDL,1982:128].

Indem ich erneut betone, daß es sich dabei nicht um experimentelle Unsauberkeiten handelt, sondern um die schwammige Realität, zeigt sich die philosophische Konsequenz: Newtons Uhrwerk-Universum, das – vom Schöpfer in Gang gesetzt sein festes Programm abspulend – kein Quentchen an Freiheit des Willens und der Entwicklung zuließ, da das Verhalten jedes einzelnen seiner Myriaden von Teilchen bis in die fernste Zukunft mit völliger

Exaktheit vorbestimmt war; dieses langweilige Gebilde, dieser »Albtraum eines monströsen Museums« [PRIGOGINE/STENGERS,1981:325] ist vom Tisch gefegt, und gegen ein Modell ausgetauscht, in dem Unbestimmtheit und Chaos für Unvorhersagbarkeit und Überraschung sorgen. Für mich ist das die bedeutendste Aussage der Naturwissenschaften, ja, buchstäblich eine Offenbarung: Sehr subtil und ganz tief unten an den feinsten Wurzeln der Existenz sträubt sich das Universum vehement gegen seine exakte Festlegung, und windet sich so aus dem Joch eines minutiös vorgezeichneten Schicksals. Zwar liegt darin noch nicht (wie häufig behauptet) eine hinreichende Bedingung für den freien Willen, offensichtlich aber ist, daß ohne diese Voraussetzung niemals auch nur die leiseste Chance dazu bestünde.

Faszinierend an dieser geisterhaften Launenhaftigkeit des Mikrokosmos ist weiterhin die Tatsache, daß die Präzision aller unserer ehernen physikalischen Gesetze auf solch unsteten Schultern ruht. Was wir sinnlich oder meßtechnisch als konstante Helligkeit, Temperatur, Stromstärke oder Luftdruck wahrnehmen, ist ein ungeheures Quantengewusel, wobei die Zahl der Einzelereignisse so riesig ist, daß deren ›launenhafte Grundstimmung‹ sich zu einer zuverlässig und auf viele Stellen hinter dem Komma berechenbaren ›Gesetzmäßigkeit‹ ausmittelt. Erst beim Abstieg in atomare Regionen verflüchtigt sich die Voraussetzung dieser großen Zahlen, und so werden wir verwirrt der individuellen Eskapaden gewahr.

Geteilte Kraft, kräftige Teilchen

Die Welt Newtons bestand aus Partikeln und den Kräften, die diese aufeinander ausüben. Nachdem wir uns bezüglich der Teilchen hinreichend desillusioniert haben, gehen wir nun daran, die gängige Vorstellung vom Wesen der Kraftwirkungen zu demontieren.

Zunächst einmal stoßen wir auf die bemerkenswerte Tatsache, daß sich alle Vorgänge in der Natur aus dem Zusammenspiel von nicht mehr als vier elementaren Kräften verstehen lassen – kollidierende Billardkugeln ebenso, wie das Verdauen eines Hamburgers oder die Explosion einer Supernova. (Um nicht mißverstanden zu werden: Wir sind weit davon entfernt, alle Zusammenhänge deuten zu können. Ich glaube aber nicht, daß der Erkenntniszuwachs auf der gegenwärtigen Stufe noch mit dem Entdecken neuer Teilchen und geheimnisvoller Kräfte einhergehen wird.)

Zwei dieser vier Kräfte sind uns einigermaßen vertraut: Da ist einmal die *Schwerkraft*, deren Zugriff wir ja unausgesetzt an jeder Faser unseres Körpers spüren. Ihre große Reichweite macht sie zur strukturierenden Kraft im

astronomischen Maßstab. Ihre Quellen sind Materieansammlungen wie Galaxien, Sterne und Planeten, dagegen wurde noch nie von einem Zusammenstoß zweier Autos berichtet, für den deren gegenseitige gravitative Anziehung verantwortlich zu machen war – in der greifbaren Welt und erst recht in atomaren Dimensionen hat die Schwerkraft im allgemeinen keine Bedeutung, da ihre Stärke hier von einer anderen, der *elektromagnetischen Wechselwirkung* bei weitem übertroffen wird. Diese Kraft hält Moleküle und Kristalle zusammen, treibt die chemischen Reaktionen an, scheidet Festes, Flüssiges und Gasförmiges voneinander, verleiht den Dingen Qualitäten wie Härte, Elastizität, Farbe, Geruch und Geschmack, und steckt hinter so vielfältigen Erscheinungen wie Nordlicht, Photosynthese, Strom und Magnetismus, Seifenblasen, Verbrennungsmotoren, der Lesebrille und – den Lebensprozessen.

Die beiden anderen Kräfte sind aufgrund ihrer mikroskopischen Wirkungsradien vollständig auf das Innere des Atoms beschränkt. Die *Starke Kraft* wirkt innerhalb des Kerns, also in einer Zone von rund einem Tausendstel Atomdurchmesser. Ihre kurzen Arme sind jedoch muskelbepackt: Sie ist die stärkste aller Kräfte. Und dieser Stärke bedarf es, um die Bausteine des Atomkerns zusammenzuhalten, die sich aufgrund der elektromagnetischen Wechselwirkung heftig abstoßen. Werden die hier eingespannten Energien in Spalt- oder Fusionsreaktionen freigesetzt, so führt das zu Sternenhimmel, Sonnenschein, Atomstrom oder ausgelöschten Städten unter Pilzwolken – je nachdem.

Die vierte und letzte schließlich, die *Schwache Kraft* ist an zahlreichen Aktivitäten im Kern beteiligt, z.B. an gewissen Arten des radioaktiven Zerfalls. Ihre Reichweite liegt bei nur etwa einem millionstel Atomdurchmesser, also in der Größenordnung einer Kernpartikel. Sie beeinflusst somit praktisch nur unmittelbar benachbarte subatomare Teilchen.

So verschieden die ›Zuständigkeiten‹ und Manifestationen dieses Quartetts auch sind – sie bilden ein unglaublich fein aufeinander abgestimmtes System. Eine winzige Änderung an einer der vier Feinstrukturkonstanten – das sind gewissermaßen die Abgleichknöpfe, die das Verhältnis der Kräfte zueinander festlegen –, und das Universum wäre nicht wiederzuerkennen, noch wahrscheinlicher aber überhaupt nicht existent. Man mag daraus verschiedene Schlüsse ziehen: Eingriff eines Schöpfers; Wirken des ›starken anthropischen Prinzips‹, wonach der Kosmos gar nicht anders kann, als Voraussetzungen für Leben zu erfüllen; die holistische Vorstellung, daß sich alles aus dem Gesamtzusammenhang passend ergibt; oder eine lange Folge evolvierender Universen. Wir werden diese Frage später aufgreifen.

Vorerst beschäftigen wir uns mit der Vermittlung dieser Kräfte. Ein Mond im planetaren Orbit; Papierschnitzel, die von einem geriebenen Kamm angezogen werden; zwei Elektronen, die sich aufgrund ihrer gleichartigen Ladung abstoßen: Die Vorstellung von Kraftfeldern, die derartige Wirkungen übertragen, mag zwar zur Beschreibung und Berechnung solcher Erscheinungen nützlich sein, jedoch hat sie keinerlei Erklärungswert. Wie nehmen die Partner einander wahr? »Was sollte jedes einzelne der auf ein Papier gestreuten Eisenfeilspäne von den einzelnen elektrischen Teilchen wissen, die in einem benachbarten Stromleiter herumlaufen?« [EINSTEIN,1979b:110f]. Aus solchen Gedanken erwuchs die Vorstellung von den Austausch-Wechselwirkungen. Danach werden alle Kräfte durch Botenteilchen vermittelt, die zwischen den Reaktionspartnern hin- und herfliegen. Im Falle der Abstoßung kann unsere Anschauung hier gut folgen, schwieriger wird es dagegen bei der Anziehung. Wie gesagt war das Verständnis der Quantenmechanik bislang kein Selektionsfaktor in unserer Stammesgeschichte, somit ist ihre Unanschaulichkeit kein Argument, das gegen sie spräche. Zum anderen sind auch die Botenteilchen nur ein Bild der Wirklichkeit, nicht die Wirklichkeit selbst, genau wie der ältere Feld-Begriff. Der Fortschritt besteht darin, die Güte der Abbildung zu verbessern, mehr Details darin zu erkennen, und einen größeren Ausschnitt der Realität darzustellen. Ist man sich dessen bewußt, dann können kleine Gleichnisse nicht viel Schaden anrichten. So sind die Kraftwirkungen verglichen worden mit zwei Eisläufern, die sich Bälle zuwerfen und dadurch auseinandergetrieben werden. Verwenden sie als Wurfgeschosse aber Bumerangs, die in die entgegengesetzte Richtung geschleudert werden und das Gegenüber im weiten Bogen von hinten treffen, so scheinen sich die Partner gleichsam anzuziehen [ATKINS,1981:87].

Allmählich sollten wir uns fragen, wo diese Botenteilchen überhaupt herkommen. Die irritierende Antwort lautet: Aus dem Nichts! Wir erinnern uns der Aussage der Unschärferelation, wonach beispielsweise Energie und Dauer eines Vorgangs keine ›scharfen‹ Werte annehmen, sondern nur innerhalb eines Unsicherheits-Intervalls definiert sind. Prozesse von äußerst kurzer Dauer weisen eine große Verschmiertheit ihrer Energie auf. In dieser Grauzone treten selbst extrem hohe Energien mit einer merklichen Wahrscheinlichkeit auf. Auf die Spitze getrieben heißt das, für einen winzigen Moment kann soviel Energie konzentriert auftreten, wie es der Masse einer Partikel entspricht – und diese entsteht dann spontan aus dem Nichts. Allerdings nur, um nach einem unvorstellbar kurzen Augenblick wieder zu verschwinden. Reinhard Breuer beschreibt das so: Das Vakuum gleicht »einem vielschichtigen Gewebe; (...) einem 'Vakuumsee', aus dem elementare Teilchen – ähnlich den Fischen eines

richtigen Sees – herauspringen und wieder verschwinden können. Die naive Vorstellung vom Vakuum als völlig energie-, materie- und somit eigenschaftslosem Zustand ist damit endgültig begraben« [1984:76]. Damit wäre auch das Geheimnis der stark unterschiedlichen Reichweiten der vier Kräfte gelüftet: Die Botenteilchen der beiden Kernkräfte sind ›dicke Fische‹, zu ihrer Bildung bedarf es also großer Energiemengen. Diese stehen aber nur sehr kurz zur Verfügung und in dieser knappen Zeit kann das Teilchen eben keine weiten Distanzen zurücklegen.

Eine derartige Beschreibung der Elektromagnetischen Kraft in Quantenbegriffen (Quantenelektrodynamik, kurz QED) ist überaus erfolgreich gelungen. Dazu war aber vor allem ein Problem zu lösen: Der Austausch der Botenteilchen, der Photonen, gestaltet sich weit verwickelter, als unsere Anschauung das zunächst suggeriert. Wie wir gesehen haben, gibt es keinen wirklich leeren Raum. Unsere idealisierte Vorstellung eines Vakuums wird stets von einem Schwarm kurzlebiger Teilchen aller Art durchbrodelt. Die Energie zu ihrer Bildung wird vom Nichts als Unschärfe-Darlehen geborgt. Die Botenteilchen können unterwegs mit dieser Vakuumfluktuation wechselwirken, oder auch sonst noch einiges anstellen, was in der Rechnung Energieterme über alle Grenzen wachsen läßt. Bei der QED gelang es, diese pathologischen Unendlichkeiten abzuschütteln, d.h. die Theorie zu ›renormalisieren‹.

Um zu verstehen, warum das nicht auch bei den anderen Kräften auf Anhieb gelang, müssen wir uns mit dem Begriff der Symmetrie (im physikalischen Verständnis) beschäftigen. Der folgende Abschnitt beinhaltet im wesentlichen eine Übersicht über den bisherigen Stand der Vereinheitlichung der Grundkräfte, wie ihn Paul Davies in seinem Buch *Die Urkraft* [1984] sehr viel ausführlicher beschreibt.

Die reine Geometrie

Was also ist mit ›Symmetrie‹ gemeint? Eine Kugel ist nicht von ihrem Spiegelbild zu unterscheiden, ganz im Gegensatz etwa zu einer Hand. Wir sagen, die Spiegelung sei im Falle der Kugel eine *Symmetrieoperation*. Allgemein versteht man darunter irgendeine Manipulation, die – an einem gegebenen Sachverhalt ausgeführt – einen oder mehrere seiner Aspekte unverändert läßt. Umgekehrt spricht man dann von der *Invarianz* dieser Aspekte bezüglich der Symmetrieoperation. Zum Beispiel ist das Wort ›stets‹ invariant hinsichtlich der Leserichtung, und die Gesetze der Mechanik sind es

in bezug auf die Richtung der Zeit und die Geschwindigkeit des gleichförmig bewegten Bezugssystems.

Davies differenziert diese Begriffe anhand weiterer Beispiele [ebd.:148ff]: Die Passagiere an Bord eines fensterlosen Raumschiffs, das unbeschleunigt und außerhalb von Schwerfeldern seinem Kurs folgt, merken nichts davon, würde sich die Flugbahn um einen Kilometer parallel zur bisherigen verschoben fortsetzen. Eine solche ›Translation‹ ist also für die Gesetze der Physik eine Symmetrieoperation. Wichtig dabei ist, daß alle Bahnpunkte gleichartig verschoben wurden. Das macht den *globalen* Charakter dieser Operation aus. Da wir mit solchen Manipulationen einen neuen Maßstab für das Geschehen schaffen (oder den Nullpunkt des alten neu festlegen), bezeichnet man eine solche Transformation auch als Eichung.

Wir können auch kompliziertere, sogenannte *lokale* Eichungen vornehmen, indem die Punkte der Flugbahn um unterschiedliche Distanzen verschoben werden; beispielsweise so, daß sie sich zu einem Kreis schließt. Das Raumschiff ist nun nicht länger kräftefrei, und die Insassen – vormals schwerelos – verspüren plötzlich ihr Gewicht. Kaum aber plazieren wir einen passend bemessenen Planeten ins Drehzentrum, der mit seiner Gravitation exakt die Zentrifugalkraft der Kreisbewegung kompensiert, so sind unsere Astronauten in einen Zustand versetzt, den sie *in keiner Weise*, durch kein Experiment innerhalb der Kapsel, vom geradlinigen Flug ohne Schwerfeld unterschieden können (sofern ihnen der Blick nach draußen verwehrt bleibt). Man könnte ein entsetzlich kompliziertes Gravitationsfeld ausrechnen, unter dessen Einfluß Sie den originalgetreuen Bewegungsablauf auf einer Achterbahn vollständig beschleunigungsfrei erleben würden, wengleich das ausgesprochen langweilig wäre. Allgemein gilt, daß sich zu jeder beliebigen lokalen Umeichung – und sei sie noch so krumm und eckig – ein Gravitationsfeld derart konstruieren läßt, daß es die Folgen der Transformation ungeschehen macht, sprich, die Invarianz der physikalischen Gesetze wahr. »Die Physiker drehen diesen Satz gern herum und sagen, ein Gravitationsfeld ist das Hilfsmittel, mit dem die Natur eine lokale Eichfeldsymmetrie beibehält, also die Freiheit, die Entfernungsskala beliebig an jedem Ort neu zu eichen« [ebd.:150]. Ohne etwas davon zu merken, leben wir in einer verzerrten und verdrehten Raumzeit. Die Natur scheint allergrößtes Verlangen nach Symmetrie zu haben, und da ihr mehrere lokale Eichsymmetrien innewohnen, wartet sie mit den entsprechenden Kraftfeldern auf, welche die Umeichung kompensieren. Stellen wir uns eine solche lokale Symmetrie bildhaft als krumme Tätowierung vor, so müssen die Muskeln unter der illustrierten Haut in der Weise daran ziehen und zerrren, daß die Linie gerade erscheint.

Die QED ist in der Quantenbeschreibung einer der vier Kräfte – der elektromagnetischen – entsprechenden Erfolgen bei den anderen deshalb so weit vorausgesprecht, weil sie einfachere Symmetrien zu bewältigen hatte. Übertragen auf unser Bild heißt das, wir hätten es bei den anderen Kräften mit einer verschnörkelten Tätowierung unserer Schulterblätter zu tun, die – ohne daß man sie richtig sehen könnte – durch Spannen der Haut begradigt, und durch Verrenken der Knochen flach gemacht werden müßte... was natürlich ungleich diffiziler ist. Nun, ich bin sicher, daß Sie inzwischen die richtige Einstellung zu solchen albernen Vergleichen gefunden haben.

Erst vor etwa zwei Jahrzehnten gelang es, auf diese Weise der Schwachen Wechselwirkung beizukommen, sie gemeinsam mit dem Elektromagnetismus in *eine* Theorie (Elektroschwache Kraft) zu fassen, und sie – erst vor wenigen Jahren – durch Nachweis der Botenpartikeln (zwei γ - und ein Z^0 -Teilchen, die auch auf den bewegenden Namen γ -intermediäre Vektorbosonen hören) experimentell zu bestätigen.

Inzwischen liegen mehrere konkurrierende große vereinheitlichte Theorien (engl. *grand unified theory*, G.U.T.) vor, die für sich beanspruchen, neben der Elektroschwachen Kraft nunmehr auch die Starke Wechselwirkung in der Quantenbeschreibung zu umfassen. Ihre Vermittler werden Gluonen (engl. *glue*; Leim) genannt, und es gibt ihrer acht verschiedene.

Schwierig wird es hier mit der empirischen Überprüfung der Modelle. Bei der Elektroschwachen Kraft gelang das dadurch, daß man für das Unschärfe-Darlehen des vergänglichen Botenteilchens aufkam, worauf die so befreite Partikel – nun von fortdauernder Existenz – nachgewiesen werden konnte. Offenbar wachsen derartige Schulden bei der Transaktion aus dem Mikrokosmos auf makroskopische Dimensionen an, denn man mußte zu diesem Zweck ganze 100 Millionen Dollar in den Umbau des größten CERN-Beschleunigers investieren [BROCKMAN,1986:96f]. Unglücklicherweise verlangt die Verifikation der G.U.T. den Freikauf von Teilchen, die eine Billion mal schwerer und entsprechend höher verschuldet sind. Allerdings entfallen die Sorgen um die Kosten, denn hierzu »müssen wir einen Beschleuniger bauen, der größer als das Sonnensystem ist« [DAVIES,1984:174], und das wird wohl niemand ernstlich erwägen.

Es gibt aber Alternativen. So sagt die G.U.T. voraus, daß es noch eine fünfte, die *Superschwache Kraft* gibt, die dafür verantwortlich ist, daß Protonen, eine Sorte von Kernbausteinen, instabil sind und nach einer mittleren Lebensdauer von ungeheuren 10^{31} Jahren zerfallen. Dieser schwierige Nachweis ist aber bislang ebensowenig gelungen wie die Entdeckung magnetischer Monopole (also Nord- und Südpol-Singles), einer weiteren Prophezeiung dieser Theorie,

die aber wohl nur unter extremen Bedingungen vorkommen. Der dritte Weg schließlich liegt in der Suche nach Indizien in den Spuren des Urknalls, denn bei diesem Ereignis standen die erforderlichen phantastischen Energien sozusagen gratis zur Verfügung.

Zunächst aber verfolgen wir das Streben nach weiterer Vereinheitlichung. Dabei warf die Gravitation erhebliche Probleme auf. Zu der schon gewohnten Plage der Unendlichkeiten kam der Umstand, daß die Boten, die Gravitonen, aufgrund ihres Energieinhaltes (genau wie die äquivalente Masse) weitere Artgenossen konstituieren, diese ihrerseits wieder neue, und so fort. Die Theoretiker diagnostizierten – wie Doktor Schmidt in *Der Bandwurm* von Joachim Ringelnatz –, »daß dieser Wurm an Würmern litt, die wiederum an Würmern litten«. Die Wurmkur der Renormalisierung ist die *Supersymmetrie*, die in einer gewaltigen mathematischen Anstrengung geschaffen wurde. Eine in diesem Rahmen beschriebene *Supergravitation* scheint alle Erwartungen zu übertreffen: Es bedarf keiner Tricks mehr, um Unendlichkeiten unter den Teppich zu kehren – vielmehr sind bislang überhaupt keine aufgetreten!

Eine neue Einfachheit beginnt sich abzuzeichnen: Erweitert man die bekannten vier Raumzeit-Dimensionen um eine weitere räumliche, dann läßt sich darin der Elektromagnetismus mit großer mathematischer Eleganz unterbringen. »Was wir Elektromagnetismus nennen, ist nur der Teil der Gravitation, der in der fünften Dimension operiert. (...) In dieser Sicht gibt es überhaupt keine Kräfte, sondern nur eine gezerrte fünfdimensionale Geometrie, und die Teilchen mäandrieren frei durch eine Landschaft aus strukturiertem Nichts« [DAVIES,1984:197]. Die Eichfeldsymmetrien der G.U.T. können als geometrische Symmetrien zusätzlicher Raumdimensionen gedeutet werden, und letztere wiederum kann man sich als in die Feinstruktur des vertrauten Raumes »ingerollt« vorstellen. Um die ganze G.U.T. derart einzuwickeln, benötigen wir sieben Dimensionen, das macht insgesamt elf. Die Euphorie war groß, als sich herausstellte, daß die Supergravitation in einem elfdimensionalen Raum ihre allereinfachste mathematische Formulierung findet. Allerdings hat auch eine in jüngster Zeit vieldiskutierte Variante, die Theorie der Superstrings, mit ihren zehn Dimensionen bestechende mathematische Reize. Wie auch immer, jedenfalls scheint sich Einsteins Traum, die Einheit der Kräfte auf der Ebene reiner Geometrie zu finden, doch noch zu erfüllen.

Eine mächtige Bremse der Theorienbildung sind die ungeheuren Schwierigkeiten bei der Verheiratung von Allgemeiner Relativitätstheorie und Quantenmechanik. Erstere ist im Grunde der klassischen Physik zuzuordnen – zwar läßt sie Newtons γ -absolute Zeit hinter sich, tastet jedoch ihr γ -kontinuierliches Fließen nicht an. Diese Qualität weist die Zeitlichkeit in der

Unterwelt der Quanten aber einfach nicht auf: Die beiden Theorien befassen sich mit unterschiedlichen Beschreibungsebenen der Zeit. (Bezeichnenderweise widmen wir uns dem sonderbaren Phänomen ›Zeit‹ erst im dritten Teil dieses Buches als einem Aspekt der Evolution). Bis zur Bewältigung dieser mathematischen Sisyphos-Aufgabe hängt ein Vorhang zwischen uns und dem Anbruch des Daseins, und verwehrt uns die Erkenntnis, »was die Welt im Innersten zusammenhält«. Zwar reicht die Physik inzwischen bis auf unvorstellbar winzige Sekundenbruchteile an dieses Tor der Zeit heran, dann aber weicht sie noch der Spekulation. Mit praktischer Unterstützung ist kaum zu rechnen: Experimentellen Zugriff auf die nochmals um das Hunderttausendfache höheren Energien ermöglichte erst ein Beschleuniger von Milchstraßengröße. Darin würden wir die ›elementaren‹ Kräfte vollständig zu einer Urkraft verschmelzen, und die Natur erlangte im Labor die totale, schnörkellose Einfachheit ihres Ursprungs wieder.

An dieser Stelle – wir haben etwa zwei Drittel unseres naturwissenschaftlichen Exkurses bewältigt – ist ein nachdenkliches Innehalten angebracht. Ausgehend von einer Physik, die sich anmaßte, dem Menschen alle Mysterien der Natur kochbuchartig knapp und präzise offenzulegen, gelangten die Physiker zu einer Perspektive, aus der sie uns Staunen, Ehrfurcht und Bescheidenheit lehren. Von völlig unerwarteter Seite werden wir in unsere Grenzen verwiesen und über die schwere Trübung aller unserer Fenster zur Wirklichkeit aufgeklärt. Wie wir noch sehen werden, sind diese Probleme zwangsläufiger Natur: Ein Teil des Ganzen, nämlich der Mensch, grenzt sich von allem Übrigen ab und versucht, mit notwendig begrenzten Mitteln sich selbst und das Ganze zu erklären. Die Unvollständigkeit und Subjektivität, die dem innewohnen, wurden von den Wissenschaften gern ausgeklammert. »Diese Verdrängung muß aber schließlich zu Widersprüchen führen, da doch das erkennende und erlebende menschliche Subjekt überhaupt erst die Voraussetzung jeder Wissenschaft ist (... , was bedeutet,) daß die Wissenschaft auf einem Vorverständnis beruht, welches nicht wissenschaftlich abgesichert werden kann« [GIERER, 1985:12,268].

Die Naturwissenschaft kehrt aus (vielleicht unausweichlicher) reduktionistischer Verblendung zu ihrem Ursprung, der Philosophie möglichen Erkennens, zurück. Und während die Schlüsse, die sie über uns selbst nahelegt, immer wichtiger für die Errichtung eines tauglichen Weltbildes werden – ohne das unsere Spezies kein Selbstverständnis entwickeln kann –, muß sie ihre naturwissenschaftlichen Aussagen in immer schwieriger verständliche Formen kleiden. Dazu Albert Einstein: »Physik ist ein in Entwicklung begriffenes

logisches Gedankensystem, dessen Grundlage nicht durch eine induktive Methode aus den Erlebnissen herausdestilliert, sondern nur durch freie Erfindung gewonnen werden kann. Die Berechtigung (...) liegt in der Bewährung (...) an den Sinneserlebnissen (...). Die Entwicklung vollzieht sich in der Richtung wachsender Einfachheit des logischen Fundamentes. Um diesem Ziel näher zu kommen, müssen wir uns damit abfinden, daß die logische Grundlage immer erlebnisferner und der gedankliche Weg (...) immer beschwerlicher und länger wird« [1979b:105]. Die abstrakte Unanschaulichkeit moderner Naturwissenschaft ist kein Zeichen für Entfremdung oder Irreleitung menschlichen Erkennens, sie ist vielmehr ein zwangsläufiges Resultat der Evolution des Erkenntnisprozesses, dessen Tempo die genetische Weiterentwicklung angeborener Anschauungsformen weit überholt hat.

Diese Erlebnisferne ist ein schwerwiegendes Problem. Einerseits ist überhaupt nur ein relativ enger Kreis von Interessierten grundsätzlich erreichbar – etwa auf dem Wege populärwissenschaftlicher Literatur. Andererseits läßt sich heutzutage wohl kaum mehr eine neue Religion etablieren, die mit dem aktuellen Stand naturwissenschaftlicher Erkenntnisse vereinbar ist... und die Lernfähigkeit der bereits bestehenden liegt bekanntermaßen nahe beim absoluten Nullpunkt. Die historischen Religionsgründer haben dem Wissen und den Wertvorstellungen ihrer Zeit eine gleichnishafte konkrete Form gegeben. Aus dem Vertrauen in die Vollständigkeit und Widerspruchsfreiheit erwächst der Nutzen des Sich-Anvertrauens, auch wenn nicht jeder alles wirklich begreift. Jedenfalls wäre ein wirklich zeitgemäßes Wertesystem, das auch neues Wissen berücksichtigt, ohne im Einzelfall sein rationales Verständnis vorauszusetzen, von unleugbarem Nutzen.

Jedoch greife ich damit weit voraus. Wir werden diesen Gedanken erst gegen Ende des Buches wieder aufnehmen. Zunächst – da wir uns nun bis an die Grenzen des Wissens über den Mikrokosmos vorangetastet haben – müssen wir, um den Anbruch der Existenz, den Urknall, zu verstehen, noch auf einen bedeutsamen Begriff eingehen: Die Rede ist von der ›Ordnung‹.

Ordnung: Die aufblühende Unmöglichkeit

»Wir kämpfen darum, minderwertige Energie an die Umgebung loszuwerden und Energie von hoher Qualität aus ihr herauszuholen. In gewissem Sinne mindern wir die Qualität der Außenwelt, um die unseres Innenlebens zu steigern.«

PETER W. ATKINS [1981:55]

Obgleich der Mensch mit großer Intuition ›Ordnung‹ erkennt, wenn er mit ihr konfrontiert wird – in den verschiedensten, auch völlig neuen Zusammenhängen –, so tun wir uns doch erstaunlich schwer, diesen Begriff verallgemeinert zu definieren. Unglücklicherweise ist er obendrein umgangssprachlich anders belegt als in seiner wissenschaftlichen Bedeutung. Offenbar kann Ordnung in einem breiten Spektrum qualitativ höchst unterschiedlicher Phänomene auftreten. Auf der einfachsten Stufe sind das räumliche oder zeitliche Muster, die periodisch oder nach anderen erkennbar *nichtzufälligen* Bildungsgesetzen aufgebaut sind. Am anderen Ende stehen Ordnungsmuster, die in der Organisation und den Prozessen komplexer Systeme hervortreten. Beispielsweise weisen Kristalle eine statische räumliche Ordnung auf, während sich Organismen bei vergleichsweise wirrem Aufbau vielfältige dynamische Ordnungsbereiche schaffen. Spätestens daran scheidet das gängige Vorurteil, Ordnung ginge stets einher mit Einfachheit, Monotonie, Überschaubarkeit und einem verarmten Repertoire an Möglichkeiten. Übergreifend definiert die Informationstheorie die Ordnung eines Systems als jene Informationsmenge, die zu seiner vollständigen Beschreibung erforderlich ist. Es gibt noch keine umfassende Theorie der Ordnung, so daß ihre Quantifizierung auf bestimmte Problemkreise beschränkt bleiben muß.

Tastende Schritte in diese Richtung waren die Arbeiten von Fourier (Theorie der Wärmeleitung, 1811), Carnot (über Wärmekraftmaschinen, 1824), Mayer und Helmholtz (Energieerhaltung, 1842 u. 1847) und Thomson (erste Formulierung des Zweiten Hauptsatz der Thermodynamik 1852). Schließlich führte Rudolf Clausius 1865 den Begriff der *Entropie* in die Thermodynamik ein. Ihre beiden Hauptsätze lauteten nunmehr: »Die Energie der Welt ist konstant. Die Entropie der Welt strebt einem Maximum zu«. Diese geheimnisvolle Größe verbreitet seitdem Angst und Schrecken nicht nur in der Physik, und die üblichen ›Erklärungen‹ (Maß für Unordnung, Reibungsverlust bei Energieumwandlungen, Ausdruck für die Irreversibilität, Pfeil der Zeit etc.) sind meist nebelhafte Schlagworte. Dabei ist es gar nicht besonders

kompliziert. Denken wir uns ein Kaufhaus mit Tausenden gleichmäßig darin verteilter Kunden. Beobachten wir das Gewimmel eine Weile, so stellen wir zwar einen regen Besucher-Austausch über die Rolltreppen fest, nichtsdestotrotz werden die Besetzungszahlen der einzelnen Stockwerke aber nur wenig um einen langfristig stabilen Mittelwert schwanken. Die Tendenz der Anwesenden, sich in allen Etagen zu etwa gleichen Teilen einzufinden, geht auf unterschiedliche Kaufabsichten und schlichte Neugier zurück. Und obwohl wir hier – je nach Uhrzeit und Wochentag – eine mehr oder minder quirlige Betriebsamkeit erleben, nennen wir diesen Zustand das ›Thermodynamische Gleichgewicht‹: Die Mikrozustände, also der augenblickliche Aufenthalt bestimmter Individuen mögen zwar unbekannt sein und ohne erkennbare Gesetzmäßigkeit variieren; entscheidend aber ist, daß die gleichen *Besetzungswahrscheinlichkeiten* aller verfügbaren Möglichkeiten (Stockwerke) auch tatsächlich in gleichen *Besetzungshäufigkeiten* ihren Ausdruck finden. Das Ergebnis ist dann ein ausgeglichener Makrozustand. Das gilt – gemittelt über entsprechend lange Zeiträume – ebenso für den Wachmann, der seine einsamen Runden durch die nächtlichen Kaufhausetagen macht, wie auch für das allmorgendliche Öffnen der Türen: Die anbrandende Menschenwoge zerfließt rasch in eine Gleichverteilung.

Überlegen wir, welche Voraussetzungen eine deutliche Abweichung von diesem Gleichgewicht zulassen. Beispiele sind Wühltische mit Sonderangeboten; die Lautsprecherdurchsage, in der Schallplattenabteilung signiere ein Popstar seine Neuerscheinung; oder ein Freibierausschank zum Geschäftsjubiläum im Erdgeschoß. Immer muß ein gewisser Aufwand getrieben, muß lokal für eine überdurchschnittliche Attraktivität gesorgt werden, um der allgemeinen Durchmischung entgegenzutreten. (Oder auch eine ›unterdurchschnittliche‹, etwa in Form einer Bombendrohung). Und stets ist dies kein einmaliger, sondern ein mehr oder weniger kontinuierlicher Aufwand: Das Verramschen von Lockvögeln hebt zwar den Umsatz, schmälert aber den pro Stück erzielten Gewinn; der Stern am Schlagerhimmel ist bald allen schnuppe; und der ›kostenlose‹ Gerstensaft wird von der Brauerei natürlich nicht verschenkt. Andererseits könnten wir erwägen, die Gleichverteilung etwa durch Sperrung des Dachgeschosses zu stören, aber auch das ist eine teure Angelegenheit, wenn man Miete und Unterhalt der somit nutzlos gewordenen Fläche berücksichtigt.

Offenbar muß irgendeine *causa efficiens* von außen in das System ›Kaufhaus‹ gespeist werden, um eine ungewöhnliche Abweichung vom zufälligen Einerlei herbeizuführen. Angesichts der Beispiele scheint dazu etwas Energieartiges erforderlich zu sein, aber irgendwie hat es wohl auch mit Information zu tun

(denn die Teenies fahren pilgerhaft zur Schallplattenabteilung auch dann, wenn sich dort herausstellt, daß ihr Star durch Krankheit verhindert ist). Aufrechterhalten läßt sich solch ein entmischter Zustand entweder durch unablässiges Hindurchpumpen dieses noch näher zu betrachtenden Fluidums, oder aber durch ›Einfrieren‹ des Systems, also Unterbindung seiner Fluktuationen, indem die Rolltreppen abgeschaltet oder die Menschen – wo sie gerade gehen oder stehen – festgehalten oder getötet werden. Damit wird das dynamische Ungleichgewicht zu einem statischen.

Wir aber wollen in Bewegung bleiben, und wenden uns zunächst der eigentümlichen Bestrebung zu, die alle Systeme hin zum thermischen Gleichgewicht tendieren läßt, sofern nicht unablässig etwas dagegen unternommen wird. Und unleugbar spielt sich dieser naturgesetzliche Verfall irgendwie geordneter Zustände überall um uns ab: Die Photokopie der Kopie der Kopie ist kaum mehr lesbar. Erdbeben bringen stets nur Trümmerhaufen, nie aber Kathedralen hervor. Die Brandung modelliert keine Sandburgen, sondern wischt sie weg. Die Newtonsche Mechanik nimmt zu diesem Einbahnstraßen-Verhalten nicht Stellung. Ihr zufolge ist jeder Bewegungsablauf prinzipiell zeitlich umkehrbar. Auch Einsteins relativistische Zeit bleibt diesbezüglich indifferent. Erst der erwähnte Zweite Hauptsatz der Thermodynamik legt auf geheimnisvolle Weise die Richtung fest: Den vielzitierten ›Pfeil der Zeit‹.

An dieser Stelle schieben viele Erklärungsversuche ihrem eigenen Ansinnen einen Riegel vor, indem sie eine ›Irreversibilität‹ (Nicht-Umkehrbarkeit) einführen, ohne mehr als eine wachsweiße Vorstellung von ihrer Bedeutung zu vermitteln. Allzu oft entsteht dabei der Eindruck, irgend etwas in der Art eines Ventils oder eines Gleichrichters ließe einen Vorgang nur in einer bestimmten Richtung ablaufen und verböte die umgekehrte Entwicklung. Das aber ist grundverkehrt.

Wo kommt nun unsere Anschauung ins Straucheln? Betrachten wir die beiden folgenden Lotto-Ziehungen ›6 aus 49‹: {8,9,10,11,12,13} und {3,11,15,29,37,39}. Die meisten Menschen ohne einschlägige Vorbelastung werden die erste Sequenz – sechs aufeinanderfolgende Zahlen – für weitaus unwahrscheinlicher halten als die zweite, die aus willkürlichen ungeraden Zahlen besteht. Tatsächlich aber sind beide Ausspielungen exakt gleich wahrscheinlich. Jede einzelne der ca. 14 Millionen verschiedenen 6er-Kombinationen genießt die gleiche Ziehungs-Chance, und so natürlich auch diese beiden. Was uns in die Irre führt, was uns heftig davon abhält, unser Glück mit der ersten Variante zu versuchen, ist der Umstand, daß die beiden

Zahlenreihen Vertreter von Klassen äußerst unterschiedlichen Umfangs sind. Vom ersten Typ, den Folgeziffern, gibt es gerade eben 44 (Sie können sich leicht selbst davon überzeugen). Der zweite Typ (alle Nummern ungerade) beinhaltet eine weitaus weniger einschränkende Auswahlbedingung: bei sechs gezogenen Kugeln gibt es $2^6 = 2 \times 2 \times 2 \times 2 \times 2 \times 2 = 64$ Permutationen von Gerade und Ungerade, so daß nur etwa jede 64. Ziehung ausschließlich ungerade Zahlen aufweisen wird. Damit entfallen auf diesen Typ ca. 219.000 verschiedene Vertreter, also fast 5.000 mal so viele wie auf Typ eins! Ungeachtet der identischen Chancen für die einzelnen *Vertreter* differieren die Wahrscheinlichkeiten für die entsprechenden *Klassen* enorm.

Erstaunlicherweise war unser Gehirn der eigentlichen Fragestellung damit unaufgefordert um einen gewaltigen Schritt voraus: statt uns stur auf die angebotenen Sextetts zu konzentrieren, haben wir sofort und ohne bewußtes Zutun die Ordnungsmerkmale der Klassen erfaßt und nun diesen Wahrscheinlichkeiten zugeordnet. Auf der Suche nach verdeckter Ordnung ist unser Erkenntnisapparat eben so leidenschaftlich, daß er bisweilen über das Ziel hinausschießt. Natürlich kommt das nicht von ungefähr, denn üblicherweise wittern wir hinter Ordnung völlig zu Recht die Abwesenheit von Zufall und die Anwesenheit von Bedeutung – also etwas, worauf unsere Aufmerksamkeit gelenkt werden soll. Hier allerdings verleitete uns die an sich richtige Intuition zu einer falschen Meinung.

Damit zurück zum ursprünglichen Problem: Wenn wir ein System betrachten, das viele gleichberechtigte Zustände annehmen kann, von denen aber nur relativ wenige durch eine ›besondere‹ Ordnung ausgezeichnet sind, so ist klar einzusehen, daß dieses System beim Wechsel mit ziemlicher Sicherheit einen der unscheinbaren Zustände erwischt. Die Zahl ihrer Zugangswege überwiegt eben erdrückend. Genauso verhält es sich mit unseren Kaufhausbesuchern: Es gibt eine astronomische Zahl von Möglichkeiten, die Mikrozustände (Aufenthaltsorte der Menschen) so zu arrangieren, daß jeweils der gleiche Makrozustand (gleichmäßige Stockwerkbesezung) dabei herauskommt. Jeder andere Makrozustand hat weit weniger Möglichkeiten, sich zu realisieren. Ungeachtet des Umstandes, daß alle Kombinationen von Mikrozuständen exakt gleiche Chancen genießen, kommt damit den geordneten Makrozuständen – wir nennen sie *Muster* – nur eine verschwindende Wahrscheinlichkeit zu. Und auch hier ist wieder einleuchtend, daß sich ein System, das leidenschaftslos eine Abfolge von Zuständen auswürfelt, fast immer in einem der vielen gewöhnlichen, höchst selten aber in einem der wenigen ungewöhnlichen befinden wird. Kernaussage des Zweiten Hauptsatzes ist eben dieses tendenzielle Abgleiten eines geschlossenen Systems (also eines ohne äußere

Interventionen wie Wühltische, Popstars und Freibier) in die Masse der gewöhnlichen Zustände: Die Entropie eines solchen Systems kann nur zunehmen.

Nach diesen Vorüberlegungen können wir die Entropie verstehen als Maßzahl der Langeweile, nämlich als Zerfallszustand der Muster. Folglich herrscht ihr Maximum im thermodynamischen Gleichgewicht, in dem alle Muster aufgelöst sind. Die minimale Entropie entspricht demgegenüber einem Muster, das so umfangreich und spezifisch ist, daß es nur sehr wenige Realisierungsmöglichkeiten für diesen Makrozustand gibt: Sie werden sich schon etwas einfallen lassen müssen, um ausnahmslos alle Kunden im dritten Stock zu versammeln, denn durch den reinen Zufall wird das zu Lebzeiten des Kaufhauskonzerns, der Menschheit oder des Universums kaum jemals passieren. Allgemein ausgedrückt, handelt es sich bei der Entropie um ein statistisches Maß, das die Angabe eines *Mittelwertes* (Zahl der Kaufhausbesucher) ergänzt, indem ihre *Verteilung* auf die verschiedenen Zustände (Etagen) quantifiziert wird.

Betrachten wir nun die Art jener Muster näher, dann wird deutlich, wo die Verständnisschwierigkeiten liegen, mit denen sich die Wissenschaft auch heute noch herumschlägt. Wir haben bislang nur die Summen von Individuen pro Stockwerk verglichen. Dazu kann eine räumliche Ordnung kommen, wenn beispielsweise alle zur Fensterfront laufen (nehmen wir an, die Tankstelle gegenüber ist gerade explodiert), oder wir stellen die zeitliche Ordnung fest, mit der jeweils gegen Mittag ein Ansturm auf das sonst nahezu verwaiste Dachrestaurant einsetzt. Der Weg des Nachtwächters ist bereits ein recht kompliziertes raumzeitliches Muster. Und jetzt denken Sie an die bisher völlig vernachlässigten Wechselwirkungen zwischen den Individuen. Da gibt es einerseits den Herdentrieb, andererseits aber abstoßende Tendenzen, wenn es allzu eng wird. Auch sehr spezielle Wechselwirkungen kommen vor: Trifft etwa Frau Meier ihren Mann, und setzen beide ihren Weg gemeinsam fort, so wird ein Mikromuster gebildet und mithin die Entropie verringert.

Bereits diese banale Tatsache brachte die Thermodynamik ziemlich durcheinander; beschwor sie doch bis in unser Jahrhundert das Bild eines Universums, das seinen Vorrat an Ordnung aufzehrt, indem all seine Teilchen solange miteinander zusammenstoßen, bis ihre Bewegungsenergie schließlich gleichmäßig verteilt ist. Alle realen Vorgänge werden demnach von einer nicht wieder gutzumachenden Energiezerstreuung in Form nutzloser Abwärme begleitet. Jegliche Diversität löst sich somit letztlich in einem Einerlei gleichverteilter Wärme auf. Diese Vorstellung vom totalen thermodynamischen Gleichgewicht wurde zu Recht mit dem dramatischen Begriff ›Wärmetod‹

belegt, denn sie beinhaltet den Zerfall aller Muster und Strukturen, jeder Organisation und damit zuallererst der Organismen, die ja den Gipfel der Unwahrscheinlichkeit darstellen. (Wenn überhaupt, dann erwiese sich diese Vision des wenig spektakulären Endes unseres Universums jedoch nur für höhere Temperaturen als richtig. Was meist übersehen wird: bei hinreichend niedrigen Temperaturen kann statische Ordnung ›tiefgekühlt‹ lange überdauern, wie wir bereits weiter oben anmerkten). Erst sehr allmählich greift die Erkenntnis Raum, daß durch Wechselwirkung aufgrund von Bindungskräften (im atomaren Bereich) oder der Gravitation (im kosmischen Maßstab) Ordnung spontan und geradezu zwangsläufig entsteht. Ja, unsere ganze Welt – von den kleinsten Bausteinen bis hin zu den Galaxienhaufen – zeugt von solcher Ordnung.

Die eingangs erwähnte Irreversibilität des Verfalls von Ordnungszuständen beinhaltet also mitnichten ein Verbot oder eine prinzipielle Unmöglichkeit. Kein Naturgesetz verbietet uns, durch blindes Rühren in einer Buchstabennudelsuppe den folgenden thermodynamischen Satz zu reproduzieren: »Der unwahrscheinliche Zustand der Ordnung geht von selbst in den wahrscheinlichen Zustand der Unordnung über«. Aber auch ohne ausdrückliches Verbot wird das *de facto* niemals passieren: Die überastronomische Zahl sinnloser Alternativen verweist solche Möglichkeiten ins Absurde. Daß hingegen ein vergänglicher Schein von Ordnung in Form eines kurzen ›Nudelwortes‹ aufblitzen mag, entspricht nur der Erkenntnis, daß das thermodynamische Gleichgewicht stets in der ›statistischen Gärung‹ einer Fluktuation seiner mikroskopischen Zustände befindlich ist. Und obgleich daran nichts wirklich zwingend ist, läßt die überwältigend einseitige Wahrscheinlichkeitsbilanz kein Wenn und Aber zu: Jedes abgeschlossene System degradiert auf den Wärmetod zu. Das ist die statistische Einbahnstraße des Zweiten Hauptsatzes, die einzige Stelle, an der die Physik etwas über die Richtung der Zeit aussagt: der vielzitierte ›Zeitpfeil‹.

Der optimistische Pfeil der Zeit

Alles altert, korrodiert, verrottet, zerfällt, degradiert, verwest, vermischt sich, verschmutzt... Wirklich alles? Die Theorie wäre in bester Ordnung, wenn nicht einige Phänomene quertrüben: Schneeflocken, Korallenriffe, Menschen, Konzertflügel, Galaxien und Staatsverträge sind Erscheinungen von derart hochgradiger Strukturierung und/oder Organisation, daß einfach nicht einzusehen ist, wie dergleichen aus dem Strudel allgemeinen Zerfalls

auftauchen sollte. Es ist eine verblüffende Tatsache, daß ein solch mechanistisches, nur dem Zerfall Rechnung tragendes Weltbild über so lange Zeit wie ein religiöses Dogma Bestand haben konnte (und kann), obwohl es im klaren Widerspruch zu einem gewichtigen Teil alltäglicher Erfahrung steht. Nichtsdestotrotz haben wir keinen Anlaß, der Physik mißtrauisch den Rücken zu kehren: An einem System zu zweifeln, das doch immerhin weite Bereiche unserer Welt bei hoher innerer Ordnung und Kohärenz übereinstimmend mit der Beobachtung beschreibt und voraussagt, wäre ebenso unsinnig, wie es aus eben diesen Gründen für vollständig zu halten: das ist die Physik nämlich ganz offensichtlich nicht!

Die Naturwissenschaften, die sich seit Galileo Galilei mit dem Flair der Exaktheit umgeben, indem sie sich auf die Beschäftigung mit den ›wesentlichen Eigenschaften‹ der Wirklichkeit zurückzogen – ihre zerlegbaren, meßbaren und zählbaren Aspekte – formieren sich erst seit kurzem zögernd neu, um die Wunder der Komplexität verstehen zu lernen. Denn für Wunder hielt man sie lange Zeit, für etwas, wofür die Wissenschaft und ihr Begründer, der Mensch, eben keine Erklärung hat und nicht haben *kann*, da an dieser Stelle das Göttliche in die Welt tritt. Mir ist nicht ersichtlich, inwiefern vertieftes Verständnis diesen Wundern irgendeinen Abbruch täte. Sollte hier denn tatsächlich eine *andere* Physik zugange sein? Oder überhaupt keine – sondern allein schöpferische Allmacht? Damit würden wir unserer Neugier unnötig früh Einhalt gebieten. In jedem Fall lohnt es sich, Wunder zu verstehen, denn der Widerspruch eines solchen *Korrektivs* innerhalb einer *perfekten* Schöpfung ist nur schwer auszuhalten.

Was sind nun die höchsten dieser wunderlichen Phänomene; was hat es mit Leben und Bewußtsein auf sich? Für mich sind diese Begriffe die obersten Beschreibungsebenen für Systemeigenschaften komplexer Organismen. Um die Kontinuität solcher Eigenschaften zu wahren, ist ein erhebliches Maß an Ordnung unabdingbar. Und unser Körper stellt ja nun in der Tat eine übergeniale Organisationseinheit dar. Woher aber nehmen wir all diese Ordnung, mit der wir (wenn wir der Thermodynamik trauen wollen) offenbar gegen ein grundlegendes Naturgesetz verstoßen? Die lapidare Antwort: Wir *essen* sie! »Der Kunstgriff, mittels dessen ein Organismus sich stationär auf einer ziemlich hohen Organisationsstufe (einer ziemlich tiefen Entropiestufe) hält, besteht in Wirklichkeit aus einem fortwährenden Aufsaugen von Ordnung aus seiner Umwelt« [SCHRÖDINGER, 1944:129].

Die Verständnisbarriere war lange Zeit die mangelnde Einsicht in die *Offenheit* des Systems ›Mensch‹. (Isoliert man ihn im Sinne des Zweiten Hauptsatzes von anderen Systemen, z.B. durch Einschweißen in luft- und lichtdichte,

wärmeisolierende Plastikfolie, so wird er seine höheren Systemeigenschaften alsbald vermissen lassen...) Organismen sind alles andere als abgeschlossene Systeme: Sie stehen mit ihrer Umwelt in reger Wechselwirkung und tauschen Materie, Energie und Information mit ihr aus.

Worin liegt aber nun die lebenswichtige Bedeutung von Ernährung und Atmung? Betrachten wir einen Menschen ohne ›Gewichtsprobleme‹, so müssen wir feststellen, daß die Materie, aus der seine Nahrung besteht, allenfalls Mittel zum Zweck sein kann: Da er ebensoviele (und gleichwertige) Atome in Form von Brot, Räucheraal und Gummibärchen aufnimmt, wie er in weniger appetitlicher Form wieder von sich gibt, scheint unter dem Strich kein Nutzen erkennbar – außer dem mitunter höchst vergnüglichen Akt des Essens.

Andererseits: Betrachten wir die Geometrie eines Kandiskristalls, das Muster der Fleischfasern in einem Schnitzel, die Zellstruktur eines Getreidekorns oder einer Kartoffel, so sehen wir darin auch einen Ausdruck der tiefer verborgenen Ordnung in Zucker-, Protein- und Stärkemolekülen. Und schon ein laienhafter Vergleich mit dem Gewichtsäquivalent, das unsere Verdauung etliche Stunden später dann ›hinter sich läßt‹, zeigt, daß wir die ursprüngliche Ordnung in den Nahrungsmitteln drastisch gemindert haben.

Da für die an diesen Vorgängen beteiligte Energie (ebenso wie für die Masse) die Forderung einer ausgeglichenen Bilanz besteht, setzen wir die vertilgten Kalorien (moderner: Kilojoule) nach Abzug des meist geringen Aufwandes für Arbeit, Bewegung und Synthese von Körpermasse in Abwärme – durchschnittlich etwa 150 Watt – um. Wir ›verbrauchten‹ also keine Energie, vielmehr schleusen wir sie durch uns hindurch und verändern sie irgendwie dabei, aber wie gesagt ohne daß sie davon abnähme.

Das klingt zugegebenermaßen etwas schwammig, wird sich aber aufklären, denn wir haben es hier keineswegs mit einer esoterischen Version des Energiebegriffs zu tun. Es ist ganz einfach so, daß auch ein Organismus sich sehr wohl dem Zweiten Hauptsatz insofern unterwirft, als er mit jedem seiner mannigfach ablaufenden Vorgänge Entropie erzeugt, Unordnung also, und sich somit auf das Chaos, das leblose Gleichgewicht zubewegt. Wie wir gesehen haben, benötigen Lebensprozesse aber ein ungewöhnlich hohes Maß an Ordnung. Ein Organismus, der sich zwar nicht über die Thermodynamik hinwegsetzen vermag, der andererseits aber auch nicht sterben will, muß dem lähmenden Anwachsen selbsterzeugter Entropie dadurch begegnen, daß er Ordnung von außerhalb aufnimmt, und Unordnung an die Umwelt abgibt. Das steckt hinter der Alltagsroutine des Stoffwechsels, und das ist es, was Erwin Schrödinger mit dem »Aufsaugen von Ordnung« meint. Was wir aber bislang nicht geklärt

haben, ist die geheimnisvolle Wandlung, die dabei mit der Energie vonstatten geht.

Stellen wir uns ein gasgefülltes Gefäß vor, in dessen zwei Kammern unterschiedliche Temperaturen herrschen. Das Ganze soll so gegen die Umgebung isoliert sein, daß mit ihr kein Wärme- oder Gasaustausch stattfindet. (Wir haben es also mit einem idealisierten System zu tun, wie es exakt niemals wirklich vorkommt. Das ist eine legitime und vielgeübte Methode der Physik – man darf allerdings ihre Einschränkungen nicht aus dem Auge verlieren.) Bereits 1824 formulierte Sadi Carnot in seinen Untersuchungen an Wärmekraftmaschinen, daß diese nur funktionieren können, wenn zwei unterschiedliche Temperaturniveaus gegeben sind. Die Wärme fließt dann von der heißen Quelle zur kühleren Senke und diese körperlose ›Bewegung‹ treibt die Maschine. Stellen wir uns das ruhig wie ein Schaufelrad vor, das in den Wärmefluß taucht und ihn somit nutzbar macht. Die beiden unterschiedlich temperierten Hälften unseres Behälters sind ein solches Paar von Quelle und Senke, und *darin* liegt die Fähigkeit, Arbeit zu verrichten – nicht im bloßen Vorhandensein von Wärme.

Stellen wir uns nun vor, die Trennwand sei vor geraumer Zeit entfernt worden, und die wild hin- und herfliegenden Gasmoleküle hätten sich vollständig durchmischt. Ein an beliebiger Stelle plaziertes Thermometer zeigt dann einen einheitlichen Wert an, da es in jedem Augenblick von einer astronomischen Zahl langsamer Moleküle (aus der vormals kalten Hälfte) und schneller Teilchen (die auf der heißen Seite beheimatet waren) getroffen wird und infolge seiner Trägheit einen zeitlichen Mittelwert dieses Bombardements registriert. Der Bewegungszustand der einzelnen Partikel ändert sich zwar im Lauf der Zeit aufgrund von Zusammenstößen, da aber der Durchschnittsbetrag bei der Vermischung konstant bleibt, müßte doch auch die innere Energie erhalten geblieben sein. Und doch ist die ›Tatkraft‹ des Systems nach außen erlahmt, die Energie entwertet – was offenbar nur mit der verlorengegangenen Sortierung nach Geschwindigkeiten zu tun haben kann.

Besonders anschaulich wird dieser paradoxe Sachverhalt an einem Gedankenexperiment von James C. Maxwell (1871), der einen Dämon mit folgender Befähigung ersann: Dieses Wesen verfüge über derart scharfe Sinne und flinke Reflexe, daß es eine Klappe in der nun wieder eingefügten Behälter-Trennwand so geschickt bedienen kann, um durch gezieltes Öffnen und Schließen – je nach Geschwindigkeit des auftreffenden Gasteilchens – die ursprüngliche Ordnung wieder herzustellen. Dieses Wesen arbeitet völlig im Einklang mit den Bewegungsgesetzen von Newton, und die Idealisierung einer reibungsfreien und masselosen Klappe ist im Sinne des weiter oben Gesagten

statthaft. Der einzige Haken dabei ist, daß der Dämon ganz offensichtlich gegen den Zweiten Hauptsatz verstößt – und dieses Vergehen ist nun wirklich keine Lappalie: Es geht nicht an, daß hier innerhalb eines abgeschlossenen Systems ohne jede Investition Ordnung erzeugt wird! Ähnliches passiert in unserem Kaufhaus-Beispiel, wenn beispielsweise Damen- und Herrenkonfektion auf verschiedenen Etagen untergebracht sind: Aus heiterem Himmel sortieren sich die Kunden selbsttätig, bis eine hochgradige Geschlechtertrennung vollzogen ist. Die ehernen Sätze von Clausius und Newton in offenem Widerspruch? Jahrzehnte vergingen, bis Licht in dieses Dilemma gebracht wurde. Die Quantentheorie zeigte schließlich, daß ein Beobachter von Phänomenen in atomarer Größenordnung seine Erkenntnisleistung mit Entropieerzeugung bezahlen muß, deren Betrag mindestens der Ordnung entspricht, welche die gewonnene Information verkörpert. Die Paradoxie löst sich also auf: Zwar könnte ein solcher Dämon seiner Aufgabe nachgehen, aber um die Wechselwirkung des Beobachtens zu leisten und um die notwendigen Entscheidungen zu treffen, müßte auch er einen irgendwie gearteten Stoffwechsel haben, um nicht an der selbsterzeugten Entropie zugrunde zu gehen. Der Denkfehler lag darin, ein solches Wesen in ein geschlossenes System einzubinden – lebensfähig wäre es nur in einem offenen, und dort müßte es mindestens ebensoviel Ordnung importieren wie seine Tätigkeit einbrächte. Entsprechendes gilt für die Separierung von Frauen und Männern im Kaufhaus, wenn sie Hinweisschilder lesen und Entscheidungen treffen. Auch die Physik kommt damit wieder ins Lot: Newton hatte recht und Clausius ebenfalls. Man muß sich jedoch einschränkend folgendes klarmachen:

- Der Zweite Hauptsatz ist ein *statistisches* Gesetz. Das heißt, er macht nur Aussagen über Wahrscheinlichkeiten, und diese Aussagen nähern sich erst bei einer großen Zahl von Ereignissen der Gewißheit an. Diese Voraussetzung ist in unserer Erfahrungswelt praktisch immer erfüllt – mitnichten jedoch bei Betrachtung einzelner Moleküle. (Es ist dasselbe wie mit dem Satz ›Jeder Vierte ist ein Chinese‹: Richtig ist das zweifelsfrei für einen Statistiker bei den Vereinten Nationen, vermutlich falsch dagegen für einen alpenländischen Dorfstammtisch.)
- Das Ordnungsprinzip von Ludwig Boltzmann – die Entwicklung eines differenzierten (unwahrscheinlichen) Zustandes folge den vielen (wahrscheinlichen) Wegen in einen ausgeglichenen, undifferenzierten Zustand –, dieses Prinzip gilt nur dann, wenn die Einzelereignisse inmitten ihrer großen Zahl bedeutungslos sind. Betrachten wir jedoch gleichgewichtsferne, also instabile, energiegeladene Systeme, so wird diese Voraus-

setzung verletzt. Durch Rückwirkung auf sich selbst können hier kleinste Schwankungen soweit verstärkt werden, daß sie mitunter das gesamte System in ein neues dynamisches Regime zwingen können. Die Tür zu einer ›Ungleichgewichts-Thermodynamik‹ wurde besonders von Ilya Prigogine aufgestoßen.

- Es wird langsam deutlich – und mag überraschen –, daß die komplexen Phänomene des Lebens ausschließlich von solchen hochgradig ungleichgewichtigen Systemen getragen werden. Diese wiederum haben nur Bestand, wenn sie intensiv mit ihrer Umwelt wechselwirken. Die Lehre, die daraus zu ziehen ist (womit sich die sogenannte exakte Wissenschaft immer noch jämmerlich schwertut), besteht in der Einsicht, daß die bewährten Methoden des Reduktionismus den systemischen Erscheinungen höherer Komplexität einfach nicht voll gerecht werden: Das reduzierende Herausschneiden von Untersystemen aus ihrer Organisationsstruktur mag zwar durchaus einen gewissen Erkenntnisgewinn liefern, aber umfassendes Verständnis ist so nicht zu erlangen. Man mag alles wissen, was es über die Atome einer Termiten zu wissen gibt, aber damit weiß man nichts über das Insekt. Oder man trage alle Daten dieser einzelnen Termiten zusammen und stelle fest, daß man ihrem Kollektivdasein und ihren Bauwerken nahezu ebenso unverständlich gegenübersteht wie das einfältige Tierchen selbst. In diesem Sinne ist die Vorstellung vom ›offenen System Mensch‹ zwar einen bessere Annäherung an die Wirklichkeit, aber alle Fragestellungen wird auch dieses Modell nicht beantworten können.

Nun sind noch ein paar Unklarheiten verblieben. Da war die Frage nach der ›Entwertung‹ der Energie, die mit dem ›Aufsaugen‹ von Ordnung einhergeht. Das möchte ich ausnahmsweise mit einer kurzen Gleichung verdeutlichen:

$$E_g = E_f + TS$$

Das ist im Grunde der sagenumwobene Zweite Hauptsatz der Thermodynamik: Die Gesamtenergie (E_g) eines Systems setzt sich zusammen aus seiner freien Energie (E_f) und dem Produkt aus absoluter Temperatur (T) und Entropie (S). Die Gesamtenergie eines geschlossenen Systems ist definitionsgemäß konstant. Bei ebenfalls gleichbleibender Temperatur frißt dann der zwangsläufige Entropiezuwachs nach und nach die freie Energie auf. Im thermodynamischen Gleichgewicht fällt dieser der Wert Null zu. Die Energie ›wandert‹ also vom ersten zum zweiten Summanden und büßt damit ihre Nutzbarkeit, d.h. ihre Qualität, nicht aber ihre Quantität ein.

Ein Organismus vollbringt den Balanceakt, im Rahmen seines eigenen Körpers *alle* Größen in obiger Gleichung in engen Grenzen stabil zu halten. Er schafft das, wie wir sahen, durch ein Fließgleichgewicht aus Abgabe positiver Entropie (Abwärme, Exkremete), und Aufnahme negativer Entropie (gelegentlich wird von Negentropie gesprochen) in Form von Nahrung, die freie Energie liefert.

Und was nun die formenreiche geometrische Strenge der oben erwähnten Schneeflocke angeht, so dürfen wir gewiß sein, daß hier erst recht nicht gegen Naturgesetze verstoßen wird: Während des Entstehens dieser filigranen Ordnung ›schwitzen‹ die Wassermoleküle Entropie aus, geben sie in Form relativ minderwertiger Energie (nämlich Wärme) ab. Tatsächlich muß Ihr Kühlschrank aus Wasser von 0°C noch eine gehörige Portion Wärme herausholen, bevor es zu Eiswürfeln *der gleichen Temperatur* erstarrt! Umgekehrt kühlt ein solcher Eiswürfel Ihren Longdrink erheblich länger als ein gleich schwerer, gleich kalter Metallwürfel, da dieser im gewünschten Temperaturbereich keinen Phasenübergang (Schmelzen, Verdampfen) durchmacht. Dabei nämlich wächst die Unordnung wieder an und jene Wärme, die der Kühlschrank vorher herausgepumpt und an die Raumluft abgegeben hatte, erwärmt das Glas, seinen Inhalt und den Eiswürfel, so daß dieser sich gezwungen sieht, seine Ordnung fahren zu lassen und das ursprüngliche Quantum an Wärme wieder aufzunehmen.

So schön in sich geschlossen, wie dieser Kreis jetzt zu sein scheint, ist er aber beileibe nicht. Der Anfangszustand kann sich nicht wieder einstellen, da ein Kühlschrank eine Wärmekraftmaschine ist und als solche grundsätzlich einen Wirkungsgrad kleiner als Eins aufweist. Das Gesamtsystem Kühlschrank-Raum-Wasser/Eis wird also zwangsläufig das Universum ein wenig degenerieren lassen, da es hochwertige Energie (ablesbar am Stromzähler) in minderwertigere (Temperaturanstieg) verwandelt und so die Gesamtentropie vermehrt.

Nicht viel anders verhält es sich mit Konzertflügeln und Staatsverträgen: Einmal haben wir es mit einem materiellen Objekt, das andere Mal mit reiner Information zu tun, zu deren Entstehung und Organisation Klavierbauer bzw. Diplomaten eine gesteigerte Stoffwechselfähigkeit an den Tag legen müssen. Aber bleiben wir noch im obigen Beispiel – bei Kühlschränken, Eiswürfeln und langsam verwässernden Cocktails. Wie Sie sicher bemerkt haben werden, handelt es sich bei dem betrachteten System wieder einmal um ein offenes: Die Stromrechnung beweist, daß etwas von draußen dazukommt, und spätestens ihr Ansteigen in den letzten Jahren sollte jedem, der unvernünftigerweise

elektrisch heizt, das Bewußtsein dafür geschärft haben, daß durch Wände und Fenster auch etwas nach draußen verschwindet. Wir konstatieren also einen Energiefluß durch das System hindurch (*verbraucht* wird sie dabei keineswegs) und stellen fest, daß diese Energie dabei einen Qualitätsverlust erleidet.

Motoren des Universums

Um nun die Jungbrunnen unseres Kosmos aufzuspüren, jene geheimnisvollen Quellen lebensspendender Ordnung, werden wir uns durch schrittweises Erweitern unserer Systemgrenzen zu ihrem Ursprung vorantasten, wobei der Energiefluß ein unfehlbarer Wegweiser ist: ›stromaufwärts‹ liegt unser Ziel. Von der bisher weitesten Systemgrenze (dem Zimmer) gelangen wir durch die Steckdose – dabei ist obige Richtungsvorschrift durchaus wörtlich zu nehmen – auf einigen kleinen Umwegen zur Überland-Hochspannungsleitung, von dort zu einem Kraftwerk. In aller Regel wird die elektrische Energie hier mit einer Wärmekraftmaschine erzeugt, die aus Turbine und Generator besteht. Diese Schnittstelle bietet sich als neue Systemgrenze an. Wir verlassen damit den elektrischen Pfad und werden mit Röhren konfrontiert, welche die Bewegungsenergie eines Mediums (Dampf, Wind, Verbrennungsabgase oder Wasser) zur Turbine kanalisieren.

Weiter zurückverfolgt fächern sich die Gemeinsamkeiten auf – beispielsweise kann der Dampf mit der Abwärme einer nuklearen Spaltreaktion oder per Kohlefeuerung erzeugt werden, man kann den heißen Gasstrom eines Biogasbrenners nutzen, die Höhendifferenz zwischen Stausee und Kraftwerk oder aber die Gezeitenströmung. Wir können nun diese und viele andere Spuren weiter ergründen: Von der Kohle zurück zur Photosynthese vorgeschichtlicher Urwälder. Vom hochgelegenen Stausee zurück zur Verdunstung über den Weltmeeren. Vom Biogas zurück über die Gärung und gegebenenfalls die Zwischenstufe menschlichen oder tierischen Stoffwechsels oder direkt zu Pflanzen und damit abermals zur Photosynthese. Vom Uran zu dem Stern, der es im Sterben erbrütet hat. Von den Gezeiten zu jenem Drehimpuls, den das Sonnensystem bei seiner Geburt mitbekommen hat. Oder betrachten wir den elegantesten, schnörkellosen Weg, der leider immer noch die Ausnahme darstellt, die direkte Umwandlung von Licht in elektrische Energie: die Photovoltaik.

Unser blauer Planet empfängt die gigantische solare Strahlungsleistung von 10^{17} Watt, die es ihm ermöglicht, ein starkes Ungleichgewicht in seiner Biosphäre aufrecht zu erhalten. Am auffälligsten zeigt sich das an den Winden und Meeresströmungen. Andererseits muß jedes einzelne Watt nach seinem

Konsum wieder entsorgt werden. Das geschieht in Form langwelligerer Strahlung, und die Deponie für diese Abwärme sind die kalten Tiefen des Universums. Besonders im Schutze der Dunkelheit entledigt sich die Erde ihres thermischen Mülls in den dafür aufnahmefähigen kalten Nachthimmel. Erst der Tag/Nacht-Zyklus macht diesen Energiedurchsatz ergiebig genug, um Leben überhaupt zu ermöglichen [vgl. BREUER, 1981: 106f].

Wie wir es auch drehen und wenden, stets landen wir bei unserem guten, alten Zentralgestirn, dessen Energie wir überwiegend aus Speichern unterschiedlichsten Alters (chemische Bindung, Schwerkraft, Trägheitskraft, nukleare Bindung), sowie zu einem kleinen Teil unmittelbar anzapfen. Wie sehr die Sonne als universale Lebensspenderin fungiert, wurde in zahlreichen Mythen alter Kulturen in großer Tiefe erahnt.

Damit wollen wir es nicht bewenden lassen – Sterne, die Quellen ›edler‹ Energie und damit Kraftzentralen aller Ordnungsfabriken –, denn die nächste Frage nach dem Wie und Warum führt uns sehr nahe an den Begriff der ›Schöpfung‹ heran.

Vorstellungen vom Anfang

»Es gab einmal eine Involutionsperiode, da war nur der leere Himmel zwischen den verschiedenen Welterschöpfungszeiten. Der Ursprungsnebel war gleichmäßig verteilt. Einige der schwereren Moleküle zogen andere an sich, wurden fett und schwer, und das schwerste und stofflichste von ihnen fiel aus dem leeren Brahma-Himmel in unser Universum und wurde der erste Stern.«

Der BUDDHA in den Upanishaden

Das Universum kann nicht ohne weiteres als Arrangement ins Nichts gehängter Galaxien aufgefaßt werden. Eine notwendige Zusatzannahme besteht beispielsweise in seiner Unendlichkeit: dann nämlich wäre kein Raumpunkt vor einem anderen ausgezeichnet und folglich käme keine Netto-Kraft zur Wirkung. Ein endliches All dagegen würde aufgrund seiner Schwerkraft sofort beginnen, mit wachsender Beschleunigung in sich zusammenzustürzen. Daß wir aber von seiner Begrenztheit ausgehen müssen, ist die Konsequenz des Olbersschen Paradoxons: Denken wir das Universum in konzentrische Zwiebelschalen einheitlicher Dicke untergliedert, so nimmt die Zahl der Sterne pro Schale – großräumig gleichmäßige Verteilung vorausgesetzt – nach außen quadratisch zu. Da die Intensität des Lichtes seinerseits einem umgekehrt quadratischen

Abstandsgesetz folgt, leistet jede Schale den gleichen Beitrag zur Bestrahlung des gedachten Zentrums. In einem unendlichen Universum bedeutet das aber, daß die Strahlung über alle Grenzen wächst, was in der Praxis nur durch die ›Abschattung‹ der fernen Sterne durch die näheren vermieden würde. Immerhin reichte das noch zu einem Himmel, der auch nachts lückenlos wie die Sonnenoberfläche leuchtet – im krassen Gegensatz zu unserem zauberhaft samt schwarzen Sternenhimmel.

Auch Einstein mußte sich mit dieser Frage im Rahmen seiner Gravitationstheorie auseinandersetzen. Er brachte schließlich den endlichen Kosmos ins Gleichgewicht (wenigstens in seiner Rechnung), indem er eine zusätzliche abstoßende Kraft, den sogenannten ›kosmologischen Term‹, einbaute. Als bald wurden Zweifel daran geäußert: Eine winzige Störung würde diese empfindliche Balance in Einsturz oder Explosion umkippen lassen. Die 1922 von Alexander Friedmann vorgestellte Lösung eines expandierenden Universums anstelle eines statischen wollte Einstein nicht akzeptieren, obwohl sie eine gültige Lösung seiner eigenen Gravitationsgesetze darstellt, bis Edwin P. Hubble im Jahre 1927 den Beweis dafür erbrachte. Einstein bekannte später, die »größte Eselei seines Lebens« begangen zu haben.

Heute wissen wir durch astronomische Beobachtungen ziemlich genau über die immer noch andauernde Expansion des Alls Bescheid, die tagtäglich schwindelerregende 10^{18} Kubiklichtjahre beträgt. Von großem Interesse ist die Frage, wie lange diese Bewegung schon im Gange ist, und natürlich, wie sie begonnen hat. Bezüglich der Preisgabe seines Alters wahrt der Kosmos aber gezielte Zurückhaltung. Aus der Konzentration radioaktiver Isotope von langer Halbwertszeit einerseits, und dem Befinden der Sterne in den alten Kugelhaufen andererseits ergibt sich eine Abschätzung zwischen 10 und 20 Milliarden Jahren. Der bislang wohl vertrauenswürdigste Wert für die Datierung aufgrund der Expansionsgeschwindigkeit und der dadurch verursachten Rotverschiebung im Spektrum des Sternenlichts liegt bei etwa 12 Milliarden Jahren [BROCKMAN, 1986: 69ff]. Häufig werden aber auch 15 oder 18 Milliarden genannt. Da die genaue Zahl für uns keine große Bedeutung hat, einigen wir uns auf die Mitte, also auf 15 Milliarden Jahre.

Wie es vor also rund 15 Milliarden Jahren zum Urknall gekommen sein mag, zu jenem kolossalem Ausbruch des Nichts in die Existenz, sei etwas zurückgestellt. Die Spekulationen sind hier ungewisser als bezüglich der unmittelbar sich anschließenden Vorgänge. Auf jeden Fall erscheint die Beschäftigung damit lohnend, denn »Der Anfang des Universums ist die

Mutter aller Dinge. Wer die Mutter versteht, versteht auch ihre Kinder« [LAO-TSE: 52].

Der dritte Schritt zuerst

Die eigentliche Singularität hüllt sich in Geheimnisse berechenbar werden ihre Folgen erst nach der durch nichts zu veranschaulichend kurzen Planck-Zeit von 10^{-44} s. Dann erst haben sich Raum und Zeit soweit formiert, daß unsere bekannte Physik anwendbar wird. Wir wollen hier aber auch nicht näher darauf eingehen, daß beispielsweise 10^{-36} s *danach* Temperaturen von 10^{27} K geherrscht haben müssen – derart phantastische Zahlen sind auch für Astrophysiker schwer verdaulich. Gewiß jedenfalls ist, daß dieser Anfangszustand ungeheurer Hitze und Dichte keine Materie zuließ, keine Atome, weder Kerne noch deren Bausteine, sondern nur minimale Strukturen: Quarks, Neutrinos, Elektronen und deren Antiteilchen, vor allem aber: Photonen, eine Flut von Licht (und anderer elektromagnetischer Strahlung) – ganz in Übereinstimmung mit dem Beginn des christlichen Schöpfungsmythos. Dieses Inferno bläht sich explosionsartig auf – wohlgermerkt: die Raumzeit selbst, nicht einfach nur ihr ›Inhalt‹ –, und dabei wandeln sich die Bestandteile unablässig ineinander um. Wie geht das vonstatten?

Wie Einstein erkannte, sind Energie und Materie gleichwertig. Wir sprachen bereits von der Untrennbarkeit ihrer Erhaltungssätze. So schwer faßlich diese Tatsache in alltäglichen Lebensbereichen auch ist, so selbstverständlich geben Kernphysiker die Masse von Teilchen in Energieeinheiten an, beobachten sie das Entstehen von Partikeln aus dem ›Nichts‹ oder umgekehrt deren restloses Zerstrahlen. Schließlich nennen sie gar ihr Handwerk ›Hochenergiephysik‹, gleichwohl sie mit materiellen Objekten arbeiten. Die simple Gleichung $E=mc^2$, die jeder Masse m über einen gewaltigen Faktor (c ist die Lichtgeschwindigkeit!) einen Energiegegenwert E beimißt, erlangte durch die Hiroshima-Bombe tragische Berühmtheit.

In den ersten Sekundenbruchteilen des Uruniversums verwandelte sich Strahlung somit spontan in Teilchen/Antiteilchenpaare – in viel geringerem Umfang geschieht das auch heute ständig in der kosmischen Strahlung oder in Partikelbeschleunigern. Unter diesen Umständen verüben die Teilchen aber unverzüglich Harakiri, wobei wieder nichts als ihr Energieäquivalent in Form eines Strahlungsquants zurückbleibt.

Die Quantentheorie läßt erwarten, daß unter den anfangs herrschenden Bedingungen die Überlebenschancen von Materie um eine Winzigkeit – etwa ein Milliardstel – günstiger waren als die von Antimaterie. Unser Universum wäre demnach der verschwindende Rest einer beispiellosen Vernichtungssorgie, die verbleibende Nettodifferenz dieser schwachen Asymmetrie. Den wichtigsten Hinweis auf die Richtigkeit dieser Vorstellung finden wir im verblässenden Nachglimmen der gleißenden Schöpfung, in der kosmischen Hintergrundstrahlung, deren Energie (berücksichtigt man die erfolgte Ausdehnung) exakt diesem Szenario entspricht.

Nach rund drei Minuten war jener ›Rest‹ durch unablässige Expansion soweit abgekühlt, daß darin leichte Atomkerne (zunächst Wasserstoff) bestehen konnten. Jetzt wird es interessant: Wir hatten uns in einem früheren Gedankengang überlegt, daß Lebensvorgänge, die wir als thermodynamisch hochgradig ungleichgewichtig erkannten, von einer Ordnungsquelle ›ernährt‹ werden müssen. Und gleichgültig, welchen Seitenarm des Energieflusses wir zu seinem Ursprung zurückverfolgten: stets waren wir bei unserer Sonne (bzw. den Sternen im allgemeinen) angekommen.

Nun, d.h. in jener Kernbildungsphase wenige Minuten nach dem Urknall, ergibt sich folgendes Problem: Druck und Temperatur bewegen sich noch immer in Größenordnungen, die den gerade entstandenen leichten Atomkernen keine Ruhe lassen – sie beginnen, zu Schwereren zu verschmelzen. Damit aber verflüchtigt sich unser lebensspendender Kraftquell zusehends, denn: Energie im großen Stil werfen nur zwei Typen von Kernreaktionen ab. Zum einen die Spaltung schwerer Kerne (die es in diesem Stadium noch nicht gibt), zum anderen die Fusion leichter Kerne. Irgendwo dazwischen muß es dann logischerweise einen Punkt geben, aus dem überhaupt nichts mehr herauszuholen ist (das ist der Fall beim Eisen). Und genau dazu tendieren die einsetzenden Verschmelzungsreaktionen in ungeheurem Tempo – zu einem ausgeglichenen, stabilen und somit totenstarrten Kosmos.

Zwar wissen wir weder, ob das Universum als offenes oder geschlossenes System aufzufassen ist, noch verstehen wir klar die Bedeutung der Gravitation, aber dennoch scheint hier wieder alles wie gewohnt abzulaufen: Freie Energie degradiert zu Wärme, und das Leichentuch des thermodynamischen Gleichgewichts legt sich darüber. Die langwierige Verständnishürde war die absurd geringe Wahrscheinlichkeit dafür, daß der Kosmos (griech. *kosmos*; Ordnung) in einem Zustand geringer Entropie entstand und verblieb. Es ist, als ließe man in einer Schale geschmolzenes Zinn erstarren und erwartete sich davon einen Zinnsoldaten.

Überraschenderweise tritt ungefähr das auch tatsächlich ein, jedoch nur, weil der Urknall eher dem alten Sylvesterbrauch des Bleigießens ähnelt: Gießt man die Schmelze nämlich schwingvoll in kaltes Wasser, so entsteht – wenn schon keine vorgegebene Figur –, so doch ein hochgradiger Formenreichtum, der unsere Phantasie lebhaft beschäftigt. Physikalisch gesehen ist hierbei die Oberflächenspannung bemüht, der Schmelze eine eigenschaftsarme, langweilige Form aufzuzwingen, was aufgrund der Trägheitskräfte nicht beliebig schnell vonstatten geht. Dies gilt auch für die bizarre Verformung unmittelbar nach dem Ausgießen. Wird hierbei aber der Erstarrungspunkt schnell genug unterschritten, so bleibt der spannungsreiche und differenziertere Zustand erhalten.

Dieses Prinzip der ›Konservierung‹ von Stadien geringer Entropie läßt sich immer dann beobachten, wenn Prozesse unterdrückt werden, die zum thermodynamischen Gleichgewicht hin tendieren. Hier hängt dieses Abstoppen mit einer Abkühlung unter eine bestimmte Temperaturschwelle zusammen. Nichts anderes tun Gefrierschränke mit Gemüse, die Feuerwehr vermittels Löschwasser, oder ein Schmied, der glühenden Stahl in kaltem Wasser härtet.

Des Rätsels Lösung liegt also in der vehementen Aufblähung des Uruniversums, die mit einem entsprechenden Temperatursturz einherging. Kaum war die Verschmelzung von Wasserstoff zum nächst schwereren Element, dem Helium, so richtig in Gang gekommen, da wurde ihr durch diesem ›Klimawechsel‹ bereits nach wenigen Minuten ein Ende gesetzt. Und hier stimmt die Theorie mit den tatsächlichen Anteilen von Wasserstoff, Helium und schweren Elementen an der kosmischen Substanz sehr gut überein. Wir stellen also fest, daß das Weltall schon bezüglich seiner Zusammensetzung keinen Gleichgewichtszustand innehat, sondern aus einem Vorgang intensivster Dynamik quasi durch Schockgefrieren herausgerissen wurde. Dabei ist das ›Gefrieren‹ durchaus wörtlich zu nehmen: Die mittlere Temperatur des Universums – das Energieniveau der erwähnten Hintergrundstrahlung – entspricht heute -270°C , also nur 3 Kelvin über dem absoluten Nullpunkt! Die erstaunliche Komplexität der Raumzeit ist ein Tieftemperatur-Phänomen, das aus vollkommener Einfachheit und Symmetrie teuflischer Hitze hervorging.

Wir sind nunmehr bei einem Kosmos voller ›Tiefkühlkost‹ angelangt. Was darin noch fehlt, sind die ›solaren Gulaschkanonen‹, die das Garkochen übernehmen und so den konservierten Nährwert – hochwertige, freie Energie – wohlportioniert verfügbar zu machen. Wie also entstanden die Sterne?

Wenden wir uns noch einmal einem früheren Beispiel zu, der Durchmischung zweier verschieden temperierter Gasmengen in einem geschlossenen Gefäß. Uns war schon intuitiv klar, daß hier stets nur wachsendes Durcheinander möglich ist; daß ein nivellierender Drang zur Gleichförmigkeit besteht, der alle aufkommenden Strukturen im Keim erstickt. Wir fanden dahinter die sich naturgesetzlich steigernde Entropie eines geschlossenen Systems. Völlig andere Verhältnisse herrschen dagegen, wenn die Gravitation dabei eine maßgebliche Rolle spielt. Zwar ist der Entropiebegriff unter Schwerkrafteinwirkung bislang nicht eindeutig definiert, klar aber ist, daß in solchen Systemen Ordnung nicht mehr beliebig unwahrscheinlich ist, sondern im Gegenteil zwangsläufig entsteht.

Einstweilen aber kann sich die Gravitation nicht durchsetzen, da sie neben dem ungeheuren Strahlungsdruck, der das heiße Plasma auseinandertreibt, sehr schwächlich dasteht. Es vergehen mehrere hunderttausend Jahre, bis Expansion und Abkühlung so weit fortgeschritten sind, daß die freien Elektronen von den nackten Kernen dauerhaft gebunden werden können. Damit ist das All aber – nun angefüllt von den so gebildeten elektrisch neutralen Atomen – ›undicht‹ für die Hitzestrahlung, der gewaltige Druck wird unwirksam, und die Gravitation kann eingreifen.

Jede statistische Fluktuation mikroskopischen Ausmaßes, die lokal zu einer kleinen Dichtezunahme in der ansonsten homogenen Umgebung führt, kann sich nun aufgrund ihrer Anziehungskraft schneeballartig weitere Masseteilchen einfangen und so letztlich zu einem makroskopischen Phänomen aufschaukeln. Computersimulationen veranschaulichen diesem Strukturierungsprozeß sehr lebhaft, allein: er ist viel zu langsam, um – ausgehend von einem Zustand homogener Verteilung, wie ihn unser Universum nahelegt – in ›nur‹ 15 Milliarden Jahren zu dessen heutigem Entwicklungsstadium zu führen. Zu dem Zeitargument tritt die Tatsache, daß unter der Prämisse einer homogenen Anfangsverteilung solche Zusammenballungen weitaus wahrscheinlicher sind, die alsbald dem Gravitationskollaps erliegen, die also zu dem zusammenstürzen, was gemeinhin als ›Schwarzes Loch‹ bezeichnet wird.

Der zweite Schritt

Damit wären wir bei den Schwachstellen der ›klassischen‹ Urknalltheorie angelangt: Die hochgradige Gleichmäßigkeit, die wir bei der Verteilung von Hintergrundstrahlung und Materie im Kosmos beobachten, sowie die allorts überaus gleichförmige Expansion. Von einer Explosion würde man schwerlich eine solch beeindruckende Disziplin erwarten. Und dieser weiträumig ausge-

glichenen Charakteristik zum Trotz setzen wir dann auch noch lokale Inhomogenitäten voraus, da andernfalls – wie gerade festgestellt – die weitere ›Klumpenbildung‹ zu lange hätte auf sich warten lassen. In diesen Zusammenhang gehört auch die phantastisch anmutende Balance zwischen Gravitation und Expansion der Urknallmaterie. Eine unvorstellbar winzige Dejustierung, und die junge Schöpfung hätte sich entweder sofort wieder verschluckt, oder wäre ohne jede Gelegenheit zur Strukturbildung zerstoßen.

Erst vor wenigen Jahren zeigte Alan H. Guth einen möglichen Ausweg aus diesem Dilemma, der sich in einer Modifizierung der ersten 10^{-30} s der bestehenden Theorie niederschlägt. (Ich mache nicht den Versuch, diese Zeitspanne zu veranschaulichen: das ist nicht möglich. Wem hilft es zu wissen, daß das Licht in dieser Zeit gerade den millionsten Teil eines Atomkerndurchmessers zurücklegt?) Hier entfaltet die Urkraft, die noch ungebrochene Ganzheit der Kräfte, im Spektakel der *Inflation* (Aufblähung) zum ersten und letzten Male ihre unvorstellbare Aktivität.

Bevor wir uns allerdings dieser Theorie zuwenden, müssen wir unsere Vorstellung vom ›leeren Raum‹ nochmals erweitern. Im Zusammenhang mit G.U.T. und Unschärfe wurde schon angedeutet, daß das Vakuum ein sehr lebhaftes Medium ist, daß darin stets rege Aktivität von Teilchen und ihren virtuellen Artgenossen herrscht: »Das Vakuum ist in der Tat eine 'lebende Leere', die in endlosen Rhythmen von Erzeugung und Vernichtung pulsiert. Viele Physiker halten die Entdeckung der dynamischen Eigenschaft des Vakuums für eine der bedeutendsten in der modernen Physik. Aus seiner Rolle als leerer Behälter der physikalischen Phänomene wuchs das Vakuum zu einer dynamischen Größe von höchster Bedeutung hervor« [CAPRA,1975:221].

Die Quantentheorie sagt, daß dieses Vakuum verschiedene Anregungszustände annehmen kann, die sich bezüglich ihrer Eigenschaften und Energien in extremer Weise unterscheiden. Ein solchermaßen angeregter Zustand, nennen wir ihn ›Quantenvakuum‹, ist in hohem Maße instabil und alsbald dem Zerfall preisgegeben. In seiner unglaublich kurzen Existenz aber übt dieses Quantenvakuum eine Repulsivkraft aus – ähnlich der von Einstein vermuteten ›kosmologischen Abstoßung‹ –, die den Raum exponentiell aufbläht, wobei aus dem Nichts latente Energie in schwindelerregendem Maße angesammelt wird. Daß diese Ausdehnung in ihrem Endstadium die Lichtgeschwindigkeit um ein Vielfaches überschreitet, muß uns nicht stören: Die Relativitätstheorie zieht eine solche absolute Grenze nicht für die Expansion des Raumes selbst.

Nach etwa 10^{-30} s – die leere Raumblase ist gerade auf Faustgröße angeschwollen –, zerfällt das Quantenvakuum in ein gewöhnliches, und dabei geschieht zweierlei: Zum einen erlischt die Repulsivkraft, wodurch unser

›Räumchen‹ antriebslos wird, zum anderen aber wird die furchtbare angestaute Energie schlagartig frei: *alle* Energie unseres heutigen Universums, einschließlich der zu Masse erstarrten ($10^{50}t$), ist in einem Volumen von Faustgröße konzentriert. Mit diesem Ende des inflationären Wachstums blitz so der Initialzündler des ›konventionellen‹ Urknalls auf.

Dieses Modell erklärt die oben genannten Probleme zufriedenstellend: Die perfekte Abstimmung von Gravitation und Expansionsdynamik, die Verdünnung etwaiger Inhomogenitäten in der Frühphase, und auch das spätere Aufkommen lokaler Ungleichmäßigkeiten. Letzteres liegt vermutlich im unregelmäßigen Zerfall des Quantenvakuums begründet. Wenn wir uns nun noch auf die Spekulation einlassen, daß auch das anfängliche, verschwindend kleine Pünktchen ohne Inhalt und Energie nichts als die Launenhaftigkeit einer zufälligen Quantenfluktuation gewesen ist, dann sind wir bei der Vorstellung einer Schöpfung aus dem Nichts angekommen.

Guth, der diese Theorie erdacht hat, meint dazu: »Es heißt oft, es gebe nichts umsonst. Das Universum aber ist umsonst.« In mir weckt diese Vorstellung einer *creatio ex nihilo* ein Gefühl von Stimmigkeit, denn ich empfinde hier wie Henning Genz: »Jemandem, der den Anfangszustand der Welt so beschreibt, wie es Mythen der Germanen tun – alles beginnt, wenn es bereits eine Kuh gibt –, vermag ich nicht zu glauben« [in STADLER, 1989: 145].

Natürlich ist diese Darstellung lückenhaft und allzu grob vereinfacht. Aber darauf soll es hier nicht ankommen. Wesentlich erscheint mir, daß das prinzipielle Verständnis dieses Abschnitts der Schöpfung ein doch recht beachtliches Niveau und ein hohes Maß an Plausibilität erreicht hat.

Um den ersten Schritt verstehen zu können...

Wie auch immer die genauen Begleitumstände gewesen sein mögen, wir dürfen getrost davon ausgehen, daß letztlich die Schwerkraft Atome zu Gaswolken vereinte und einige davon so stark verdichtete, daß das atomare Feuer – nach fünf Milliarden Jahren vergleichsweise ruhigen Geschehens – wieder aufflammte. Ungefähr so, wie es in der weiter oben zitierten mystischen Vorstellung des Buddha anklingt. In diesem zweiten Anlauf nimmt die Fusion zu schweren Elementen und die damit einhergehende Energieerzeugung recht stabile Formen an: Der Umsatz, der unter Urknallbedingungen eine Sache von Minuten gewesen wäre, verläuft nun gezügelt über Jahrmilliarden und bietet so anderen Prozessen die Chance, davon zu profitieren.

Fehlt es diesen zunächst noch an zuträglichen Geburtsstätten, so wird diesem Mangel bald abgeholfen: platzenden Samenkapseln gleich, beschließen überreife Sterne unter gewissen Voraussetzungen ihr Dasein in einer gewaltigen Detonation, die zweierlei bewirkt. Zum einen können unter den darin herrschenden Bedingungen die schweren Elemente jenseits des Eisens entstehen, zum andern stellt der ›Trümmerregen‹ das Material für die Sonnensysteme bereit: Planeten entstehen. Wir wollen kurz verfolgen, wie es zu einer solchen Supernova-Explosion kommt.

Das jugendliche Sternenherz verbrennt bei einigen zehn Millionen Grad Wasserstoff zu Helium. Gehen die Vorräte im Zentrum zur Neige, so kontrahiert die Sonne ein wenig, weil der verminderte Strahlungsdruck ihrer Gravitation unterliegt. Bei schweren Sternen erreicht die damit verbundene Aufheizung ein paar hundert Millionen Grad. Nun zündet das Helium im Kern (das unter geringerer Energieausbeute zu Kohlenstoff fusioniert), sowie der verbliebene Wasserstoff in weiter außen gelegenen Schalen. Die letzte Phase ist die des Silizium-Brenners, der bei mehreren Milliarden Grad die schweren Elemente bis hinauf zum Eisen bildet. Schließlich kann der immer massiver werdende Kern seiner eigenen Schwerkraft nicht mehr standhalten: Er implodiert zu einem ultrakompakten Neutronenstern. Die vernichtende Energie des Gravitations-Schocks und des freigesetzten Gammastrahlen- und Neutrinoschauers sprengen die nachstürzende Sternhülle ab.

Möglicherweise spielen Supernovae nicht nur die Rolle des Rohstofflieferanten für neue Sonnensysteme. Einiges deutet darauf hin, daß ihre Schockwellen oder der schnelle Gasausstoß die dünne kosmische Materie so weit verdichten, daß eine weitergehende gravitative Ballung überhaupt erst richtig in Gang kommt. Die Kurzlebigkeit schwergewichtiger Sterne ermöglicht es, daß ein Teil der Materie bereits Hunderte solcher Zyklen durchlaufen hat, wodurch sich die heute vorgefundene Verteilung der chemischen Elemente ergab.

Wir stellen die weiteren Mutmaßungen über den allerersten Moment, über den Beginn des Daseins, bis an das Ende des dritten Teils dieses Buches zurück. Dort soll ein gemeinsames Muster in allen bisher geschilderten Entwicklungsphasen erkennbar werden. Zuletzt mag dann auch der *Anfang* daraus plausibel werden. An dieser Stelle wollen wir uns aber noch kurz mit der Zukunft des Alls beschäftigen.

Nun war die Absage an dessen langfristige Voraussagbarkeit bereits deutlich genug, aber darüber hinaus besteht noch eine grundlegende Unklarheit: Wir wissen nicht, ob das Universum bis in alle Ewigkeit weiter expandieren und abkühlen wird, oder ob irgendwann die Gravitation die Oberhand gewinnt und

alles letztlich wieder in einem Punkt zusammenstürzt, um vielleicht von vorne zu beginnen. Diese Frage muß offenbleiben, solange wir die Gesamtmasse des Kosmos nicht genauer taxieren können. Es hat den Anschein, als würden die konventionellen Schätzungen deutlich, vielleicht sogar um ein Vielfaches zu niedrig liegen. Beispielsweise nimmt man an, es könnten sehr viele relativ kleine Schwarze Löcher existieren. Die G.U.T. stellt in Aussicht, daß Neutrinos – entgegen der bisherigen Annahme – eine Ruhemasse haben, die zwar unvorstellbar klein ist, bei der Menge dieser Teilchen insgesamt aber einen enormen Betrag ausmacht. 10^{88} Neutrinos mit zusammen 10^{24} Sonnenmassen [BREUER,1981:118] würden die bisher bilanzierte Masse des Kosmos fast verdoppeln. Auch die Botenteilchen der Gravitationskraft werden in ähnlicher Weise verdächtigt. Eine gewichtige Rolle mögen auch die ›Braunen Zwerge‹ spielen, Riesenplaneten, die nur knapp unter der Mindestgröße einer Sonne liegen, also vergleichsweise unauffällig, dabei aber vielleicht unerwartet zahlreich sind.

Auch nach Klärung dieser Frage bleiben tiefe Ungewißheiten. Wir sprachen davon, daß das Universum einen riesigen Vorrat an freier Energie aus seiner Entstehungsphase retten konnte. Nachdem einige Zweige der Naturwissenschaft inzwischen den Gedanken eines sich entwickelnden, kreativen Universums verinnerlicht haben, herrscht hier die Meinung vor, daß ein winziges Quantum kosmischer Masse zu immer höheren Formen von Organisation und Bewußtsein emporsteigt, während der Löwenanteil sozusagen verheizt wird: »Kreative Akte sind vorübergehende und örtlich begrenzte Siege über das Chaos, aber jeder Sieg wird von einem mächtigeren Sturm des Chaos an anderer Stelle aufgehoben« [ATKINS,1981:56]. Offensichtlich hat man also inzwischen gelernt, daß der Zweite Hauptsatz der Thermodynamik nicht auf offene Systeme anwendbar ist. Keineswegs klar ist aber, ob der gesamte Kosmos als in diesem Sinne geschlossenes System aufgefaßt werden kann. Beispielsweise ist in einem solchen Rahmen sogar die Gültigkeit des Masse/Energie-Erhaltungssatzes unklar: Im expandierenden Kontinuum ändert sich in jedem Augenblick die Wellenlänge und damit die Energie eines Photons, ohne daß diese Differenz irgendwie kompensiert würde. Wir sprachen auch bereits davon, daß der Entropiebegriff in Schwerkraftsystemen undefiniert ist. Es zeigt sich in alldem eine prinzipielle Unvollständigkeit des Zweiten Hauptsatzes: Bei der simplen Bilanz von freier und ›entropischer‹ Energie wird die Formschöpfung völlig ignoriert, und wir verfügen derzeit auch über keine Theorie, sie zu quantifizieren und in die Kalkulation einfließen zu lassen. Louise B. Young [1986] bekräftigt diesen Gedanken mit dem Beispiel der solaren Energieerzeugung. Dabei verschmelzen vier Wasserstoffatome zu

einem Heliumatom, wobei etwa ein Prozent der Gesamtmasse in Energie umgewandelt wird. Der Zweite Hauptsatz der Thermodynamik erfaßt zwar die Zerstreuung dieser Energie und konstatiert eine entsprechende Entropiezunahme, er berücksichtigt aber in keiner Weise die höhere Organisationsebene des so gebildeten Heliumatoms. »Diesem Gesetz zufolge führt die immense Aufbauarbeit, die im Inneren der Sterne abläuft, nur zu einer Zunahme der kosmischen Unordnung, weil in diesem Prozeß ein winziger Prozentsatz des universellen Materials 'abgewertet' wird« [ebd.:147]. Dieses Gesetz, das bei Naturwissenschaftlern und Philosophen gleiche Andacht hervorruft und unablässig ehrfurchtgebietend beschworen wird – es erweist sich als bestürzend unvollständig. Angewendet auf den Tagesablauf einer Schulklasse erfassen wir auf diese Weise, daß nebst Stoffwechselumsatz von soundsovielen Pausenbroten eventuell noch eine Menge teurer Heizenergie für das Klassenzimmer aufgewendet wurde. (Der letztgenannte Umstand erinnert uns daran, daß wirklich geschlossene Systeme in der Realität nicht vorkommen). Daß aber gleichzeitig Milliarden komplizierter Körperzellen gebildet, Information weitergegeben, zahlreiche Gedankenverbindungen geknüpft, und ein paar elegante Papierflieger gefaltet wurden – davon wird keinerlei Notiz genommen. Und wie sollten wir auch jene ganz offensichtliche Ordnung in Zahlen ausdrücken, die einem Bogen Papier flugtaugliche Form verleiht? Die Gestaltung eines Sonnensystems, die Belebung zumindest eines seiner Planeten, Beethovens ›Neunte‹ und die Pyramiden: Dafür gibt es in der Theorie noch keinen rechten Platz. Ihr zum Trotz »wird deutlich, daß ganz im Gegenteil die Ordnung entscheidend zugenommen hat« [ebd.:149]. Das soll nicht heißen, die Informationstheorie sei außerstande, diesbezüglich quantitative Aussagen zu machen. Vielmehr erweist sich bereits die Fragestellung als subjektiv. So ist sicher einsichtig, daß im Falle des Papierfliegers kein Interesse an einer Beschreibung auf atomarer Ebene besteht. Diese vollständigste Möglichkeit – die Spezifikation der Zustandsvariablen aller beteiligten Quanten, so genau es deren Unbestimmtheit zuläßt – stellt eine ungeheure Übertreibung des Aufwandes dar. Aber wie weit dürfen wir darin nachlassen, ohne wirklich wesentliche Eigenschaften des Fliegers anzutasten? Was ist eigentlich ›wesentlich‹? Wie genau muß der Bauplan eingehalten werden? Spielen Papierzusammensetzung und -struktur eine Rolle? Die Farbe? Oder die Aufschrift? Letztere mag für das Flugverhalten belanglos sein; geht der Flieger aber ›ins Auge‹, so muß sie vielleicht für die graphologische Täterüberführung herhalten. Und handelte es sich gar um einen jahrtausendealten Papyrus-Gleiter, so würde die Neugier der Ägyptologen vermutlich bis in mikroskopische Details vordringen. Der im jeweiligen Kontext wesentliche

Informationsgehalt variiert dabei um viele Größenordnungen. Das Maß der Ordnung komplexer Strukturen an der zu ihrer (möglichst einfachen) Beschreibung erforderlichen Information anzulegen, scheint in Anbetracht dessen eine schwerlich objektivierbare oder allgemeingültige Vorgehensweise zu sein.

Daran zeigt sich zur Genüge der anhaltende Entwicklungsbedarf des wissenschaftlichen Rückgrats unseres Weltbildes. Ebenso deutlich wird aber auch, daß wir nur sehr vage spekulieren können, für welche Überraschungen dieses Universum letztlich noch gut sein wird. Bringen wir die Entwicklung all seiner Schichten auf einen Nenner, so finden wir, daß sich viele Muster relativ geringer Ordnung (die Quanten) zu zahlenmäßig immer weniger, aber immer höher geordneten Strukturen verbinden. Ein überschlägiges Zahlenspiel offenbart die phantastische Potenz der Evolution: Ausgehend von einem Quanten-›Gesetzesgehalt‹ von bescheidenen 10 *bit* (das ist ein Informationsmaß), multipliziert mit seinen 10⁸³ ›Anwendungen‹, steht hier ein Ordnungsquell bereit, der den Entwicklungsaufwand für Billionen Welten mit einer gegenüber der unsrigen trillionenfach höheren Ordnung zu leisten imstande ist: »Der diesem Kosmos mögliche Ordnungsgehalt, so scheint es, wurde mit einem Schlage geschaffen. Er ist nicht überschreitbar. Er ist aber konzentrierbar, synthetisierbar zu uns unfaßlich hohen Graden und Arten der Ordnung« [RIEDL,1976:118]. Wir dürfen also zuversichtlich erwarten, daß durch ein erweitertes Verständnis der Ordnung das Bild eines ins Chaos sich auflösenden und dem Wärmetod anheim fallenden Kosmos revidiert werden wird; nicht anders, als die Quantentheorie Newtons Vorstellung vom Uhrwerk-Universum verworfen hat.

Eingangs sagten wir voller Überzeugung, daß ein Erdbeben nie Kathedralen auftürme, und wußten uns damit im Einklang mit dem Entropiesatz. Nun verstehen wir, wie diese Tatsache sich in den aufstrebenden Zusammenhang einordnen läßt: Betrachten wir die Kathedrale isoliert, so unterliegt sie sehr wohl dem *pessimistischen* Zeitpfeil – der ›Zahn der Zeit‹ nagt unerbittlich an ihrem Gemäuer. Eingebettet aber in die lebendige Welt; Teil eines Systems, das niedrige Ordnung konsumiert und zu höherer verschmilzt, folgt ihr Werdegang (von der Planung über den Bau bis hin zum Abbruch zugunsten eines neuen Baustils) dem *optimistischen* Zeitpfeil.

Die Evolution begann als kosmisches Beben, das sich selbst immer konkreter in die Hand nimmt; das elementare Ordnungssplinter durcheinanderschüttelt und sie zu immer größeren Mustern zusammensetzt, neben denen schließlich die prächtigste Kathedrale verblaßt. Der Zufall gebiert in seinem Taumel

zahllose Notwendigkeiten, die ihn in Bahnen lenken und ihm erst durch diese Kanalisierung schöpferische Kraft verleihen. Ohne diese Zügelung wiese das Chaos keinen Hauch von echter Kreativität auf, und sei diese Behauptung auch noch so modisch. Chaos und Gesetz haben sich vor Erwachen des Menschengeschlechtes ihre Rollen nie streitig gemacht, denn ein jedes für sich allein hat keinen Sinn vorzuweisen: Verwirrte sich das eine in heillosen Beliebigkeit, so führte das andere in maschinenhafte Unfreiheit. Dies wird später noch ausführlich darzulegen sein. Erst gemeinsam entwickeln sie Materie, Leben und Geist; bringen schließlich ein Bewußtsein hervor, das diesen Prozeß erkennt, und dem damit die Freiheit des Willens zu sinnvollem Handeln gegeben ist. Vor uns hatte alles und jedes zwangsläufig seinen Sinn im Hervortreten aus Geringerem und der Formung von Höherem. *Wir sind die ersten Erscheinungen auf der Erde, denen ihr Sinn nicht einfach zufällt, sondern die ihn hervorbringen müssen.* Die Kehrseite dieser fordernden, mühsamen, beglückenden Freiheit liegt in der Befähigung, die gesamte planetare Geschichte einschließlich uns selbst sinnlos werden zu lassen. Es ist an uns, durch unser Tun und Lassen dazu beizutragen, daß dieses Stück Universum – schneller und tiefgreifender als je zuvor – seinen Reichtum an Qualität weiter mehrt, oder es durch irgendeine Spielart der Dummheit in ein Entropiemaximum hinabzubomben.

Wir können vorläufig systematisierend zusammenfassen, daß, als der Vorhang zum Drama ›Evolution‹ erst einmal oben war, im ersten Akt die Seinswerdung der Theaterbühne – Raum, Zeit, Grundkräfte und Elementarteilchen – aufgeführt wurde (kosmische Evolution). Im zweiten Akt nahmen die Antriebe der Handlung Gestalt an (stellare Evolution), worauf im dritten Akt die Schauplätze eingeführt wurden (planetare Evolution). Der vierte Akt ließ mit der biologischen Evolution Statisten und Akteure auf den Plan treten. Gegenwärtig befinden wir uns innerhalb des fünften Aktes in der gleichermaßen faszinierenden, gefährlichen wie reizvollen Situation, mit unserem erwachenden Bewußtsein erste Einblicke in die Dramaturgie zu gewinnen und ebenso selbstsicher wie unbeholfen die Inszenierung an uns zu reißen. Und über allem hängt die Frage: Wacht ein metaphysischer Theaterdirektor über das Spiel, dessen Kritik uns nach dem letzten Vorhang treffen wird, oder üben wir uns vielmehr in freier Improvisation? Könnte es vielleicht noch weitere Alternativen geben?

Wir wissen es nicht, glauben mancherlei und lernen in ungebremster Neugier ständig dazu. Wir leben in einer an Überraschungen reichen und immer reicher

werdenden Zeit. Setzen wir uns dafür ein, daß unsere Art sich nicht schon jetzt disqualifiziert und ausscheidet!

Vorstehende Zusammenfassung lenkt die Thematik dem Hauptanliegen dieses Buches zu, der Evolution. Im ersten Teil haben wir eine Erkenntnistheorie kennengelernt, die das evolutionäre Entstehen unserer Wahrnehmungsstrukturen beleuchtet. Wir sahen, daß die Evolution ein sich selbst organisierender Lernprozeß ist. Das Beispiel des Feuerzeugs stellte einige grundlegende Charakteristika dieses Phänomens heraus, ohne sich einseitig auf die biologischen Aspekte zu beschränken.

Im vorstehenden zweiten Teil des Buches haben wir religiöse Deutungen des Daseins und naturwissenschaftliche Grundlagen für das Verständnis des Ursprungs zusammengetragen, und dabei sind wir immer wieder auf die schmerzliche Begrenzung unserer Wirklichkeitssicht gestoßen, die uns das Verständnis für die mikroskopischen Details und den übergreifenden Zusammenhang der Evolution so sehr erschwert.

Der nun folgende dritte Teil wird sich diesem vielschichtigen Prozeß von sehr unterschiedlichen Seiten nähern.

DRITTER TEIL

DIE EVOLVIERENDE EVOLUTION

*»Könnten wir den Schleier von unseren Augen ziehen,
erschiene uns alles, wie es ist - unendlich«*

WILLIAM BLAKE

Nach diesen vorbereitenden Betrachtungen von Mikro- und Makrokosmos, die uns immer wieder den Gedanken einer universell voranschreitenden Entwicklung nahelegten, gehen wir nun daran, die Lücke zwischen diesen extremen Maßstäben zu schließen. Wenden wir uns den vielfältigen Phänomenen im Reich der mittleren Dimensionen, dem Mesokosmos unserer Lebewelt, zu.

Denken wir uns die Evolution als einen Architekten, der unentwegt neue Stockwerke der Komplexität aufeinander türmt, so stellen wir fest, daß seine Konstruktionsprinzipien subtiler und seine Arbeitsgeschwindigkeit immer atemberaubender werden, je höher das Bauwerk emporwächst. Für dieses Phänomen sind Begriffe geprägt worden wie ›Schichtenbau der Realität‹, ›Hierarchische Ordnung‹ (griech. *hieros*; heilig & *archein*; herrschen), oder, um ungute Assoziationen zu vermeiden: ›Holarchie‹ (griech. *holos*; ganz), sowie ›Geschichtete Ordnung‹.

Um an irgendeiner Stelle zu beginnen: Basierend auf nur drei subatomaren Partikeln wird nach einfachen Bildungsgesetzen die Palette der ca. 100 verschiedenartigen Atome bereitgestellt. Das ist simple Kombinatorik: zwischen Null und einer Obergrenze wird stur *jede* nur vorstellbare Möglichkeit realisiert.

Die nächste Integrationsebene, die auf diesen Bausteinen errichtet ist – die der Moleküle –, fügt sich bereits einem umfangreichen Regelwerk, das aus der riesigen Vielfalt willkürlicher Zusammenwürfelungen einige Millionen beständiger Varianten ›auswählt‹.

Die darauffolgende Stufe, die Verkettung einiger Standardmoleküle zu komplexen Makrostrukturen, katapultiert die Zahl der denkbaren Fälle in astronomische Größenordnungen. Jedoch ist gleichzeitig der Katalog der Sachzwänge und Voraussetzungen enorm angewachsen. Reaktions- und Stabilitätsbedingungen, die ›Infrastruktur‹ (Prozeßmedien, Katalysatoren, Energieträger etc.) und die Rohstoffsituation sorgen dafür, daß nur ein verschwindender Bruchteil davon Wirklichkeit wird.

In welcher Schicht nun das beginnt, was wir ›Leben‹ nennen, hängt von unserer Definition dieses Begriffes ab. Wir werden das später genauer betrachten. Jedenfalls wird bereits aus dem zuvor Gesagten aber deutlich, daß zunehmend Abhängigkeiten und Wechselwirkungen an Bedeutung gewinnen. Ebenso, wie leicht einleuchtet, daß solche industriellen Kooperationen prosperieren, in denen reihum einer den Abfall des anderen als Grundstoff benötigt, und daraus Elemente seiner eigenen Struktur oder derjenigen seiner Partner bildet, so ist plausibel, daß ähnlich erfolgreiche Reaktionsgemeinschaften auf molekularer Ebene andere, weniger organisierte, quantitativ überflügeln.

Schon an diesem Vergleich wird deutlich, daß neben die vielbeschworene Konkurrenz die Kooperation als nicht minder bedeutsamer Faktor tritt. Denn auf all diesen Ebenen nähern sich Ganzheiten einander an, bis sie – unter Wahrung einer Teilautonomie – als neue, größere Ganzheit zusammenwirken. Betrachten wir den Termitenstaat als eindrucksvolles Beispiel für die geordnete Zusammenarbeit zahlreicher Individuen. Aber jedes einzelne Insekt ist dabei auch auf Kooperation mit Organismen einer ganz anderen Art angewiesen. Die Termiten mit ihrem berüchtigten Appetit auf Holz ist nämlich außerstande, Zellulose, dessen Hauptbestandteil, zu verdauen. Das erledigen einzellige Geißeltierchen in ihrem Verdauungstrakt. Diese Organismen verfügen über Funktionseinheiten (Organellen), die ihrerseits früher autonome Organismen waren, und nun in einer märchenhaft anmutenden Symbiose vereint sind. So besteht beispielsweise der gemeinsame Antriebsapparat aus koordiniert schlagenden Geißeln, bei denen es sich um selbsthaft gewordene fadenförmige Bakterien handelt. Und die Mitochondrien, Abkömmlinge der urtümlichen Purpurbakterien, denen das Kunststück gelang, den tödlichen Sauerstoff unbeschadet und überaus effizient zu nutzen; auch diese kleinen Kraftzentralen verrichten ihr Werk innerhalb der Zelle. Auf allen drei hier betrachteten Ebenen werden wir an das Gleichnis vom Blinden und vom Lahmen erinnert:

»Du hast das nicht, was andre haben,
Und andern mangeln deine Gaben;
Aus dieser Unvollkommenheit
Entspringt die Geselligkeit.«

Schon vor ein bis zwei Milliarden Jahren schlossen sich auf diese Weise mehrere primitive kernlose Zelltypen unter weitgehender Wahrung ihrer Identität zu einem leistungsfähigen Verband zusammen, der sich seitdem unaufhörlich weiterentwickelt hat – im Gegensatz zu den fast unverändert

gebliebenen Einzelgängern. Dieser Gedanke, der besonders von Lynn Margulis entwickelt wurde, hebt die Bedeutung der *Kooperation* bezüglich des evolutionären Wandels in den gleichen Rang wie die der *Konkurrenz* [vgl. BROCKMAN, 1986:156-163], [YOUNG, 1986:89-93]. Der Vollständigkeit halber sei noch erwähnt, daß sich etwas später auch die Meister der Photosynthese, die Chloroplasten, diesem Team angeschlossen haben. Ihr Beitrag besteht darin, so könnte man sagen, die Sonnenenergie in der Weise vorzukauen, daß sie für die Mitochondrien verdaulich wird. Alle höheren Zellen in Fauna und Flora bedienen sich der Professionalität dieser drei bzw. vier kollegialen Spezialisten.

Damit zurück zum Schichtenbau der Realität: Eine wichtige Voraussetzung für die Existenz zunehmend komplexer Strukturen ist der Übergang von der Gleichgewichts-Stabilität (bei minimalem Energieinhalt) zum Ungleichgewichts-System, das unablässig Energie aus seiner Umwelt konsumieren muß, um bestehen zu können. Auch eine grundsolide gebaute Fabrik ist dem Verfall preisgegeben, wenn kein Aufwand für Pflege, Wartung, Reparatur und Ersatz getrieben wird.

Eine weitere Neuerung, ein Nebeneffekt der wachsenden Komplexität, ist die *Individualität*: Zwei Wasserstoffatome, selbst noch zwei einfache Proteine gleichen Typs sind durch nichts unterscheidbar. Erst bei den Makromolekülen können kleine Veränderungen auftreten, die nicht gleich die ganze Struktur zerstören, aber dennoch zu einer mehr oder minder bedeutsamen Andersartigkeit führen. Diese wirkt über den spezifischen räumlichen Aufbau des betroffenen Moleküls mitunter drastisch auf seine Reaktionsfreudigkeit. Aber nur in seltenen Fällen wird ein solcher Zufallsdefekt eine Verbesserung bewirken, und darüber hinaus ist dieser Zugewinn vergänglich: Mit dem Zerfall des Moleküls ist er verloren, bis der Zufall ihn irgendwann vielleicht aufs Neue hervorbringt.

Der entscheidende Schritt lag schließlich im Aufkommen von Strukturen, die nicht irgendein bestimmtes, immer gleiches Produkt herstellen, sondern Kopien ihrer selbst, einschließlich etwaiger Abweichungen von Vorläufergenerationen. Wesentlich dazu ist der *Informationsgehalt* von Individualität: Im Gegensatz zur austauschbaren Bedeutungslosigkeit gleichartiger Zahnräder trägt der individuelle Bart eines Schlüssels eine wirksame Information – zumindest in einer Welt, in der es Türen und Schlösser gibt. Genauso ist das individuelle Muster eines Genes erst dann eine Entsprechung der Erbinformation, wenn es in den erforderlichen Kontext – die biochemische ›Infrastruktur‹ einschließlich der Enzyme – eingebettet ist. Aber beide Aspekte evolvieren ja gemeinsam in

Wechselwirkung. Diese Koevolution setzt letztlich denjenigen Prozeß durch, der die sicherste und rascheste Replikation der Grundstruktur leistet, da die Produkte und Verbreiter dieses Schemas rein zahlenmäßig favorisiert in den Verdrängungswettbewerb gehen.

Damit haben wir ein Grundmuster der genetischen Evolution herausgearbeitet: Das Zusammenspiel individuellen Risikos, das die Vielfalt erweitert (Veränderung: *Mutation*); einer Bewertungsinstanz, welche die Vielfalt einschränkt (Prüfung auf Systemverträglichkeit: *Selektion*) und eines konservativen Prinzips, das so erworbenes Wissen fixiert (Bewahrung: *Reproduktion*). Die verwendeten Begriffe zur Beschreibung des genetischen Prozesses sind dabei so gewählt, daß wir das zugrundeliegende Muster sofort auf *jeden* anderen Evolutionstyp übertragen können.

Ein solcher Prozeß sammelt Information; der Wirklichkeit abgerungene und an ihr geprüfte Information. Von bloßer ›Anpassung an die Umwelt‹ zu sprechen, wäre eine schwere Unterschätzung der tatsächlichen Leistung und ein völliges Übersehen der Koevolution: Es gibt überhaupt keinen unveränderlichen Rahmen, an den sich irgend etwas dauerhaft anpassen könnte. Und im übrigen ist das *survival of the fittest* längst ins Zwielficht geraten: Mißt man die *fitness* am Überlebenserfolg einer Art, so kann man dieses Prinzip umformulieren in *survival of the survivors*: ›Überleben der Überlebenden‹, und das entbehrt jeglichen Inhalts. Die Auslese der Selektion ist kein Verfahren, das irgend etwas vorschreibt, und dann die dahinein ›Passendsten‹ – nicht von ungefähr zögert man bei diesem Superlativ – auf ein Siegetreppchen hievt. Wenn wir schon im Vergleich mit einem sportlichen Wettkampf bleiben wollen, dann eignet sich eher das Bild einer globalen Olympiade, in der alle Wettkämpfe gleichzeitig und miteinander vermischt ausgetragen werden. Jeder trägt zur Gestaltung des gemeinsamen Spielfeldes bei und läuft, schwimmt, springt, fliegt oder kriecht, wohin er mag; niemand wacht über Regeln, Gerechtigkeit oder Fairness; jedoch kristallisieren sich alsbald gewisse Strategien heraus, die eine vorzeitige Erschöpfung der Kräfte, der Flexibilität oder der Phantasie vermeiden. Hier nämlich setzt die Selektion als ein Ausschluß-Verfahren an: im Ausjäten des aktuell Unpassenden, im Fallenlassen nicht funktionierender Versuche. Dagegen sind Rekorde weder gefragt noch überhaupt definierbar. Auf welcher Basis wollte man den Lebenserfolg von Eintagsfliege und Riesenschildkröte, von Biene und Faultier sinnvoll vergleichen? Unter den Überlebenden hat nicht nur der Tüchtigste, der Stärkste, sondern hat ebenso der Dümme und Schwächliche bewiesen – eben durch sein Überleben –, daß er irgendwie ›passend‹ ist. Eine Norm dafür gibt es nämlich nicht. Maturana und Varela verwenden für dieses Bild der Evolution den Ausdruck »Natürliches

Driften«. Gewiß spielt Anpassung dabei eine Rolle, aber ginge es um nichts anderes, so wäre die Erde heute wohl von nichts Bemerkenswerterem als Blaualgen bevölkert, und niemand dächte darüber nach, ob nun die Klavierkonzerte Frédéric Chopins oder jene Keith Jarretts besser an das menschliche Musikempfinden angepaßt seien – eine freilich völlig blödsinnige Frage.

In diesen ersten informationstragenden Molekülen liegen – untrennbar miteinander verflochten – die Wurzeln des Lebens und seiner vielfältigen Sprachen. Die Verfeinerung des genetischen Codes machte es möglich, jene Hypothesen über die Welt weiter zu vererben, die durch das schiere Überleben ihres Erfinders als ›wahre Erkenntnis‹ ausgewiesen waren. Ein Beispiel: Die Sauerstoffversorgung eines Einzellers sei mutationsbedingt beeinträchtigt. Damit verkörpert er die Hypothese: »Ich vermag unter den gegebenen Umständen *ohne* Sauerstoff auszukommen.« Das wird auf Leben und Tod geprüft. Vielleicht war die Hypothese lebensgefährlicher Unfug – dann ist er alsbald mausetot und mit ihm der fatale Irrtum. Gelingt aber die Gewöhnung an Schwefelwasserstoff, Methan, Chanel No.5 oder was sich sonst findet, so überlebt er und teilt sich. Die Hypothese ist dann in seinen Nachkommen zur Wahrheit geworden.

Das hat die Entwicklung so richtig in Gang gebracht, und half, in der Hierarchie von der losen molekularen Kooperation bis zum Mehrzeller emporzusteigen. Einen neuerlichen Schub erfuhr die Entwicklung, als die Produktion neuer Varianten nicht mehr allein dem Zufall der Mutation überlassen wurde, sondern durch die sexuelle Fortpflanzung eine ständige Durchmischung des Erbgutes begann. Rasant türmten sich nun neue Systemebenen über die Stufe der Moleküle: Zellen, Gewebe, Organe, Organsysteme mit komplizierten Regelkreisen. Immer wieder zeigt sich, daß die zusammengesetzten Ganzheiten unerwartet ihrerseits zu Bausteinen einer umfassenderen Ganzheit werden können, und so fort.

Wir sehen, daß die Evolution nicht nur ihre *Produkte* vorantreibt, sondern daß sie auch und gerade Innovationsschübe bezüglich ihrer *Methoden* aufweist. So zeigte sich, daß die Lernweise mittels Mutation und Selektion – bei einfachen Organismen bestens bewährt – für komplexe Lebewesen mit notgedrungen langsamer Generationenfolge einen ökonomischen und zeitlichen Nachteil bedeutete. Die Evolution, allemal für Überraschungen gut, evolvierte erneut, indem sie das bereits etablierte Prinzip der Erkenntnispeicherung ein zweites Mal anwandte, es quasi kaskadierte: Die Entstehung dichter Netze aus Nervenzellen stellte dem *Individuum* Gedächtnis und Lernfähigkeit zur

Verfügung – Möglichkeiten, derer sich bislang nur die *Art* mittels des langsamen genetischen Prozesses bedienen konnte. Lernende Individuen sind gegenüber ausschließlich instinktiv programmierten Arten natürlich weit im Vorteil. Einen Meilenstein besonderer Dimension stellt ein Gehirn dar, das seinem Träger ermöglicht, (zunächst einfache) Hypothesen über die Welt nicht mehr an Leib und Leben, sondern in der Vorstellung zu überprüfen.

Diese Kaskadierung reicht jedoch – zumindest beim Menschen – noch weiter: Nicht nur ein neuartiges Speichermedium wurde geschaffen, sondern abermals auch ein dazu passendes Symbolsystem, mit dem *individuell Erlerntes* innerhalb der gleichen Generation weitergegeben werden kann. Mit einer Sprache entstand das Leben, und mit einer weiteren Sprache brachte das Leben den reflexiven Geist hervor – steckt darin eine der vielen intuitiven Weisheiten biblischer Überlieferung: »Am Anfang war das Wort«?

Jede Sprache dient der Übermittlung und Fixierung von Information, und bei diesem Vorgang sind Fehler nicht auszuschließen. Der Bauplan des Menschen ist bereits so kompliziert, daß der genetische Code eigene Korrekturmechanismen braucht, um nicht innerhalb weniger Generationen zu degenerieren. Dennoch ist die Informationskapazität dieser Methode begrenzt: Eine wesentliche Steigerung ist auf diesem Wege jedenfalls nicht mehr möglich. »Daraus läßt sich schließen, daß genetische Entwicklung zumindest auf sexueller Basis im Menschen nahe an ihre Grenze gelangt ist« [JANTSCH,1979:267]. Die Entwicklung überspringt diese Hürde und erschließt sich eine neue Dimension von Fassungsvermögen, Flexibilität und Geschwindigkeit, indem sie vom genetischen Schleichweg auf die kulturelle Schnellstraße übergeht: »Wir sind am Ende der genetischen Evolution, es geht jetzt nur noch um das intellektuelle System« [BRESCH in RIEDL/KREUZER,1983:134].

Wir haben gesehen, wie die Trägheit der genetischen Entwicklung und ihr hoher Verschleiß von Leben mit der neuen Sphäre des Geistes »Nachbesserung« fand. Jedoch wurde hier nicht etwa ein veraltetes Aggregat gegen ein neues ausgetauscht, vielmehr führen beide eine mehr oder weniger problematische Koexistenz. Unsere vielgerühmte und –überschätzte Vernunft tut sich schwer mit den verschmähten Instinkten.

In diesem Zusammenhang müssen wir uns vergegenwärtigen, daß die Evolution zwar ein genialer Konstrukteur ist, jedoch – des Zauberns ist sie nicht mächtig. Je weiter ihre Entwürfe gediehen sind, desto schwieriger werden grundlegende Änderungen. Was offensichtlich *nicht* in der Macht der Evolution steht, ist eine tiefgreifende Korrektur in der Struktur ihrer Kompositionen. So überläßt sie Fledermäuse oder Wale ihrer mangelnden Anpassung an die Umwelt, und »obwohl das Milieu sie seit hundert

Jahrtausenden zum Vogel oder zum Fisch umfunktionieren will, haben die einen weder die so nötige Feder entwickeln noch die anderen die Kieme (die noch der Embryo anlegt) wieder entwickeln können« [RIEDL,1982:45]. Zu komplex ausgeformt sind die Systembedingungen bereits, als daß derartig einschneidende Weichenstellungen noch machbar wären. Und schließlich verfällt auch kein Ingenieur auf die schrullige Idee, ein Auto mit Tragflächen nachzurüsten, wenn er in den Luftraum vorstoßen möchte. Entweder entwirft er ein Flugzeug, einen Hubschrauber oder einen Heißluftballon, oder aber er schlägt sich die Fliegerei wieder aus dem Kopf. Ebensowenig wird sich wohl *physiologisch* noch etwas an unserem Erkenntnisapparat ereignen. Auf die Hintergründe dieser seltsamen Festlegungen, die – einmal getroffen – kaum mehr korrigierbar sind, werden wir gleich noch einmal eingehen.

Nun sind zwar unsere Instinkte »bestätigte Hypothesen«, die eigentlich den Überlebenserfolg begünstigen sollten. Zum Problem werden sie aber, weil sie hoffnungslos veraltet sind. Ihre Aktualisierung in einer davongaloppierenden Wirklichkeit ist aufgrund der trägen genetischen Fixierung unmöglich. Wie sieht die »Nachbesserung« dieses Mangels aus?

Das Repertoire unserer Instinkte wurde gebildet und niedergelegt, während unsere Urahnen über Hunderttausende von Jahren in kleinen Horden umherzogen, und eher selten mit anderen Gruppen konfrontiert wurden. Solidarität, Aufopferungsbereitschaft, Mitleid und Nächstenliebe gehören noch heute zu unseren Eigenschaften, weil damals Individuen, die sich dadurch *nicht* auszeichneten, durch Verstoß aus der Gruppe erbarmungslos ausgemerzt wurden – so paradox das klingen mag. Altruismus und Egoismus kooperieren im besten Sinne und letztlich mit den gleichen Zielen. Die weiteren Charakterzüge jener Frühmenschen waren teilweise weit weniger freundlich: gegenüber Mitgliedern fremder Horden legte man Mißtrauen und offene Aggressivität an den Tag. Auch davon haben wir unser Erbe, aber während derartige Eigenschaften damals fraglos dem Aufstieg des Menschen dienten, sind sie heute, bei einer vertausendfachen Bevölkerungsdichte, in höchstem Maße gefährlich.

Gesellschaft und Kooperation sind evolutionäre Erfindungen, welche die *fitness* der Art sichern helfen – nicht anders als Kieme, Reißzahn, Sexualität, Rudel oder Sprache. Die große Gruppe wurde ermöglicht, indem *Verhaltensweisen* selektiert wurden, die dieser Lebensgemeinschaft mit all ihren Vorteilen förderlich waren. »Die große Gruppe ist im wesentlichen dadurch charakterisiert (...), daß wir Menschen dienen, die wir gar nicht kennen, Dienste von Menschen empfangen, die uns nichts bedeuten, daher nicht von den Regeln der persönlichen Beziehungen zu anderen geleitet werden

können, sondern von jenen abstrakten Regeln (der Moral)« [VON HAYEK in RIEDL/KREUZER,1983:230]. Ebenso, wie das Gehirn die Genetik zeitgemäß aufpoliert, so dient demzufolge die Moral als Korrektiv für die antiquierten Instinkte. Zwar beginnen wir rückblickend die Entstehung unserer moralischen Grundsätze zu verstehen, aber wir haben sie weder bewußt noch absichtsvoll geschaffen. Die Moral entstand in einem evolutionären Prozeß der Variation und Auslese von *Verhalten*. Ohne ein solches System hätte sich der Mensch sicher nie die kulturelle Evolution eröffnet. Bereits Lao-Tse erkannte offenbar, daß die Moral nur eine notdürftige Reparatur darstellt, als er schrieb: »Die Moral ist eine Verkümmerng von Vertrauen und Treue und der Anfang der Verwirrung«; dennoch ging das solange leidlich gut, wie sie in einer nicht anzuzweifelnden Religion verankert und »begründet« lag. Davon kann aber kaum noch die Rede sein: »Alle Religionsstifter traten (...) zu einem Zeitpunkt (auf), als große städtische Kulturen an die Stelle der kleinen, überschaubaren Einheiten des Stammes traten. Damit die neuen, komplexen Gesellschaften mit möglichst geringen Reibungsverlusten erhalten blieben, wurden ethische Verhaltensregeln erforderlich. Diese Einflüsse schwinden jedoch heute dahin. Je mehr wir über das Universum wissen, desto inakzeptabler erscheint ein Verhaltenscode, der vom Glauben diktiert wird«. [YOUNG,1986:236]. Wie wir sehen werden, führt die Zusammenschau von Religion und Wissenschaft zu einer Perspektive allumfassender Evolution, die es ermöglicht, einen höchst vertrauenswürdigen Aufhänger für eine zeitgemäße und entwicklungsfähige Ethik zu finden.

Biologische Evolution

»Sind sich die Menschen, die an einen Gott glauben (...) und daraus dann die Verpflichtung meinen ableiten zu müssen, die Möglichkeit einer naturgesetzlichen Erklärbarkeit der Lebensvorgänge grundsätzlich abzulehnen, sind sie sich eigentlich klar darüber, daß sie damit einen Teil der Welt und der Natur dem Schöpfungsbereich des von ihnen geglaubten Gottes entziehen?«

HOIMAR V. DITFURTH [1984:32]

Allzu rasch sind wir jetzt vorgedrungen von zusammengewürfelten Elementarteilchen, über Selbstreproduktion der Moleküle, Leben und Bewußtsein bis hin zur Moral. Es lohnt sich, einiges davon zu vertiefen. Wenden wir uns zunächst dem Mechanismus der genetischen »Datenver-

arbeitung« zu. Märchenhaft geht es dabei zu, und deswegen wollen wir uns einer angemessenen Sprache bedienen:

Irgendwo im Lande *Genemark* lebt ein Totem-Baumeister namens *Ribo Som* in seinem gewaltigen Totem-Montageturm. Dieses einzigartige Bauwerk ist viele hunderttausend Stockwerke hoch und verfügt deshalb natürlich über einen elektrischen Lift. Der alte Meister hat ihn einbauen lassen, als seine Füße ihn nicht mehr die steilen Stufen der zentralen Wendeltreppe hinauf und hinunter tragen wollten.

Diese Treppe – er nennt sie *Die Normative Stiege* – ist ein ganz erstaunliches Kunstwerk. Um das aber angemessen würdigen zu können, bedürfen alle Unkundigen einiger aufklärender Worte über den Totemismus in Genemark.

Man verwendet *Totems* in mannigfaltiger Größe und Bauweise, um ganz gezielt diesen oder jenen Gott (jeder hat sein Ressort) tätig werden zu lassen. Das funktioniert ausgezeichnet, denn unzählige Generationen haben durch ausdauerndes Probieren herausgefunden, wie ein Totem beschaffen sein muß, wenn es einem vorgegebenen Zweck dienen soll. Übrigens werden diese magischen Anrufungszeichen aus gewöhnlichen Dominosteinen aufgebaut und nach Fertigstellung auf unverwechselbare Weise zusammengeknüllt. Entscheidend dafür ist die individuelle Aufeinanderfolge der Steine, und es gibt ebensoviele verschiedene Muster wie mögliche Spielverläufe bei einer Dominopartie, nämlich ungeheuer viele! Aus irgendeinem Grund heißen in Genemark die Dominosteine allerdings *Aminosteine*, was uns jedoch nicht weiter stören soll.

Zurück zu Ribo Soms Montageturm: Da die mühsam aufgebaute Sammlung aller Konstruktionspläne für wirksame Totems der wertvollste aller Schätze ist – ginge man seiner verlustig, so wäre das Land gelähmt und dem Verfall preisgegeben –, wurde lange darüber nachgedacht, wie dieses Wissen unverbrüchlich zu fixieren sei. So entstand Die Normative Stiege. Ihre Besonderheit liegt weniger darin, daß sie pro Stockwerk nur drei Stufen hat, als in der eigentümlichen Beschaffenheit dieser Stufen. Zwischen den beiden wendelförmigen Holmen sind vier verschiedene Typen von Sprossen angebracht. Eine jede ist zweigeteilt: aus dem einen Holm ragt jeweils ein runder Stab, ein Rohr, ein Vierkant oder ein eckiges Rohr, während sich vom gegenüberliegenden Holm das passende Gegenstück darüber- oder hineinschiebt. So ist also die gesamte himmelhohe Wendeltreppe aus zwei komplementären Hälften zusammengefügt.

Für die kurze Sequenz der drei Stufen einer Etage gibt es mithin $4 \times 4 \times 4 = 64$ verschiedene Anordnungen. Das ist allemal ausreichend, um jeden der nur

zwanzig unterschiedlichen Aminosteine mit einer solchen Dreier-Kombination klar zu benennen. Es sei noch erwähnt, daß Meister Som in diesem Zusammenhang gern von Triplets spricht, wohl wegen des endlosen Getrippels, das eine derartige Treppe mit sich bringt.

Das Geheimnis Der Normativen Stiege liegt nun darin, daß sie auf diese trickreiche Weise die Baupläne aller bewährten Totems – einen nach dem andern – in ihrer Sprossenfolge verschlüsselt in sich trägt. Jedes Stockwerk, jedes Triplet also, symbolisiert dabei einen Aminostein. Einige der Triplets, die nicht zu diesem Zweck benötigt werden, dienen als Marken, die säuberlich Anfang und Ende eines jeden Planes anzeigen.

Es versteht sich von selbst, daß die Baumeister von Genemark alle Register ihres Könnens und ihrer Kunstfertigkeit gezogen haben, als sie sich daran machten, das überlieferte Wissen in diese kühne Konstruktion zu schmieden. Der Zahn der Zeit durfte ihr nichts anhaben. Irrtümern beim Lesen und Ausführen der Pläne war ein Riegel vorzuschieben. Gegen Sturm, Frost und Sonne mußte sie gefeit sein. Sie zeigten sich dieser ungeheuren Aufgabe würdig, und ihre winzigen Schwächen führten auf unvorhergesehene Weise zur Vervollkommnung. Aber betrachten wir zunächst den betrieblichen Ablauf bei Eingang einer Totem-Bestellung.

Ein solcher Auftrag landet bei einem Gehilfen des Meisters, einem Affen namens Enzo. Der eifrige Helfer jagt die Treppe hinauf, bis er jenen Teil ausfindig macht, der das verlangte Totem beschreibt. Geschickt trennt er zwischen Anfangs- und Endemarke die zweigeteilten Sprossen und biegt die Stränge etwas auseinander. Dieser Eingriff kann sich über Hunderte von Etagen erstrecken. Dann kann er damit beginnen, aus den Lagerräumen rund um das Treppenhaus Stangen herbeizuschleppen. Wir ahnen schon, daß es sich dabei um Stäbe und Rohre handelt, die exakt auf und in die freigelegten Sprossenstümpfe passen. Dabei werden gleichzeitig die äußeren Enden dieser eingepaßten Stücke mit einer Kette verbunden, damit anschließend beim Abziehen nichts durcheinander gerät. Nun endlich richtet Enzo die Treppe wieder so her, wie er sie vorgefunden hat, und darf ausruhen, sobald er das seltsame Gebilde – ein Abdruck des Totembauplans, die *mobile RepröNegativSchablone* – aus einem Fenster gehängt hat. Ungefähr so wie Rapunzel das aus ganz anderen Gründen mit ihrem Haar getan haben soll – aber das ist ein anderes Märchen...

Daraufhin begibt sich Meister Ribo Som in seinen Lift an der Außenwand des Turms und fährt hinauf, bis er die Kette erreicht. Nun wiederholt sich das Spiel, und wieder werden passende Gegenstücke aufgepfropft. Der Meister entnimmt seinem unerschöpflichen Vorrat dreizackartige Gruppen von Rohren

und Stäben, und an ihrer Rückseite tragen sie – abhängig von dem Muster der Vorderseite – je einen ganz bestimmten Aminostein! Während sich Dreizack an Dreizack gemäß der Plankopie aufreht, verkleben die Aminosteine untereinander in der so aufgezwungenen Reihenfolge, und lösen sich dabei von den Stäben ab: Stück für Stück wächst das bestellte Totem heran und nimmt die charakteristisch verknüllte Form an, die ihm seine erstaunlichen Fähigkeiten verleiht. Wenn Meister Ribo Som mit seinem Lift das Ende des Planes erreicht hat, ist die Arbeit vollendet, und ein Abschnitt des uralten Musters Der Normativen Stiege ist makellos in wirksamen Zauber übersetzt.

Sicher kennen Sie Genemark, auch wenn Sie noch nie dort waren: Es liegt in jeder unserer Körperzellen. Eingeschlossen in ihren Kern bergen sie ein Kunstwerk, Die Normative Stiege, kurz DNS, auch bekannt als Desoxyribonukleinsäure: Die Doppelhelix der Riesenmoleküle, in denen die Erbinformation steckt.

Die Arbeitsmatrize des Planes, die mobile RepröNegativSchablone, hört auch auf das Kürzel mRNA (für Ribonukleinsäure, das »m« steht für *messenger*; Bote).

Das Wortspiel um das Triplet bedarf wohl keiner Auflösung, und die »Dreizacke« sind tRNA-Moleküle (»t« bedeutet hier *transfer*; Übertragung). Damit bleiben drei Fragezeichen: Wer oder was steckt hinter dem alten Meister, was sind Aminosteine, und, vor allen Dingen: Was hat es mit den sonderbaren Totems auf sich?

Meister Ribo Som, oder einfach Ribosom, ist ein brötchenförmiges Eiweißmolekül, und tut genau das, was oben beschrieben wurde: nach Anweisung eines mRNA-Programms Bausteine aneinanderkleben; Bausteine, die als Aminosäuren bekannt sind, und die auf diesem Wege ihrerseits zu Eiweißmolekülen zusammengesetzt werden. Die spezielle Sequenz der Kette tritt nach außen jedoch völlig in den Hintergrund. Kaum ist der Inhalt des DNS-Abschnittes aus der Nukleotid-Sprache in die Aminosäure-Sprache übersetzt, erfährt er einen weiteren Wandel. Die Verteilung der Bindungskräfte in jeder individuellen Folge führt zu einer unverwechselbar charakteristischen Faltung und Verknäuelung des Proteinmoleküls – und ausschließlich diese äußere Form ist es, die seine Funktion und Wirksamkeit begründet. Ein Totem ist also ein Protein, oder – wenn wir weniger den Baustoff als den Funktionsträger meinen – ein Enzym. Und die Fähigkeiten dieser Enzyme sind in der Tat so beeindruckend, daß die Gleichsetzung mit einem magischen Werkzeug keineswegs übertrieben erscheint. Enzo, der Affe, vermittelt uns bereits einen ersten Eindruck davon – er symbolisiert ein solches Enzym.

Die Verbundenheit allen irdischen Lebens ist so groß, daß man nicht umhin kann, von einer weitverzweigten Großfamilie zu sprechen, in der neben Blauwal und Schimmelpilz auch wir unseren Platz haben. Nirgendwo offenbart sich das prägnanter als in der gemeinsamen Sprache – der molekularen Grammatik des genetischen Codes.

Vom Virus bis zum Primaten finden dieselben vier Zeichen des Nukleotiden-Alphabets Verwendung (in unserem Märchen: die Treppenstufen), die – in vielen, kurzen ›Worten‹ (den Triplets) – die Erbinformation tragen. Jedes dieser Worte benennt eine von zwanzig Aminosäuren (die Dominosteine). Auch hier treffen wir bei allen Arten auf das gleiche Sortiment, eine identische Auswahl aus zahllosen anderen Möglichkeiten, sowie den gleichen Zuordnungsschlüssel. Die Aminosäuren, ihrerseits aufzufassen als Buchstaben eines höheren Symbolsystems, bilden wiederum Worte, die Proteine (oder ›Totems‹): Baumaterial und Funktionsträger der Organismen. Da es innerhalb dieses Prinzips zahlreiche andere, gleichwertige Codierungsmöglichkeiten gibt – von grundsätzlichen Varianten und Alternativen ganz zu schweigen –, bleibt als Erklärung für diese überwältigende Einheitlichkeit nichts anderes als Rückführung aller Stammbäume auf eine Urzelle. (Eine unbedeutende Ausnahme wurde 1980 entdeckt: eine Bakterienart weist Reste eines anderen Gencodes auf [BREUER,1981:22].)

Wer hier den ›reinen Zufall‹ entgegenhalten will, muß sich fragen lassen, warum man wohl eine plausible und vielfältig abgesicherte Erklärung gegen eine hanebüchene Spekulation eintauschen sollte. Alles, aber auch wirklich alles ist prinzipiell durch den Zufall erklärbar, wenn man sich nicht an absurd geringen Wahrscheinlichkeiten stört. Aber gerade die Tatsache, daß wir eine *Unwahrscheinlichkeit* überastronomischer Größenordnung getrost als *Unmöglichkeit* ansehen dürfen, bewahrt uns etwa vor der ständigen Angst, all die unzähligen Sauerstoffmoleküle in unserem Zimmer könnten gerade in die andere Hälfte vagabundieren, so daß wir jämmerlich ersticken müßten. Theoretisch jederzeit denkbar, tatsächlich aber reiner Unfug. Hoimar v. Ditfurth [1984:44ff] führt einen Beweis für die Evolution der Arten ins Feld, an dem sich im Sinne des oben Gesagten wohl nur noch aus trotziger Borniertheit herumdeuteln ließe:

Das ›Cytochrom c‹ ist ein Enzym, das eine zentrale Rolle beim Zell-Stoffwechsel aller Lebewesen spielt – von der Bäckerhefe bis zum Menschen. Aufgrund seiner komplizierten Aminosäuresequenz (seines ›Totembauplanes‹) läßt sich die Annahme einer zufälligen Parallelentwicklung bei allen Arten von Leben ausschließen, da ihre Unwahrscheinlichkeit nur noch durch

phantastische Zahlen und Vergleiche ausgedrückt werden kann: »Wollte man alle möglichen Proteinstrukturen, jede mit einer einzigen Kopie, darstellen, so hätte man es mit einer Menge zu tun, die sich auch bei dichtester Packung im gesamten Universum nicht unterbringen ließe« [EIGEN/WINKLER,1975:191].

Paradoxerweise liegt gerade in den winzigen Unterschieden, die mit abnehmendem Verwandtschaftsgrad der Arten zunehmen, die Krönung dieser Beweisführung. Diese minimalen Abweichungen sind seltene Kopierfehler, die bei der Reproduktion der genetischen Information unvermeidlich auftreten. Innerhalb einer Art – einer ›Fortpflanzungsgemeinschaft‹ also – setzt sich diese Änderung irgendwann durch, oder, was ungleich wahrscheinlicher ist, sie verschwindet mit dem Tod ihres Trägers. Ist diese Mutation jedoch überlebenstauglich und so verschieden, daß sich zwischen den somit getrennten Arten der Austausch verbietet, dann wird sie in einer neuen Abstammungslinie fortgeschrieben.

Die aufgelaufene ›Fehlerzahl‹ ist nun ein datierbarer Rückverweis in die Vergangenheit, in die Zeit der Aufspaltung dieser Linien. Die Tatsache, daß der so rekonstruierte Arten-Stammbaum identisch ist mit jenem, den Paläontologen anhand von Fossilien entworfen haben, sollte ohne weitere Kommentierung für sich sprechen.

Dieses eine Argument mag genügen: Wir können die Evolution der Arten als Tatsache akzeptieren, wenngleich sie noch nicht völlig verstanden wird. Jedoch tritt sie hier wie in allen Schichten der Wirklichkeit als *beobachtbare Tendenz* unlegbar in Erscheinung – und das läßt ahnen, daß wir irgendwann vielleicht doch so etwas wie eine sehr fundamentale Gesetzmäßigkeit darin erkennen werden.

Und Teil dieses Gesetzes ist das kreative Element des Zufalls, dessen Wirken auch bei der Weiterentwicklung der komplexesten Organismen unverzichtbar blieb: »Das Lebendige bewahrte ihn, indem es das Erbgut den mikrophysikalischen Zufällen eines molekularen Fadens anvertraute (was es mit Hilfe der Riesen-Chromosomen hätte kompensieren können)« [RIEDL/KREUZER,1983:49]. Die Baumeister unseres Märchenlandes Genemark wuchsen also dadurch erst wahrhaft über sich selbst hinaus, indem sie ihre Konstruktion offen hielten für neue Ideen. Nichts Statisches kann ewig währen – wie wir bei unseren Überlegungen zur ›Ordnung‹ gesehen haben, ist es stets dem Zerfall preisgegeben –, dagegen sind offene, dynamische Strukturen in der Lage, im Rahmen unausgesetzten Lernens zu wachsen und sich immer wieder aufs neue zu transzendieren. Voraussetzung für diese Form der Kontinuität ist es allerdings, sich nicht bedingungslos an Bekanntes und Bewährtes

anzuklammern: absolute Unveränderlichkeit, Sicherheit und Voraussagbarkeit müssen aufgegeben werden.

Dabei ist die Bewahrung des Zufalls im genetischen Pfad eine schöpferische Leistung eben dieses Zufalls: Wie wir noch sehen werden, ist der Evolution eigen, daß sich ihre Methoden hinsichtlich größtmöglicher Komplexitätssteigerung optimieren, und so ist es nur folgerichtig, »daß die körpereigene Reparaturkapazität für DNS-Beschädigungen ein Stückchen kleiner ist als das durchschnittliche Ausmaß der anfallenden Schäden, so daß auftretende Mutationen sich akkumulieren und evolutionäre Veränderungen herbeiführen können« [BROCKMAN,1986:189]. Ja, es kann gar nicht ausbleiben, daß sich der Mutations/Selektions-Zyklus auf die förderlichste Fehlerquote hin optimiert. Einerseits sterben allzu konservative Strategen aus, da ihre Anpassungsgeschwindigkeit nicht genügt, andererseits machen exzessive Spieler in aller Regel genetischen Bankrott. »Vernünftig« benimmt sich ein Organismus, der nicht übertrieben sorglos mit seinen Anlagen umgeht, der sogar eine Menge unmittelbar nutzlosen Ballast in Gestalt des epigenetischen Systems mit sich herumschleppt – ein mächtiger Ideenfundus in Zeiten des Wandels –, sofern er diesem Drang zur Bewahrung eine kräftige Dosis Wagemut entgegensetzt. Diese wohlbemessene Experimentierfreudigkeit dann aber geringschätzig »Fehlerrate« zu nennen, ist eigentlich eine grobe Verkennung ihrer Bedeutung.

Wenn hier immer wieder die Rede ist vom Zufall als Quell neuer Aspekte, so ist klar, daß das Leben, *wie es ist*, eine extreme Unwahrscheinlichkeit darstellt. Wer auf welche Weise auch immer versucht, daraus Argumente gegen die Evolutionstheorien zu konstruieren, der bringt sich in die absurde Situation eines Lotterie-Hauptgewinners, der aufgrund seines unglaublichen Glücks die Existenz des Spiels leugnet.

Der Zufall kanalisiert sich

Allerdings müssen wir unser grobschlächtiges Bild von einer zufälligen Mutation und dem Korrektiv der Auslese erheblich verfeinern: Nur ein sehr naiv verstandener Darwinismus wird davon ausgehen, dieser Ausleseprozeß könne darin bestehen, daß sämtliche grotesken Mutationen eines übermütigen Zufalls aufs Geratewohl durchprobiert werden. Wie wir gesehen haben, scheint es zwar auf den niederen Stufen der *Geschichteten Ordnung* (in subatomaren Gefilden) so zuzugehen, aber schon wenig darüber beginnt – mit der Komplexität – das Wachstum der Wechselwirkungen und Bedingtheiten; der den Zufall kanalisierenden, ihn aber nicht aufhebenden Regeln. Erst in diesem

Spannungsfeld nimmt der Begriff der *Freiheit* Sinn an, wird Kreativität möglich: »Nicht zuviel Vielfalt und nicht zu einfältig, das ist die Lösung – irgendwo in der Mitte passieren dann unglaubliche Dinge«, oder köstlich pointiert: »*Man kann nicht kreativ sein, wenn man nicht beschränkt ist*« [BINNIG,1989:116,122, Kursivierung W.P.].

Wer dagegen dem Zufall völlige Narrenfreiheit einräumen möchte, muß die Frage zulassen, wie auf diese Weise allein die zahlreichen Stufen zur Erschaffung etwa des Auges erklimmen werden konnten, und das auch noch in der richtigen Reihenfolge – schließlich bauen sie ja aufeinander auf. Darwin, der diesem Konzept noch kritisch gegenüber stand – wie so oft waren es auch hier die Jünger eines visionären Lehrers, die einen entwicklungsfähigen Gedanken zu einem starren »Ismus« herabwürdigten –, Darwin selbst gestand, daß ihn »beim Gedanken an das Auge am ganzen Leibe fröstelte« [in KOESTLER,1978:206]. Glücklicherweise ist die Evolution aber lernfähiger als manch orthodoxer Biologe oder Genetiker, denn sonst würde sie auch in Milliarden von Jahren noch keine solchen hervorgebracht haben: mit einer derart dumpfen Strategie wäre wohl selbst das Gänseblümchen ein unerreichbares Ziel. So augenfällig diese Argumentation auch sein mag – sie ist allemal steigerungsfähig:

Als Australien beschloß, sein Glück fortan als Insel zu versuchen, und vom asiatischen Kontinent wegzudriften begann, waren die Marsupialier (Beuteltiere) gerade aus der Linie ihrer Vorfahren ausgeschert, jedoch noch nicht die Plazentalier (höhere Säugetiere). Letztere verpaßten also die Abfahrt sämtlich; lediglich primitive, beutelmausähnliche Wesen gingen an Bord. »Diese archaischen Geschöpfe, die ihren Inselkontinent nicht verlassen konnten, brachten es fertig, neue Arten zu produzieren und 'Beutelversionen' unserer plazentalen Maulwürfe, Ameisenbären, Flughörnchen, Katzen, Wölfe, Löwen und so fort zu entwickeln – Wesen, die wie etwas unbeholfene Kopien ihrer plazentalen Vettern wirkten« [ebd.:241f]. Wer eine derart überwältigende Flut von Parallelentwicklungen auf isolierten Kontinenten mit wildem Zufall erklären will, der kann nicht recht bei Sinnen sein.

Rupert Riedl weist auf eine Reihe weiterer Fragen hin, die sich mit dem Konzept einer allein vom Anpassungsdruck des Milieus gelenkten Entwicklung nicht vernünftig beantworten lassen [1982:43-54]. Im folgenden fasse ich einige davon zusammen:

- Warum brachten die vielgestaltigen Umwelten mit ihren fließenden Übergängen so klar voneinander abgegrenzte Arten hervor?

- Wieso ist die Stammesgeschichte häufig über Hunderte von Jahrmillionen bemerkenswert geradlinig – einem wankelmütigen Milieu zum Trotz?
- Was erklärt das immer wiederkehrende Muster von raschen, heftigen Änderungen in der Frühphase, gefolgt von der beruhigten Entwicklung mit eingeschränkten Wandlungsmöglichkeiten einer reiferen Art?
- Wie kommt das mächtige Beharrungsvermögen zustande, das einmal etablierte Grundmuster unbeirrbar beibehält? (Unsere Ohrknochen haben sich im Lauf der Entwicklung stark verändert, aber ihre zugrundeliegende ›Dreierbeziehung‹ besteht seit über 400 Millionen Jahren. Ähnliches gilt für das Festhalten an der einheitlichen Halswirbelzahl aller Säuger – einschließlich der Giraffe.) Wir sprachen auch schon davon, daß der Wal und die Fledermaus sich nicht mehr zum Fisch bzw. Vogel umbauen lassen – allen Forderungen des Milieus zum Trotz.
- Was erklärt Mutationen, bei denen ganze Funktionseinheiten (z.B. Beine und Antennen von Fliegen) zwar korrekt ausgebildet, aber falsch plaziert werden?
- Wieso evolvieren funktionell gekoppelte Merkmale gemeinsam? (z.B. Paßformen an Gelenkknochen oder Gebißhälften)

All das läßt nur den Schluß zu, daß die Gene keine stupiden molekularen Lochstreifen sind, sondern hochgradig strukturierte Systeme mit einer wirksamen internen Regelhierarchie. So zeigen besonders die beiden letzten Punkte, daß das Genom etwas über sich selbst ›wissen‹ muß: Nämlich wie und wo die einzelnen Teilbaupläne archiviert sind, bzw. in welchen Beziehungen sie zueinander stehen. Die übrigen Punkte verdeutlichen vor allem zweierlei: Erstens muß eine übergeordnete Instanz für die Kontinuität von Bauteilen, Baugruppen und Konzepten sorgen, und zweitens bewirkt die Ausbildung dieser Organisationshierarchie eine zunehmende Einschränkung der weiteren Wandlungsfähigkeit.

Riedl vergleicht das mit der Betriebsorganisation eines Automobilwerkes: Es versteht sich von selbst, daß hier unzählige interne Rückkopplungen und Kontrollen vorgesehen sind, die verhindern, daß jede irrwitzige Idee eines übergeschnappten Konstrukteurs und jede Fertigungspanne dem Kunden vorgesetzt und erst damit der Selektion preisgegeben werden. Ich glaube, es leuchtet ein, daß es unter diesen Bedingungen heute noch nicht mal Fahrräder gäbe. Als selbstverständlich erachten wir eine zweckmäßige Organisation also schon bei bekanntermaßen recht unvollkommenen Systemen (Industriebetrieben), deren Lehrzeit bestenfalls einige Jahrzehnte währte (und diejenigen unter uns, die innerhalb solcher Systeme arbeiten, finden fast täglich Anlaß, die

reptilienhafte Borniertheit derselben zu verwünschen). Gleichzeitig aber sprechen wir einem System, das mit ungleich größerer Perfektion und Eleganz seit Millionen und Milliarden von Jahren Organismen beispielloser Komplexität hervorbringt, jeden Funken einer solchen Organisation ab. Es ist verblüffend, wie weit sich auch wissenschaftliche Dogmen vorübergehend von offensichtlichen Tatsachen entfernen können.

Nun wäre ja im Grunde leicht einzusehen, daß eine entsprechende ›genetische Intelligenz‹ viele Geheimnisse der biologischen Evolution zu erklären vermöchte – insbesondere ihre explosiven Beschleunigungsphasen, die Relativierung des Milieueinflusses, das planvoll erscheinende Vorgehen – wenn sich nicht die Frage stellte, wie sich die Gene diese Schläue angeeignet haben sollen. Und das Erstaunliche an der Antwort ist, daß man dazu quasi nur die Evolution auf sich selbst loslassen muß.

Riedl verdeutlicht das mit seiner Fabel von zwei Blinden, die um die Doppelsechswürfel wüßeln. Da sich die beiden Einzelwahrscheinlichkeiten von je einem Sechstel pro Würfel multiplizieren, glückt das zunächst beiden Spielern nur bei durchschnittlich jedem 36ten Wurf. Nun beginnt aber einer damit, die Würfel vor jedem Wurf irgendwie (blind!) zusammenzubinden. Anfangs bringt ihm das zwar nichts ein, aber sobald er erfährt, daß er die richtige Verknüpfung gefunden hat – die er dann natürlich beibehält und sogar noch fester zurrt –, gewinnt er fortan sechsmal häufiger. Diese Strategie ist unschlagbar, es sei denn, die Regel wechselte (etwa auf die Doppelzwei), was für die einzelnen Würfel nichts ändert, für die fest verbundenen aber das ›Aus‹ bedeutet – wenn es nicht gelingt, den Knoten wieder zu lösen [ebd.:177].

Übertragen auf die Gene war das Zustandekommen einer ersten Verknüpfung eine zufällige Mutation, aber – einmal zufällig von Erfolg gekrönt – von so durchschlagendem Nutzen, daß die Mutation sich überproportional vermehren konnte: damit war das Prinzip eingeführt. Eine Reihe von Strukturgenen kann unter die Verwaltung eines Operatorgens gestellt werden. Der Operator fungiert dann als Hauptschalter für diese Gruppe (das Operon), und entscheidet über ihre Lesbarkeit und damit ihre Wirkung. Andere Gene (Regulatoren) senden nun über das Zellplasma molekulare Schlüssel (Repressoren) aus, die ganz spezifisch auf einzelne Operatoren passen und deren Operone blockieren – was durch Induktormoleküle wieder rückgängig gemacht werden kann. Damit nicht genug: Genetiker vermuten, »daß mit den entdeckten Schaltmethoden noch viel kompliziertere, mehr- und vielschichtige Rangfolgen von Vor- und Vor-Entscheidungen zu erwarten sind« [RIEDL,1976:152f]. Das Genom des Menschen weist also unzählige Querverbindungen auf, Kopplungen von Verbindungen, Knoten solcher Kopplungen, und so fort. Nur

selten hängt ein Merkmal von einzelnen Genen ab (etwa die Augenfarbe), meist entscheidet das Zusammenspiel solcher Beziehungen. Mit der Tiefe der Verankerung in dieser Vernetzung nimmt natürlich auch die Empfindlichkeit gegenüber einzelnen Gendefekten ab. Damit schwindet die Lokalisierbarkeit der Daten; wie auf einem Hologramm ist alles in der Gesamtstruktur, dem epigenetischen System, gespeichert: »Alle Gene der gesamten ererbten Botschaft neigen dazu, bei der Steuerung der Entwicklung als integrierte Ganzheit zu funktionieren. (...) Organismen sind keine Flickenteppiche, wo jeder Flecken von einem Gen kontrolliert wird. Sie sind integrierte Ganzheiten, deren Entwicklung vom gesamten Satz der kooperierenden Gene gelenkt wird« [SIMPSON et al in KOESTLER,1978:220].

Derzeit schätzt man, daß etwa fünf Prozent unserer Gene unmittelbar Bausteine kodieren, den übrigen 95 Prozent kommen komplexere Bedeutungen zu. Kommt uns das nicht bekannt vor? Wir haben festgestellt, daß der Kosmos nur als ungeteiltes Ganzes Realität ist, weil er aus der Summe der Beziehungen aller seiner kleinsten Teile besteht. Und wir werden noch sehen, daß auch das Neuronen-Netzwerk unseres Gehirns den gleichen holographischen Charakter aufweist. Die alten Taoisten und Buddhisten wären tief befriedigt, daß sich ihr intuitives Wissen auf diese Weise bestätigt: Die Wirklichkeit ist unteilbar. Und unsere Ignoranz dieser Tatsache gegenüber bringt uns eine Menge Verdruß.

Ich bin davon überzeugt, daß auch die Molekularbiologen etwas von diesem Verdruß zu spüren bekommen bei ihrem ehrgeizigen Projekt, noch in diesem Jahrhundert das menschliche Genom entschlüsseln zu wollen. Mögen ihnen bei der Tauflege *Drosophila* mit ihren bescheidenen vier Chromosomenpaaren noch beachtliche Erfolge beschieden gewesen sein, so gehe ich doch davon aus, daß dieser Kraftakt zu einer vernichtenden Niederlage des Reduktionismus geraten wird. Denn mit dem Anstieg auf 23 ungleich längere Chromosomenpaare beim Menschen steigert sich die Komplexität der Organisations-Hierarchie astronomisch. Im übrigen wird die Genetik sicher nicht den Weg zum neuen Menschen ebnen: »Die Veränderung, die wir in Zukunft brauchen, ist nicht von jener Art, daß sie unseren guten alten *Sapiens* überforderte. Wir haben schon während der letzten 100.000 Jahre genetisch im wesentlichen das gleiche Individuum (...); wir sind fast identisch mit einer ganzen Reihe vorangegangener hominider Spezies (...). Alle diese *Homines* haben andere Kulturen hervorgerufen, andere Gesellschaften und andere Zeitalter, obgleich ihre Gene immer die gleichen waren. (...) *Was wir brauchen, ist nicht ein biologisch, sondern ein kulturell mutiertes Menschenwesen.*« [LASZLO,1988:97f, Kursivierung W.P.] Nichtsdestotrotz hätte ich bezüglich der Gentechnik keine prinzipiellen moralischen, sehr wohl aber rein

praktische Bedenken. (Noch weitaus erschreckender als etwa bei der Atomtechnologie ist hier übrigens die völlig fehlende gesellschaftliche Aufklärung über Möglichkeiten, Risiken und Tragweite. Kaum jemand kennt auch nur den fundamentalen Unterschied zwischen somatischer Gentherapie – die auf ein Individuum beschränkt wirkt –, und dem unendlich heikleren Eingriff in die Keimbahn. Es herrscht etwas ahnungslose Euphorie und viel unbestimmte Angst.) Trotzdem: Das Leben hat von Anbeginn aktiv in seine Geschicke und Geschichte eingegriffen. Neu ist hier aber das explodierende Verhältnis von der Schwere dieses Eingriffs zur Zeitspanne seines Vollzuges. Angesichts dieser entfesselten Dynamik stehen wir da wie der Zauberlehrling ohne Meister. Die entsetzliche Gefahr besteht darin, daß man sehr wohl *glauben* wird, etwas verstanden zu haben, und zu spät bemerkt, welche hintergründigen Folgen die oberflächlichen Basteleien haben können.

An den weiter oben aufgezählten Widersprüchen der herkömmlichen genetischen Theorien, besonders auch an der zeitlich gerafften Rekapitulation der Stammesgeschichte beim menschlichen Embryo (von der Fischkieme bis zum Affenpelz [vgl. RIEDL,1976:331]) wird deutlich, daß wir noch eine weitere entscheidende Verständnislücke zu schließen haben. Unabdingbare Voraussetzung für die Entwicklung komplizierter Funktionseinheiten ist nämlich ein schrittweiser Aufbau, bei dem jede Baustufe für sich bereits einen deutlichen Selektionsvorteil aufweisen muß. Im Falle des Auges mag sich diese Entwicklung etwa wie folgt abgespielt haben: Die geschützte Lage eines einfachen Hell/Dunkel-Rezeptors in einer kleinen Vertiefung brachte aufgrund der Abschattung eine gewisse Richtungsempfindung als zufälligen Nebennutzen mit sich. Sie wurde verfeinert durch eine weiter vertiefte Höhlung mit einer kleinen Blende. Gänzlich ungewollt kam eine Art Lochkamera dabei heraus! Und die transparente Haut, die sich zum Schutz der engen Öffnung so bewährte, geriet ebenso absichtslos zur Linse [FISCHER,1987:213f]. Jede einzelne Etappe war also so nützlich, daß sie genetisch fixiert wurde – andernfalls wäre sie schon wieder verschwunden gewesen, bevor weiterführende Mutationen darauf aufbauen konnten. Und in der Tat sind diese vier Stufen der Verfeinerung beispielsweise im Regenwurm (Lichtsinneszellen), der Napfschnecke (Grubenaugen), dem Borstenwurm (>Lochkamera<) und den Wirbeltieren (Linsenauge) dokumentiert [vgl. VOLLMER,1987:37]. Basierend auf der jeweiligen Etablierung erwies sich dann ein ausbaufähiger Zweitnutzen. Gefördert wurde diese Entwicklung noch durch einen typischen Fehler bei der DNS-Kopierung, der zur Verdopplung ganzer Abschnitte führt. Auf diese Weise kann ein Gen unverändert seiner gewohnten

Aufgabe nachgehen, und ermöglicht so seinem Doppelgänger ohne großes Risiko eine Reihe von Mutationen auszuprobieren [GIERER,1985:95]. Der statistische Vorteil schrittweisen Vorgehens, wie es der Zweitnutzen ermöglicht, ist dramatisch. Nehmen wir an – und das entspricht dem Versuch, ein Auge aus für sich betrachtet nutzlosen Einzelkomponenten zu konstruieren –, wir würfen nacheinander 100 Würfel, in der Absicht, ausnahmslos Sechser zu erzielen. Das läßt keine Zuversicht aufkommen: Wir hätten diese Prozedur typischerweise fast sofort zu wiederholen, wie es Quanten im Universum gibt. Und selbst wenn wir seit Geburt desselben in jeder Sekunde unsere 100 Würfel absolviert hätten, wiese die Zahl der erforderlichen Wiederholungen dieser 15 Milliarden Jahre währenden Tortur immer noch sechzig Nullen auf..

Solchen extremen Unwahrscheinlichkeiten ist keineswegs durch geduldiges Probieren beizukommen, aber das ist auch gar nicht nötig. Wenn wir nur dazu übergehen, Teilerfolge festzuhalten, also jeden Würfel solange zu werfen, bis er eine ›Sechs‹ zeigt, ihn dann liegen lassen und mit dem nächsten weitermachen – und das bei einem Wurf pro Sekunde –, dann werden wir dieselbe Aufgabe durchschnittlich in lächerlichen zehn Minuten bewältigt haben.

Der genetische Prozeß ermöglichte die Weitergabe von Erfahrung, die über viele Generationen angesammelt wurde, und löste somit einen Sprung in der weiteren Entwicklungsgeschwindigkeit aus. Die nächste sprunghafte Beschleunigung wurzelt darin, daß die Kreatur regelrecht zum Denken aufgefordert wird, »und zwar durch die zufällige Begegnung ihrer Information speichernden Strukturen mit einem Information enthaltenden Milieu«. Ausdauernd, mit großer Mühe und unter riesigen Opfern schleift die Evolution einen ›Widerspiegel der Welt‹ in die Kreatur: das Gehirn [RIEDL,1976:196].

Gehirn und Alternativen

»Zwar ists mit der Gedankenfabrik
Wie mit einem Webmeisterstück,
Wo Ein Tritt tausend Fäden regt,
Die Schifflein herüber hinüber schießen,
Die Fäden ungesehen fließen,
Ein Schlag tausend Verbindungen schlägt.«
JOHANN WOLFGANG GOETHE [1790:84f]

Die Entwicklungsgeschichte des Gehirns während der vergangenen 300 Millionen Jahre läßt sich grob in drei Abschnitte untergliedern, die ihre stofflichen Pendanten in unserem Schädel haben:

Das *Reptilienhirn* spult im wesentlichen starre, ritualisierte Verhaltensprogramme ab, verwaltet Begierden, deren Aufschub Frustration bedeutet, zeigt sich Neuem gegenüber wenig aufgeschlossen und ermöglicht kaum individuelles Lernen.

Etwa halb so alt ist das *Limbische System*, dessen maßgebliche Innovation wohl in der Repräsentation von Gefühlen und deren Zuordnung zu Daten aus der Innen- und Außenwelt zu sehen ist. (Eine Bemerkung am Rande: daraus, daß dieser Hirnteil aus dem Riechzentrum hervorging und unter anderem auch mit unserem sozio-sexuellen Verhalten zu tun hat, wurde der Schluß gezogen, der Ausdruck der Antipathie in »ich kann dich nicht riechen!« sei ein intuitives Überbleibsel dieses Zusammenhangs.)

Dieses Konzept, das erste Ansätze des Gefühls persönlicher Identität aufwies, bewährte sich offenbar so gut, daß in einer überaus stürmischen Entwicklung (vor etwa 50 Millionen Jahren) die Erweiterung durch das *Großhirn* vorangetrieben wurde. Nunmehr ermöglichen Milliarden von Hirnzellen eine komplexe ›neurale Datenverarbeitung‹, ein umfangreiches Gedächtnis, eine vergleichende Bewertung von Wahrnehmung und Erfahrung, die Sprache und schließlich die Selbstreflexivität. Seit einigen zehntausend Jahren hat sich der Entwicklungsstand unserer zerebralen ›Hardware‹ praktisch nicht mehr weiter verändert.

Um es vorwegzunehmen: Unser Wissen um die Funktion der Bausteine des Gehirns ist zwar unvollständig, aber durchaus respektabel – ganz im Gegensatz zum Verständnis ihres Zusammenwirkens auf höherer Ebene. Die Aktivitäten des Sammelns teils widersprüchlicher und verwirrender Beobachtungen und

des spekulativen Theoretisierens scheinen mir im Stadium mühsam beschwichtiger Konfusion. Bleiben wir auf einigermaßen gesichertem Terrain: Das Großhirn besteht aus zwei nur annähernd spiegelbildlichen Hälften, die über einen schmalen ›Balken‹ miteinander kommunizieren. Diese Zweiteilung verwundert kaum in Anbetracht der hohen Symmetrie des Körpers bei (Sinnes-)Organen, Extremitäten etc., erstaunlicher dagegen ist, daß diese seitenvertauscht mit den zuständigen Kontrollzentren im Gehirn verbunden sind.

Bei den komplexeren, nicht unmittelbar körperbezogenen Leistungen jedoch ist diese Doppelstrategie sinnlos, und so bildete sich hier eine Funktions- und Gewaltenteilung. Bemerkenswert ist dabei die Passung der unterschiedlichen Eigenschaften beider Großhirn-Hemisphären auf das chinesische System von Yin und Yang, den Archetypen komplementärer Kräfte:

Die Stärke der linken Hälfte liegt in der rationalen Analyse; hier wird linear gedacht, und zusammen mit der Repräsentation der Zeit darf man hier das Konzept der Kausalität vermuten. Auch die Sprachfähigkeit hat hier ihren Sitz. Die rechte Hälfte dagegen macht den intuitiven Teil unseres Wesens aus, erkennt Zusammenhänge unter der Oberfläche, operiert mit vagen und unvollständigen Daten, und läßt ihre Resultate schlagartig (und oft unerwartet) mit den sprichwörtlichen ›Aha‹-Erlebnissen im Bewußtsein auftauchen. Typisch dafür ist die spontane Belustigung, die ein gelungener Witz in uns hervorruft. Kommt er ›rechts‹ nicht an; muß er also erklärt werden und so den ›linken‹, analysierenden Weg der Ratio nehmen, so wird es meist um ihn geschehen sein.

Nun hat unser Bewußtsein in die Prozesse der Intuition keinerlei Einsicht. Hier wird eben nicht Schritt für Schritt (im Sinne eines Gedankengangs) in zeitlicher Abfolge verfahren. Wir sind aber zeitbestimmte Wesen – Helmut Meiers Deutsche Sprachstatistik [nach HOFSTADTER,1979:671] verweist das Wort ›Zeit‹ an die Spitze der Häufigkeitsskala! –, mithin ist uns alles suspekt, was sich dieser Ordnung entzieht. Das mag ein Grund für die Bevorzugung aller mit der linken, der sogenannten ›dominanten‹ Hemisphäre (also der rechten Körperhälfte) verbundenen Werte sein: »In den meisten europäischen Sprachen wird die rechte Seite mit gut, gerecht und tugendhaft assoziiert, die linke mit böse, Gefahr und Argwohn. Das Wort ›recht‹ selbst bedeutet ja auch ›richtig‹, ›angemessen‹ oder ›gerecht‹, im Deutschen wie im Englischen, während ›sinister‹, das lateinische Wort für ›links‹, etwas Böses und Bedrohliches bezeichnet. Das deutsche Wort für Gesetz lautet auch ›Recht‹, genau wie im Französischen das Wort *droit*« [CAPRA,1982:326]. Ob hier ein ursächlicher Zusammenhang vorliegt oder nicht, jedenfalls bekundet sich darin die

Unausgewogenheit, die fatale Schlagseite, in die wir unsere vornehmste Ausstattung versetzen, und die noch weiter kompliziert wird. Denn die beiden älteren Hirnteile, von denen bereits die Rede war – gelegentlich werden ihre Entwicklungsniveaus kurz mit ›Reptil‹ und ›Pferd‹ charakterisiert –, befließen sich trotz mangelhafter Koordination einer unentwegten Einmischung in die Belange des Großhirns, und reißen in Krisen die Herrschaft mitunter völlig an sich. Den Problemen des Neandertalers mag das entsprochen haben. Heute führt es zu Nackenschmerzen, Herzinfarkt, Eifersucht, Jähzorn, Krieg und dergleichen.

Brutstätte der Gedanken

Wir wollen es einstweilen dabei bewenden lassen. Steigen wir nun einige Hierarchie-Ebenen hinab: so mysteriös unser Gehirn in seiner Gesamtheit auch erscheinen mag – sein ›Elementarteilchen‹, die kleine, graue Zelle, das Neuron, ist rasch umrissen.

Jede dieser Nervenzellen verfügt über durchschnittlich 10.000 (maximal 100.000) Eingänge, sogenannte Synapsen. Wie das Steckerfeld einer altmodischen Telefonvermittlung ist das Neuron übersät mit den saugnapfähnlichen Enden ankommender Nervenfasern. Der Vergleich mit einem kunstfertig isolierten Kabel reicht kaum an dieses gleichermaßen komplizierte wie filigrane Gebilde heran. Die Nervenimpulse werden von den ›Saugnapfen‹ in chemische Botschaften übersetzt, die den hauchfeinen synaptischen Spalt zur Zellmembran des Neurons überbrücken. Das eintreffende Signal führt zur Ausschüttung von Neurotransmitter-Molekülen – die Synapse ›feuert‹.

Die Zwischenschaltung dieses offenen, chemischen Pfades ermöglicht die Einflußnahme anderer Faktoren (Hormonsystem, aber auch Drogen), unterbindet Rückwirkungen in entgegengesetzter Signalrichtung, und limitiert die Verarbeitungsgeschwindigkeit, da die Zeitkonstanten von Ausschüttung und Abklingen der Neurotransmitter im Bereich von Millisekunden liegen. Wesentlich dabei ist das enorme Potential, das in der Möglichkeit zur Variation des Einflusses jeder einzelnen Synapse besteht. Hier liegt die Wurzel der erstaunlichen Flexibilität und Lernfähigkeit des Gehirns.

Die Funktion eines Neurons ist soweit im Grunde nicht esoterischer als die eines schlichten Addierers. All die zigtausend gleichzeitig angebotenen Signale (da es erregende und hemmende Synapsen gibt, haben sie positives oder negatives Vorzeichen) werden aufsummiert und bei Überschreiten eines Schwellwertes durch Feuern des Neurons in seinen Ausgang quittiert. Dieses

Kabel, Axon genannt, führt über Verzweigungen wieder zu den Synapsen anderer Neuronen, und so fort. Dieses Strickmuster wiederholt sich mit über 10 Milliarden Neuronen, einigen hundert Billionen Synapsen und einer halben Million Kilometer Axonfaser. Pro Kopf...

Bei diesen Zahlen kommt sofort der Gedanke an Ausfallraten auf. Man denkt ziemlich mechanistisch an einen Computer, der bei einer einzigen defekten Schaltstelle reparaturbedürftig wird. Andererseits ist sattsam bekannt, daß bei jedem Rausch eine erschreckende Zahl von Hirnzellen ihren Geist aufgeben. Die meisten unter uns, die dieses Experiment (gewiß aus streng wissenschaftlichen Motiven) gelegentlich im Selbstversuch nachvollziehen, stellen aber erleichtert fest, daß anschließend, von gewissen Wiederanschließungen abgesehen, alles wie vorher ist. Und selbst bei schwerwiegenden Hirnverletzungen ist unser Denkorgan in vielen Fällen in der Lage, die beeinträchtigten Funktionen anderen, intakten Arealen zu übertragen. Diese Plastizität genannte Eigenschaft kommt jedoch nicht allen Fähigkeiten gleichermaßen zugute. Wenn ich die zahlreichen, nicht selten verwirrenden Beobachtungen und Theorien einigermaßen zutreffend überblicke, kann man sagen, daß es auf der niedrigen Ebene der Wahrnehmungsprozesse relativ deterministische und exakt lokalisierbare Funktionen gibt; je höher wir aber in der Hierarchie dieser Vorgänge aufsteigen, desto mehr schwindet die Determiniertheit, während die Plastizität bei zunächst unverminderter Lokalisation zunimmt [vgl. GARDNER, 1985:281-301]. Die höchsten Fähigkeiten des Gehirns jedoch sind überhaupt nicht an bestimmte Regionen gebunden. Zwar lassen sich beispielsweise Zentren für Sprach- und Sehfunktionen eingrenzen, dagegen gibt es aber keinen speziellen Bereich, in dem man komponiert, sich langweilt, Schönheit empfindet, liebt oder persönliche Identität hervorbringt. Diese komplexen und am wenigsten verstandenen Aktivitäten des Bewußtseins integrieren ungeheuer viele Teilaspekte aus allen Winkeln des Gehirns zu einem Muster auf höherer Ebene, und häufig stößt man auf den Vergleich mit einem Hologramm, einer Interferenz-Photographie mit der Besonderheit, daß jeder Ausschnitt davon das gesamte Bild enthält – bei der Zerstückelung leiden nur Detailtreue und Schärfe.

Plausibel wird auch, warum die im ganzen Körper geübte Strategie eines Fließgleichgewichtes zwischen Absterben und Neubildung hier nicht in Frage kommt: schon bald wäre die Vergangenheit nur noch unbestimmter Nebel. Fazit: das Neuronengerüst muß bei der Geburt im wesentlichen fertig sein. Dazu gehört auch eine genetisch vorgeschriebene, aber recht bescheidene Grundverdrahtung. Aber daran schließt sich sogleich die Frage an, welcher geheimnisvolle Programmierer dieses Werk fortsetzt und vollendet. Die

Antwort liegt in der Selbstorganisation: In der bemerkenswerten Phase des späten Embryonalstadiums und besonders während weniger Monate nach der Geburt erfolgt die Vermehrung und Vernetzung der Hirnzellen *in Abhängigkeit von äußeren und inneren Vorgängen*. Untersuchungen bei Ratten zeigen eine 500fache Zunahme der mittleren Kontaktdichte im Sehzentrum innerhalb von zwei Wochen, einsetzend mit dem Öffnen der Augen dieser blind geborenen Tiere. Diese zahlenmäßige Explosion findet nicht statt, wenn man den Ratten die Augen verbindet, und ist dann später auch nicht mehr nachzulegen. Bleibende Blindheit trotz intakter Augen ist die Folge. Weitere Beobachtungen zeigen, daß im späteren Leben nur solche Strukturen der Wirklichkeit erfahrbar sind, die in diesen ersten Wochen und Monaten präsent waren: »Die Hirnrinde wird demnach so verdrahtet, daß sie möglichst gut mit derjenigen Umwelt zurechtkommt, die in den ersten Lebenswochen wahrgenommen wird« [VESTER, 1975:33f]. Das scheint sogar für Gefühlseindrücke und hormonelle Reaktionen zu gelten. Manche »progressiven« Eltern haben das als Aufforderung mißdeutet, ihre wehrlosen Säuglinge durch permanente Reizüberflutung zu Neurotikern zu machen.

Der gleiche Autor, an dessen ausgezeichnetem Buch *Denken, Lernen, Vergessen* ich mich bei meinen Ausführungen über das Gehirn vor allem orientiere, beschreibt einfühlsam die Ausbildung so verschiedener Muster während der scheinbaren Passivität eines Neugeborenen. Denn ob die kleine Umwelt des vorbewußten Menschenkindes durch folgende Stichworte beschrieben wird: »Lichtmuster, Raumgeräusche, viel Weiß, Geruch von frischer Wäsche, Bohnerwachs, Stäbe, rechte Winkel, Dinge, die sich bewegen, Kunstlicht, die Stimme der Mutter« oder, ganz anders: »braune Haut, Wärme, Luft, runde Formen, Natur, Geruch von Boden, Holz, durch Blätter flirrende Sonne, Summen, Kreischen, Vogelstimmen, Bewegungen, Schaukeln, Schweißgeruch und immer wieder weiche Haut« [ebd.:35f] – es leuchtet unmittelbar ein, daß eine andere Persönlichkeit sich dabei zu formen beginnt.

Was bisher über das Gehirn gesagt wurde, stellt im Sprachgebrauch der Computertechnik gewissermaßen die Prozessor-Einheit dar, die allerdings nicht wie bei herkömmlichen Rechnern in einem Bauelement zentralisiert, sondern gleichmäßig über das Gehirn verteilt ist, und sich darüber hinaus auch noch selbst programmieren kann. Es wäre töricht, sich über derartige Vergleiche zu ereifern, denn selbstverständlich gibt es etliche Parallelen, auch wenn sich heutige Maschinen neben dem Gehirn äußerst bescheiden ausnehmen. Ebenso töricht wäre meines Erachtens aber die Überzeugung, daß das so bleiben wird. Doch davon später. Wenden wir uns zunächst den »Datenspeichern« zu, mit

denen der Prozessor operiert. Wie wir dabei sehen werden, liegt hier die gleiche Dezentralisierung vor: Die Information ist *in* der materiellen Infrastruktur gespeichert, derer sich das Denken bedient, und das Denken kann die Organisation dieser Struktur verändern – wodurch sich das Denken selbst beeinflusst. Daran gemessen, sind die Computer der Gegenwart entsetzlich rohe Apparate, deren Eingeweide wie eine Miniatur der starren Hierarchie mittelalterlicher Feudalgesellschaften anmutet.

Der Aufbau der Gedächtnisstruktur ist zeitlich und funktional untergliedert: Das Kurzzeit-Gedächtnis ist einem ständigen Ansturm von Eindrücken ausgesetzt, die unmittelbar bedeutungsvoll sein mögen (Augenzahl auf dem Spielwürfel, aufleuchtende Bremslichter, Übertrag beim Addieren), oder auch nicht (so etwa die Form des breitgetretenen Kaugummis, den wir auf dem Bürgersteig kleben sehen, und dergleichen mehr). Die überwältigende Mehrzahl davon ist jedenfalls langfristig nicht ›merk-würdig‹. Nach wenigen Sekunden ist das elektrische Anregungsmuster, das diese Wahrnehmung repräsentierte, abgeklungen, wenn es nicht unterdessen durch anhaltendes Interesse oder Bezüge zur Erinnerung aufgefrischt wurde.

Wie wir bereits früher gesehen haben, werden schon vor der Schwelle zur Bewußtwerdung unzählige Daten als belanglos eingestuft und ignoriert. Das Kurzzeit-Gedächtnis ist die erste Instanz nach dieser Schwelle. Hier wird die Bewertung in einen größeren Zusammenhang gestellt und uns zur Entscheidung vorgelegt, da sich das vollautomatisch eben nicht mehr mit genügender Sicherheit erledigen läßt. Wir verfügen über kein unbewußtes Programm, daß ein plötzlich aufflammendes Rotlicht in einer Discothek von dem am Heck eines voranfahrenden Wagens unterscheidet, und gegebenenfalls Maßnahmen einleitet. Wir können zwar (im zweiten Fall) ein reflexartiges Verhalten einüben, dennoch es muß auf niederer Bewußtseinsebene zunächst ›klick‹ machen. Abermals erfolgt hier also eine gewaltige Reduktion des Datenstromes, ohne die das Langzeit-Gedächtnis hoffnungslos überflutet würde.

Zur eigentlichen Speicherung bedient sich das Neuron spezifischer Proteine an seiner Oberfläche, der postsynaptischen Membran, also der Stelle, auf die eine ankommende Nervenfasern bei Erregung ihre Neurotransmitter prasseln läßt. Diese chemische Botschaft wird von den Rezeptorproteinen erkannt, die sich daraufhin wie schleusenartige Durchlässe weiten und so einen Strom von Ionen aus dem synaptischen Spalt in das Neuron fließen lassen. Dadurch verändern sich die elektrischen Ladungsverhältnisse im Innern. Im Zusammenspiel mit

Tausenden anderer synaptischer Ereignisse entscheidet sich nun, ob das Neuron feuert oder nicht.

Bis dahin käme dieses mikroskopische Gebilde einem recht gewöhnlichen Schaltmechanismus gleich. Das Lernvermögen, das dem Neuron so bemerkenswerte Qualitäten verleiht, beruht auf einer positiven Rückkopplung: Die erwähnte Ladungsverschiebung beeinflusst die Polarisierung der synaptischen Membran in der Weise, daß neuerliche Erregung nun eine weitaus stärkere Wirkung nach sich zieht. So jedenfalls – stark vereinfacht – erklärt das favorisierte Standardmodell den elementaren Gedächtniseffekt. (Eine alternative Vorstellung – Speicherung in Form von Proteinsequenzen – ist zwar plausibel, wäre aber wohl zu langsam).

Die Selbstorganisation dieser vernetzten Zellen ist ein evolutionärer Prozeß: Aus der Umwelt werden unter ständigem ›Feedback‹, also negativ rückgekoppelter Selbstkontrolle, Gesetzmäßigkeiten extrahiert. So etwas erleben wir beim Erlernen einer Fremdsprache (und auch die Muttersprache ist anfangs eine solche): Unabhängig vom Pauken der Regeln entwickeln wir unbewußt ein ›Gefühl‹ dafür, das uns auch meist richtig anleitet. Wenn Sie etwa ein Ihnen bislang unbekanntes deutsches Wort lesen, in dem ein ›ch‹ vorkommt, wissen Sie intuitiv, wie es gesprochen werden muß, vielleicht ohne daß Ihnen die Regeln ausdrücklich klar sind. So klingt das ›ch‹ unterschiedlich, abhängig davon, ob beispielsweise ein ›a‹ oder aber ein ›e‹ vorangeht (vergleiche *Bach* und *Pech*). Ausnahme ist das nachfolgende ›s‹, das beide Fälle in einen neuen umwandelt (gleichlautend in *Wachs* und *Echse*). Wie gesagt, muß man diese explizite Regel nicht kennen, und kann sie dennoch ein Leben lang befolgen, ohne auch nur von ihrer Existenz zu ahnen. Aber so ist das wohl mit den allermeisten Regeln! Nur am Rande sei hier die besondere Leistung gewürdigt, die darin besteht, solch unterschwelliges, oftmals über viele Generationen gewachsenes Wissen an die Oberfläche zu ziehen, es auszuformulieren und niederzuschreiben. Das geschieht beispielsweise in Form von Gesetzen, Grammatiken, Anstandsregeln, Moralsystemen, Religionen, Volksmedizin, Brauchtum, Sprichwörtern, Bauernregeln, Aphorismen und Märchen.

Auf entsprechend niedrigerer Ebene leisten unsere vernetzten Neuronen genau das gleiche: ihr Verbindungsschema organisiert sich in der Weise, daß zu einer bestimmten Konstellation von Eindrücken und Empfindungen die im jeweiligen Zusammenhang passende Reaktion ausgelöst wird. Bei sehr einfachen Organismen läßt sich dieser Lernvorgang an Netzwerkstrukturen von nur einigen Dutzend Zellen studieren. Eine ›Rückwärts-Fehlerkorrektur‹ verbessert die Adaption sukzessive, wenn sie sich mit den nachteiligen Folgen

einer nicht optimalen Entscheidung auseinandersetzt: wir lernen aus Fehlern – und schon unsere Neuronen tun das. Das führt nicht zur Heranbildung des berüchtigten »Großmutterneurons«, womit die Ansicht pointiert wird, bestimmten Neuronen sei bestimmtes Wissen (hier: das Bild der Großmutter) zuzuordnen. Vielmehr bewirkt jede kleine aufgenommene Einzelheit eine geringfügige Justierung des ganzen Netzes. »So gilt nun das Gedächtnis nicht mehr als die Gesamtheit der im Gehirn gespeicherten Fakten oder Ereignisse, sondern als die Gesamtheit der Beziehungen zwischen verschiedenen Aspekten dieser Fakten oder Ereignissen, die in Gruppierungen oder Mustern von Einheiten kodiert werden. Gespeichert werden die Verbindungen sowie die Stärke der Verbindungen zwischen Einheiten, durch die das Muster später wieder erzeugt werden kann. Analog dazu ist Lernen die Suche nach den richtigen Verbindungsstärken« [GARDNER,1985:413].

Dieser Vorgang gleicht prinzipiell jenen, die zur Abformung der Flosse vom Wasser und zum Anschmiegen des Auges an das Licht führten: dieses Geflecht aus Nervenzellen aber ist nun der Fokus, in dem die Evolution auf sich selbst aufmerksam wird. Ein Abdruck der Wirklichkeit wird hier modelliert, der trotz seines hypothetischen und lückenhaften Charakters alles in den Schatten stellt, was bisher in unserem Sonnensystem diesbezüglich hervorgebracht wurde.

Diese Anpassung betrifft vor allem die Kontaktstellen am synaptischen Spalt. Jede dieser einhundert Billionen (100.000.000.000.000) »Abgleichknöpfe« in unserem Kopf trägt zu unserem Charakter, unseren Erinnerungen und Denkweisen bei. Die astronomische Zahl macht deutlich, daß wir die Flexibilität einer hochgradigen Selbstorganisation des Netzes zu verdanken haben: derartige Komplexität ist unmöglich im Rahmen einer Befehlshierarchie »von oben nach unten« zu verwalten. Genauso naiv wäre die Vorstellung des Lernvorganges im Sinne einer simplen Programmierung. Diese ganzheitliche Arbeitsweise (weiter oben sprachen wir vom »holographischen Charakter«) des Gehirns bedingt seine grundlegendste Andersartigkeit gegenüber dem Computer: Bei Maschinen heutiger Bauart determinieren elektronische Eindrücke, der Input, nach linearer Verarbeitung einen eindeutigen und reproduzierbaren Zustand, den unbestechlichen Output. Ganz anders beim Gehirn: Jeder Sinnesreiz wirkt hier auf ein gewaltiges Netzwerk und beeinflusst es - mehr oder minder – bis in seine hintersten Winkel. Worauf es ankommt: alle Knoten und Verbindungen arrangieren sich neu. Durch Nichtlinearitäten und Rückkopplungen auf vielen Ebenen ist dabei einer äußeren Reizkonstellation nicht eindeutig ein inneres Erleben zugeordnet – wir empfinden subjektiv. Die Wahrnehmung kann den Zustand der Neuronen »zwar modulieren, aber nicht spezifizieren. (...) In anderen Worten: Das

Nervensystem 'empfängt' keine 'Information', wie man häufig sagt. Es bringt vielmehr eine Welt hervor, indem es bestimmt, welche Konfigurationen des Milieus Perturbationen darstellen (d.h. für uns bedeutungsvoll und wirksam sind, Anm. W.P.) und welche Veränderungen diese im Organismus auslösen. Die populäre Metapher vom Gehirn als Computer ist nicht nur mißverständlich, sondern schlichtweg falsch« [MATURANA/VARELA,1984:177,185]. Nun, zumindest für heutige Computer ist das ganz sicher richtig. Insofern müssen wir auch das allzusehr vereinfachte Bild korrigieren, das eingangs vom Sehvorgang entworfen wurde: Es ist eben nicht so, daß die vom Auge gelieferte visuelle Information seriell durch eine Verarbeitungshierarchie geschleust und – in formale Symbole verpackt – auf Ebenen immer höherer Bedeutung gehoben würde. Der Mensch funktioniert nicht wie ein Rechner mit von Neumann-Architektur, der nach irgendwelchen Regeln ein Symbol nach dem anderen abarbeitet, um am Ende dann das mächtige »Ergebnis-Symbol« wieder zurück in die Wirklichkeit zu übersetzen. Beispielsweise bezieht die Gehirnregion, in welche der Sehnerv mündet, vier Fünftel ihres Inputs von oben herab, also von höheren Hirnteilen. Es dürfte sich als wesentlich fruchtbarer erweisen, die Vorgänge im Gehirn als resonanzartige Wechselwirkungen von inneren und äußeren Mustern aufzufassen – und eben darin ereignet sich jenes »Hervorbringen einer Welt«, von dem oben die Rede war. Damit verlassen wir die Betrachtung auf biologischer Ebene zugunsten allgemeinerer Perspektiven.

Gedanken über »Denkzeuge«

Sollte Ihrem Kurzzeit-Gedächtnis noch erinnerlich sein, daß eingangs ohne weitere Erläuterungen von »Alternativen« im Zusammenhang mit dem Gehirn die Rede war, so wird Sie meine folgende Behauptung nicht überraschen:

»Es wird in nicht allzu ferner Zukunft eine andere Intelligenz irdischen Ursprungs sich anschicken, die unsere zu überflügeln.«

Mit dieser Prophezeiung – von deren Eintreffen ich zutiefst überzeugt bin – hoffe ich Ihre Emotionen nicht so sehr durcheinanderzubringen, daß der Verstand einstweilen kein Mitspracherecht mehr hätte. Deshalb wurde die Provokation durch Vermeidung des unglücklichen Ausdrucks »künstliche Intelligenz« gemildert.

Über den Unsinn der Kategorien »Natürlichkeit« und »Künstlichkeit« werden wir noch zu sprechen haben: Wenn der Mensch – als Teil der Natur – neue Aspekte in ihr erweckt, so ist nicht einzusehen, weswegen diese nun plötzlich außerhalb der Natur stehen sollten. Darum möchte ich das Kürzel »KI« meiden

und ›AI‹ (von engl. *artificial intelligence*, siehe auch AI; künstliche Intelligenz) lieber im Sinne von ›Andere Intelligenz‹ gebrauchen.

Bedenkt man, wie lange die biologische Evolution benötigt hat, um, basierend auf den ersten Bausteinen des Lebens, primitivstes Verhalten in der Art fest programmierter Reaktionen auf Umweltreize hervorzubringen, dann sollte es nachdenklich stimmen, wie blitzartig der Mensch genau das gleiche mit anderen Mitteln nachvollzogen hat: Wenige Jahrzehnte nach der Erfindung von Elektronenröhre und Transistor gibt es hochdifferenzierte Computerprogramme, die in erstaunlichem Maße an ihrer Umwelt teilnehmen – in weit höherem Maße, als dies etwa ein Pantoffeltierchen tut, um bei einem unverfänglichen Beispiel zu bleiben. Die Wahl der Mittel dürfte ziemlich belanglos sein: Gewiß taugt die Mikroelektronik – oder was uns sonst noch einfallen mag – dazu prinzipiell ebensogut, wie es organische Strukturen tun.

Wir sollten an die Beurteilung dieser Aussichten möglichst unvoreingenommen herangehen. Vor allem müssen wir unsere ganz extrem auf die menschliche Bedingtheit zugeschnittene (›anthropomorphe‹) Bewußtseins-Schablone ablegen. Dazu Alan M. Turing, ein Pionier der Datenverarbeitung: »Wir wollen die Maschine nicht für ihre Unfähigkeit, in Schönheitswettbewerben zu glänzen, bestrafen, und auch den Menschen nicht dafür, daß er den Wettkampf mit einem Flugzeug verliert«. Gerade Empfindungen wie ›Schönheit‹ sind grundlegende Streitpunkte der AI-Skeptiker. Zwar trifft es zu, daß derartige Emotionen zu den kompliziertesten und am wenigsten verstandenen Prozessen des Gehirns gehören, aber die Frage sei erlaubt, ob hier nicht das Unbehagen vor einem völlig anders gearteten Empfinden mitschwingt, das beispielsweise nicht wie wir »entzückt von der Harmonie unseres eigenen Ebenmaßes« sein würde. Rupert Riedl zerpfückt sarkastisch unser Ideal eines perfekt gewachsenen menschlichen Körpers, indem er seine mißliche Entstehungsgeschichte beschreibt: »Diese Evolution steckt voll der Fehlkonstruktionen (...). Unser eigener Bauplan beruht auf dem Typus des schnell schwimmenden Fisches, der Torpedo-Konstruktion. Mit der Landtierwerdung wurde sie auf vier Beine gestellt, zur Brückenkonstruktion hinübergebastelt, und mit dem aufrechten Gang ist die Brücke auf zwei Beinen als Turm zu balancieren. Einen Turm-Konstrukteur mit solchen Konzepten würden wir wohl an die Luft setzen. (...) Wir wären eine katastrophale Planung, hätte uns jemand geplant« [1976:18,192]. Jede dieser grundlegenden Konstruktionsänderungen trifft auf die umfangreicheren Sachzwänge eines Organismus weiter gewachsener Komplexität – entsprechend zahlreicher und einschneidender werden die Kompromisse, die dabei einzugehen sind. Im

Lichte dieser mannigfachen Absurditäten, Schwächen und Anfälligkeiten unseres Körpers (Haltungsschäden, Gefäß- und Gelenkerkrankungen, zu enger Geburtskanal etc.) ist es nachgerade erheitend, daß wir dessen ungeachtet seine ›Schönheit‹ so intensiv erleben können, obwohl wir noch nicht einmal die Folgen des aufrechten Ganges bewältigt haben.

Diese kurze Abschweifung mag veranschaulichen, wie sehr wir in unserem Denken und Urteilen stets, und meist ohne uns dessen bewußt zu sein, ein ganz und gar menschengemäßes Schema anwenden: »Der Mensch ist ein wahrer Narziß; er bespiegelt sich überall gern selbst; er legt sich als Folie der ganzen Welt unter«, wie Goethe sagt. Es ist daher nicht nur eine unbedingte Voraussetzung, sich darüber objektivierend zu erheben, wenn man sich mit ›AI‹ auseinandersetzt, es ist dies wohl vielmehr ein heilsamer Nebeneffekt (wenn nicht gar der Hauptnutzen) dieser Wissenschaft. Denn vielleicht wird man die weiter oben beklagten Konstruktionsmängel »im Bereich der Strukturen noch als eine Laune der Natur hinnehmen. Sobald wir aber dasselbe im Bereich von Empfindungen und Bewußtsein werden wiederfinden, mag es manchem die Laune verderben« [RIEDL,1976:192].

Wir haben gesehen, daß die Vorgänge im Gehirn auf niedriger Beschreibungsstufe zwar sehr erstaunlich, ja, wunderbar sind, aber keineswegs geheimnisvoll. Bedenken wir außerdem, daß sich unser ›Denkzeug‹ von dem einfacheren Säugetiere keineswegs strukturell, sondern wesentlich nur in der absoluten Zahl der Neuronen unterscheidet, dann sind wir reif für einen kleinen...

Exkurs: nichts als Systeme

Es ist eine altbekannte Tatsache, daß ein Ganzes mehr ist (bzw. mehr Eigenschaften hat) als die Summe seiner Teile, da es die Beziehungen und Wechselwirkungen zwischen den Fragmenten zu berücksichtigen gilt.

So läßt sich aus drei Dutzend simpler Einzelteile eine Dampfmaschine mit Fliehkraftregler zusammensetzen, die nicht nur thermische Energie als Kraftquelle nutzbar macht, sondern darüber hinaus Umwelteinflüsse (Schwankungen der Befeuerung, Lastwechsel) in der Weise verarbeitet, daß sie ihre Drehzahl selbsttätig nachregelt und innerhalb enger Grenzen konstant hält. Wir haben es also mit einem kleinen, aber bereits recht erstaunlichen System zu tun, das – gemessen an seinen Teilen – völlig neuartige *Systemeigenschaften* aufweist. Wir können sogar so etwas wie ›Verhalten‹ und ein Stück Autonomie

beobachten. Und das, obwohl wir es doch mit ›nichts als‹ einer Maschine aus Blech zu tun haben.

Wem dieses Beispiel zu mechanisch anmutet, dem sei ein noch einfacheres(?) vorgestellt: Die ›Teile‹ sind hier nur Luft, Wasser und ein lokaler Temperaturunterschied. Im Grunde also genau das, was wir in unserer Dampfmaschine hatten agieren lassen – nur verzichten wir jetzt auf das Beiwerk menschlicher Technik. Was kann dabei herauskommen? Nun, unter anderem viele der uns vertrauten Wettererscheinungen. Betrachten wir etwa ein Gewitter, das schlagartig neue Phänomene – Regenschauer, Böen, Hagel, statische Aufladung; und in der Folge elektromagnetische und akustische Schockwellen, Blitz und Donner! – auf den Plan treten läßt. Man macht sich kaum eine Vorstellung von dem komplexen Geschehen in einer Gewitterfront. Meteorologen versuchen, diese mächtige Dynamik in komplizierte mathematische Modelle zu fassen, deren Simulation die leistungsfähigsten Rechenanlagen beschäftigt. Dabei fing es doch so einfach an: ›Nichts als‹ Temperaturdifferenzen, Wasser und Luft. Kaum setzt jedoch ein bestimmter Typus von Wechselwirkung ein, sehen wir uns mit einem System konfrontiert, das plötzlich, in einem sprunghaften Übergang, neuartige Wesenszüge annimmt.

Das Interessante an diesen Übergängen ist, daß hier nicht mehr – wie im quasistabilen Zustand – makroskopische Mittelwerte ausschlaggebend sind, sondern daß die mikroskopischen Fluktuationen entscheidende Bedeutung gewinnen. Sie bilden gleichsam Keime einer neuen Ordnung, die das ganze System mitreißen können. Diese spontanen Vorgänge ereignen sich beispielsweise bei Phasenübergängen infolge Abkühlung: ob Kondensation, Erstarrung, Magnetisierung oder Supraleitung, stets fügen sich Milliarden von Teilchen, die zuvor ein völlig chaotisches Eigenleben führten, *schlagartig* in eine gemeinsame Ordnung.

Während in all diesen Fällen eine Gleichgewichtsstruktur in eine andere umklappt, ohne daß dabei die Wechselwirkung mit der Umwelt eine besondere Rolle spielt, gibt es Systeme, die sich durch Energie- und Stoffaustausch fernab vom Gleichgewicht behaupten können. Die hochgradige Koordination zeigt sich dann nicht in einer räumlichen Struktur (statische Ordnung), sondern in einer räumlich-zeitlichen Prozeßstruktur (dynamische Ordnung). Zu diesen Phänomenen [DAVIES,1986:117ff] gehört der Laser: wie bei jedem anderen leuchtenden Medium fließt dabei irgendeine Anregungsenergie durch das System, wobei ein Teil davon in Licht umgewandelt wird. Während die angeregten Atome eines glühenden Körpers ihre Lichtquanten aber völlig regellos auf die Reise schicken, geschieht das bei einem Laser in perfekter

Koordination. Ein anderes Beispiel ist die Bénard-Instabilität, die in von unten erwärmten Flüssigkeitsschichten auftreten kann: »Unter bestimmten Bedingungen nimmt die in Konvektion befindliche Flüssigkeit ein hochgradig geordnetes und stabiles Strömungsmuster an, sie organisiert sich zu charakteristischen Zellen von sechseckiger Struktur« [ebd.:119f]. Das ungeheure Maß an Ordnung, das hier unvermittelt auftritt, war der klassischen Gleichgewichts-Thermodynamik unerklärlich. Es ist vor allem das Verdienst von Ilya Prigogine, daß wir heute die enorme Bedeutung dieser *Selbstorganisation* allmählich zu verstehen beginnen: Die chaotischen Fluktuationen lassen inmitten des Ungleichgewichts spontan Ordnung hervortreten. Prigogine bezeichnet solche Systeme als *dissipative Strukturen*, da sie bei unentwegten Energiedurchsatz Entropie erzeugen und entsorgen.

Es lohnt sich, diese Betrachtung zu vertiefen. Es gibt also zwei grundlegende Prinzipien der Entstehung von Ordnung, der Selbstorganisation: einerseits Muster, deren Stabilität Ausdruck von Kräftegleichgewichten ist, beispielsweise Kristalle oder Planetensysteme; andererseits Systeme, die durch Rückkopplung und Autokatalyse Prozeßkreisläufe unterhalten. Dazu müssen sie aber Energie konsumieren und Entropie erzeugen. Alfred J. Lotka und Vito Volterra beschreiben ein solches Reaktionsschema an einem ökologischen Beispiel, der ›Jäger-Beute-Beziehung‹:

→ G	Hochwertige Energie (Sonnenlicht) tritt in das System ein, Gras wächst.
G + H → 2H	Dieser Schritt (Hase kann sich auf Kosten von Gras vermehren) katalysiert sich selbst: Das Vorhandensein von Hasen führt zu deren Vermehrung, und die Zuwachsrate steigt mit der Zahl der Individuen. Diese Autokatalyse führt bei unbegrenztem Nahrungsangebot zu stark nichtlinearem Wachstum.
H + F → 2F	Das gleiche gilt sinngemäß für die Jägerspezies, den Fuchs.
F →	Die Füchse schließlich mögen an Altersschwäche sterben, wobei ihre Substanz wieder dem Kreislauf zufließt, während das System mit der Abwärme von Verwesung und Stoffwechsel geringwertige Energie dissipiert.

Wenn nun eine üppige Graslandschaft da und dort mit einigen Hasen ›geimpft‹ wird, dann findet punktuell explosionsartiges Wachstum statt. Die lokale Besetzungsdichte von Hasen durchschreitet ein Maximum und zerfließt durch

Abwanderung, wenn das Gras verknappt. Wie eine abgewürgte Springbrunnenfontäne fällt die Ballung in sich zusammen und verschwappt in die Umgebung. Trifft sie dabei auf einen Fuchs, so schießt hier eine ›Fuchs-Populationsfontäne‹ in die Höhe, deren Entwicklung aber komplizierter ist, da ihre Dynamik vom zeitlichen Profil der ›Hasenwelle‹ abhängt, von der sie zehrt.

Linearer Zu- und Abgang, sowie nichtlineare Autokatalyse treiben also lokale Zustände weit weg vom Mittelwert, und die gleichen Mechanismen führen auch wieder die Wende herbei. Da all das Zeit benötigt (von der Nahrungsaufnahme bis zur Geburt der nächsten Generation, sowie aufgrund der endlichen Wandergeschwindigkeit der Populationswellen), sind die Rhythmen gegeneinander verschoben: »Es ist wie ein ständiges Überschwappen von einem Reservoir ins andere« [EIGEN/WINKLER,1975:114].

Wir haben schon früher gesehen, daß rückgekoppelte Systeme zu Schwingungen neigen, und ergänzen nun, daß diese leicht chaotischen Charakter annehmen können, sobald Nichtlinearitäten im Spiel sind. Dies tut der Kontinuität der Prozeßstruktur aber keinerlei Abbruch, ganz im Gegenteil: »Gerade diese kontinuierliche lokale Instabilität ist dabei der globalen Stabilität des autopoietischen Regimes in höchstem Maße förderlich (...). Man kann geradezu von einer neuen Ungleichgewichts-Ökologie sprechen (...). Je näher das System dem Gleichgewichtszustand kommt, desto weniger widerstandsfähig wird es, desto leichter kann es durch irgendeine zufällige Fluktuation (...) völlig zerstört werden« [JANTSCH,1979:107ff].

Der oben erwähnte Begriff der Autopoiese geht zurück auf Humberto R. Maturana und Francisco J. Varela [1984:50ff]: sie bezeichnen damit die Organisationsform eines offenen Systems, das in erster Linie damit beschäftigt ist, seine eigene dynamische Struktur zu erzeugen – ein Prozeß, der sich selbst in Gang hält, dabei seine Grenzen zur Umwelt konstituiert und ein gewisses Maß an Autonomie erlangt (von griech. *autos*; selbst & *poiein*; machen: Selbstschöpfung). Eigentlich ist das eine hübsche Definition für ›Lebewesen‹, die aber viel weiter gefaßt ist als unsere gängigen Vorstellungen. Ein weiteres, sehr erstaunliches Beispiel ist auch die Belousov-Zhabotinsky-Reaktion: Ein simpler chemischer Vorgang zwischen anorganischen Partnern läßt stundenlang wunderschöne, filigrane Muster aus Rot und Blau entstehen, die sich wellenförmig in der ruhenden Flüssigkeit ausbreiten, und bisweilen zu Chaos zerfließen, was sie dann etwa aussehen läßt wie die Schnittfläche durch einen Rotkohlkopf. Diese bizarre Entdeckung brach einst so ketzerisch in die Gleichgewichts-Naturwissenschaften ein, daß sie schlicht als ›unmöglich‹

abgetan wurde. Ihre Veröffentlichung verzögerte sich dadurch um Jahre [GEO,1990/2:136ff].

Die Schaffung komplizierter Ordnungsmuster durch einfache molekulare Mechanismen liegt auch der biologischen Strukturbildung (Zelldifferenzierung, Selbstgliederung) zugrunde. Das ›Morphogenetische Feld‹ – zunächst nur eine Begriffsprägung für die erstaunlichen Selbstorganisations-Prozesse von Zellen, Geweben und Nervensystemen –, dieses ätherische Postulat findet nach und nach seine Erklärung in der chemischen Kommunikation über Konzentrationsgradienten bestimmter Botenstoffe [vgl.GIERER,1985:121-180].

Und schließlich liegt in solchen über sich hinauswachsenden Vorgängen der wunderbar undramatische Ursprung des Lebens. Es begann vielleicht – wie Stanley L. Millers berühmter Versuch 1952 zeigte – damit, daß durch Strahlung und Blitzschlag in der Uratmosphäre schon sehr frühzeitig organische Verbindungen, darunter Aminosäuren, gebildet wurden, wodurch die Meere sich bis zum Gehalt einer Hühnersuppe angereichert haben könnten. Es sei weder verschwiegen, daß die Ausbeute an ›Lebensbausteinen‹ des genannten Versuches oft weit überbewertet und seine atmosphärischen Voraussetzungen angezweifelt worden sind, noch, daß es etliche Theorien gibt, die den Ursprung des Lebens anderen Schauplätzen zuschreiben: Submarine Vulkanschote, Gezeitenbecken, Wolken, Kometen sowie – keineswegs biblisch – Tonminerale wurden vorgeschlagen [vgl.SHAPIRO,1987:105-125]. Begnügen wir uns mit dem Ursuppen-Ansatz, ohne auf seiner Endgültigkeit zu bestehen. In diesem vielversprechenden Sud fanden sich Nukleotide zu kurzen Nukleinsäureketten zusammen. Das besondere an diesen Molekülen ist ihre sehr spezifische Form, die einerseits ihre Aktivität in chemischen Reaktionen maßgeblich bestimmt, andererseits als unverwechselbare Matrize zum Herstellen von identischen Kopien ihrer selbst dienen kann.

Die unterschiedlichen, um Energie und Bausteine konkurrierenden Ketten waren aufgrund dieses fehlerbehafteten Reproduktionsmechanismus auf eine bescheidene Länge limitiert. Diese Begrenzung der Komplexität wurde durch Kooperation mehrerer solcher autokatalytischen Bildungsreaktionen überwunden. Dieser Fall kann dann eintreten, wenn eine Nukleinsäure – vereinfacht gesagt – nicht mehr die Bildung *eigener* Repliken unterstützt (katalysiert), sondern Kopien einer *fremden* Kette fördert. Schließt sich dieser Kreis nach einigen gleichberechtigten Partnern, so ergibt sich das, was Manfred Eigen einen Hyperzyklus nennt. Zur Katalyse dienten anfangs wahrscheinlich verknäuelte Nukleinsäuren, aber im Hyperzyklus koevolvierten dann diese Ketten mit Proteinen (bzw. Enzymen), die überlegene katalytische

Fähigkeiten aufweisen. Mit deren Wachstum steigt die so fixierbare Informationsmenge gewaltig an.

In diesem Zusammenhang darf die spontane Formschöpfung aufgrund statischer Kräfte keinesfalls unterschätzt werden: die Ribosomen, die wir bereits als Werkzeug für die Umsetzung des Gencodes in Proteine kennengelernt haben, sind komplizierte Komplexe aus dreißig Proteinarten und drei Typen von Nukleinsäuren. Zerlegt man sie in diese Bestandteile, so findet im Reagenzglas eine exakte, selbsttätige Rekonstituierung der funktionsfähigen Teilchen statt [vgl. MONOD, 1970: 86]. Die Stereospezifität, also das automatische ›Aneinanderpuzzeln‹ der unverwechselbaren Formen der verschiedenen am genetischen Prozeß beteiligten Moleküle, steckt auch hinter der Verdopplung des DNS-Fadens. Diese Replikation ist weitaus einfacher als die Translation, das Lesen des Codes zur Proteinsynthese. Wie bei einer Kristallisation spielt jeder aufgetrennte DNS-Strang »die Rolle eines kristallinen Keimes, der die Moleküle, die sich spontan mit ihm verbinden wollen, auswählt und ausrichtet und so für das Wachstum des Kristalls sorgt. Trennt man zwei komplementäre Stränge auf künstliche Weise, dann bilden sie spontan den spezifischen Komplex wieder, indem jeder fast fehlerfrei unter den Tausenden oder Millionen anderer Sequenzen seinen Partner aussucht« [ebd.: 102].

An dieser Stelle wollen wir den Vorgang der ›Selbstreproduktion‹ anhand eines Beispiels näher betrachten. Nachdem bereits mehrfach auf die Parallelen zwischen Genetik und Sprache hingewiesen wurde, bietet es sich an, zu einem der selbstbezüglichen Sätze aus Douglas R. Hofstadters *Metamagicum* [1985] zu greifen. Die ursprüngliche Idee zu dem unten abgedruckten Satz S_0 stammt von Frank Palmer [ebd.: 67], ich habe sie lediglich – meinem eigenen Spieltrieb folgend – modifiziert.

S_0 : »absteigenderweise längensortiere, endverschiebe erstrangiges vorratswort, schrifttyp reduziere ERSETZE ERSTRANGIGES STRADÖNS ABSTEIGENDERWEISE DURCH UNSINN SCHRIFTTYP LÄNGENSORTIERE, ENDVERSCHIEBE VORRATSWORT, REDUZIERE GROSSDRUCKWORTZUFALLSFOLGE, ersetze unsinn durch grossdruckwortzufallsfolge«.

Dieser seltsame Bandwurm besteht aus einem Anweisungsteil (Kleinschrift), sowie aus einem durcheinandergewürfelten Vorrat an Worten (Großschrift). Genau wie im genetischen Prozeß gibt es also wirksam codierte Vorschriften und passive Bausteine. Hier wie dort herrscht ein auf Wirkung abzielender Telegrammstil – die kantige Formulierung sei damit entschuldigt. Verfolgen wir, was geschieht, wenn die Anweisungen schrittweise ausgeführt werden.

Zunächst ist der Vorratsteil der Wortlänge nach zu ordnen, beginnend mit dem längsten:

S_1 : »GROSSDRUCKWORTZUFALLSFOLGE, ABSTEIGENDERWEISE LÄNGENSORTIERE, ENDVERSCHIEBE ERSTRANGIGES VORRATSWORT, SCHRIFTTYP REDUZIERE STRADÖNS ERSETZE UNSINN DURCH«

Nunmehr bedeutet uns S_0 , das erstrangige Wort – also das längste in der Liste S_1 – an deren letzte Position zu verschieben:

S_2 : »ABSTEIGENDERWEISE LÄNGENSORTIERE, ENDVERSCHIEBE ERSTRANGIGES VORRATSWORT, SCHRIFTTYP REDUZIERE STRADÖNS ERSETZE UNSINN DURCH GROSSDRUCKWORTZUFALLSFOLGE«

Der dritte Befehl in S_0 verlangt die Übertragung von S_2 in Kleinbuchstaben:

S_3 : »absteigenderweise längensortiere, endverschiebe erstrangiges vorratswort, schrifttyp reduziere stradöns ersetze unsinn durch grossdruckwortzufallsfolge«

Die letzte Instruktion in S_0 bezieht sich auf das offensichtlich unsinnige Wort ›stradöns‹ im Zwischenprodukt S_3 . Wir ersetzen es weisungsgemäß durch die Liste S_1 , der wir dabei eine *beliebige* Reihenfolge geben dürfen:

S_4 : »absteigenderweise längensortiere, endverschiebe erstrangiges vorratswort, schrifttyp reduziere VORRATSWORT, GROSSDRUCKWORTZUFALLSFOLGE, ERSETZE ERSTRANGIGES STRADÖNS ABSTEIGENDERWEISE REDUZIERE DURCH UNSINN SCHRIFTTYP ENDVERSCHIEBE LÄNGENSORTIERE, ersetze unsinn durch grossdruckwortzufallsfolge«.

Wie der Vergleich mit S_0 zeigt, hat sich dieser somit unter eigener Anleitung und unter ausschließlicher Verwendung mitgeführter Information kopiert. Bei genauem Hinsehen fällt auf, daß der ursprüngliche Anweisungstext nicht einfach mitgeschleppt, sondern gleichlautend neu erstellt wurde. Das Ausbessern der unsinnigen Stelle kommt fast der Reparatur eines mutierten Gens gleich. Und damit nicht genug, wurde das Wortlager übermütig durcheinandergebracht, ohne die Reproduktionsfähigkeit zu beeinträchtigen! Eine ungeheure Leistung für einen derart ungelenteten Satz.

Dennoch ist dieses erstaunliche Gebilde keineswegs autonom, denn es bedarf eines Kontextes, in dem Beziehungen wie kürzer/länger, erstes/letztes, Operationen wie verschieben und sortieren, und sogar Unterscheidungen

zwischen Sinn und Unsinn existieren. Während wir hier also logische Strukturen voraussetzen, benötigt das Gen eine haarfein abgestimmte Umgebung mit passender Chemie, einem Ensemble von Enzymen, Energielieferanten, Transportmechanismen und so fort, die richtige Physik von Bindungsstärke und Wechselwirkungsreichweite, damit aber den Hintergrund des gesamten diffizilen Netzes der Naturgesetze, und letztlich den ganzen Kosmos als dessen Arrangeur. Im strengen Sinne darf also nicht vom ›Informationsgehalt‹ der Gene gesprochen werden, »weil wir mit der Behauptung, daß die DNS das Notwendige enthalte, um ein Lebewesen zu spezifizieren, die DNS (...) aus ihrer Einbindung in den Rest des Netzwerks herauslösen. Es ist jedoch dieses Netzwerk in seiner Gesamtheit, welches die Charakteristika einer bestimmten Zelle konstituiert und spezifiziert« [MATURANA/VARELA,1984:78]. Mit anderen Worten: Ein Photokopierer beweist seine ›Fortpflanzungsfähigkeit‹, indem er seinen Bauplan vervielfältigt, ist aber darauf angewiesen, daß Fabriken, Arbeiter, Werkzeuge, Material und Normteile in geeigneter Weise zusammenwirken und – vor allen Dingen – daß irgend jemand (oder irgend etwas) die Pläne mit all ihren Konventionen, Abkürzungen, Symbolen und Abstraktionen interpretieren kann. Wenn wir den Begriff ›selbstreproduktiv‹ weiterhin benutzen, müssen wir stets eingedenk bleiben, daß Strukturen, die wir damit belegen, eigentlich eher simple mechanische Moderatoren eines erst in seiner Gesamtheit wunderbaren Prozesses sind.

Wir stellen also fest, daß bereits recht primitive Strukturen wie Moleküle, Sätze oder Büromaschinen zur Selbstreproduktion befähigt sein können, wobei die Anforderungen an die Rahmenbedingungen dabei naturgemäß sehr unterschiedlich sind. Das System vermehrt in diesem Prozeß den Grad seiner Komplexität, wodurch es einer anderen Schicht sozusagen eine differenziertere Grammatik bereitstellt, und so wiederum das Repertoire der Selbstreproduktion erweitert.

Anweisungsfolgen wie dieser Wortwurm sind beileibe keine reinen Hirngespinnste: »Der Molekülverband der Viruspartikel läßt sich vollständig in seine einzelnen Komponenten zerlegen und aus diesen, wie in einem Puzzle – das in der Natur selbständig abläuft –, wieder zur infektiösen Einheit rekonstituieren. Als Materiepartikel kann das Virus wie ein mineralischer Stoff in den Kristallverband überführt werden. Im Milieu der lebenden Zelle hingegen benimmt es sich wie ein Lebewesen; es reproduziert und vermehrt sich unter rücksichtsloser Ausnutzung des Stoffwechsels seiner Wirtszelle« [EIGEN/WINKLER,1975:92]. Und es geht noch etwas einfacher: »Es gibt sogar noch kleinere RNA-Moleküle, die in der Lage sind, sich zu reproduzieren. Einige,

die Viroide, sind Partikel ringförmiger, einsträngiger RNA mit nur einigen Hundert Nukleotideinheiten. (...) Wir können sie jedoch nicht Gene nennen, (...) dennoch können Viroide in bestimmten Pflanzen replizieren« [SHAPIRO,1987:168]. Offenbar sind sie strukturell kaum komplexer als etwa Computerviren...

Die Trivialität dieser Beispiele soll der verbreiteten Meinung entgegenzutreten, die Fähigkeit zur Selbstreproduktion sei die unergründliche Nahtstelle zwischen simpler Materie und dem Mysterium des Lebens. Es gibt keine solche Nahtstelle; es gibt lediglich den Schichtenbau der Wirklichkeit, der mit jeder Etage neue und wunderbare Systemeigenschaften und vermehrte Komplexität in breiterer Orchestrierung hervorbringt.

Wir sehen, daß schiere Materie und harmlose Sätze zu gewaltigen Überraschungen fähig sind, und bereits auf niedriger Ebene ihre eigene Organisation in die Hand nehmen können. Diese qualitativen Sprünge sind keineswegs auf solch überschaubare Systeme begrenzt. Im Gegenteil finden wir sie in allen Realitätsbereichen und auf jeder Stufe der Komplexität. Für die Verhaltensforschung schuf Konrad Lorenz dafür den Begriff der Fulguration; (zu lat. *fulgur*; Blitz). Was könnte besser zu unserem vorangegangenen Beispiel ›Gewitter‹ passen?

Wir müssen es als eines der ureigensten Prinzipien des Universums ansehen, daß auf diese Weise durch Wechselwirkungen, durch *Prozesse* neue, gänzlich unerwartete Aspekte in die Wirklichkeit eingebracht werden. Gelegentlich spricht man dabei auch von Emergenz. Und wie wir später noch sehen werden, bestätigen die Aussagen vieler alter Mythen diese Einsicht ebenso wie die Erkenntnisse der modernen Physik, mehr noch, sie zeigen uns, daß die Wirklichkeit ›nichts als‹ die Gesamtheit dieser Prozesse ist. Ganz gleich,

- ob ein Photon (eine winzige Portion reiner Energie) zu dem ›kondensiert‹, was wir als Elementarteilchen bezeichnen, und damit die Stofflichkeit erlangt,
- ob sich Elementarteilchen zu einem Atom vereinen, das Merkmale wie Instabilität (radioaktiver Zerfall), einen Energiehaushalt (Anregung, Ionisation) und Affinitäten (chemische Bindung) hervorbringt,
- ob sich Atome zu Molekülen oder Kristallen zusammenfinden, und dabei neue Eigenschaften gewinnen wie Leitfähigkeit, Transparenz, Löslichkeit oder Polarisation, bis hin zur Fähigkeit, andere Moleküle zu spalten und zusammensetzen, und schließlich in der Abfolge eines molekularen Bandwurms kopierfähige Baupläne, die Erbinformation, niederzulegen,

- ob sich Moleküle zu dissipativen Strukturen formieren, die z.B. bereits auf rein anorganischer Basis Stoffwechsel und Energieaustausch mit der Umgebung betreiben, und dabei vor allem eines ›herstellen‹: sich selbst. Systeme also, die weitab von einem stationären Gleichgewichtszustand mit einer gewissen Unabhängigkeit von der Umgebung ihre Struktur aktiv aufrechterhalten,
- ob sich Moleküle zu Membranen verbinden, die ihrerseits Zellen formen und so ihre Autonomie bezüglich der Umwelt steigern, Funktionen trennen und spezialisieren,
- ob das Erscheinungsbild irgendwann so komplex wird, daß wir es von einem willkürlichen Punkt an mit dem Begriff ›Leben‹ belegen, oder
- ob am vorläufig erkennbaren Ende der Aufeinanderschichtung solch qualitativer Ebenen der Sprung vom einzelnen Neuron zu Denken, Bewußtsein und Geist stattfindet: Merkmale, die auf der Ebene des Neurons nicht auftreten, sondern sich erst im Prozeß der Wechselwirkung etablieren. Leben und Bewußtsein sind Systemeigenschaften und somit ›nichts als‹ Phänomene ihrer materiellen Untersysteme (Körper, Gehirn):

In jedem dieser Beispiele zeigt sich das gleiche Grundmuster. Alle dynamischen Strukturen, d.h. alle Prozesse haben gegenüber ihren Untereinheiten erweiterte Merkmale und Funktionen. Das ist ein Grundgesetz des *Systemdenkens*.

Und hier beobachten wir etwas Eigentümliches: Während die meisten Menschen sich diesem Gedankengang anfangs sehr aufgeschlossen zeigen, sperren sie sich genau dann dagegen, wenn von Leben und Bewußtsein die Rede ist. Unterhalb dieser psychologischen Schwelle fasziniert uns dieses ›Nichts als‹ und wir gefallen uns in der Rolle derer, die diese Hierarchie erkannt haben, verstehen und von ihrer Spitze selbstgefällig darauf hinabblicken. Oberhalb jener Schwelle, wo nicht das Mindeste zu entdecken ist, was die Beibehaltung des gleichen Prinzips in Frage stellte, beginnen wir jedoch, ein ›Mehr als‹ zu fordern.

Unser Dilemma liegt in einer falsch verstandenen ›Nichtsalsigkeit‹, wie man das sehr treffend genannt hat. Führt man uns vor Augen, wie einfach und vielleicht sogar zwangsläufig Geist entsteht, so fühlen wir uns um unseren besonderen Status betrogen. Den unscheinbaren Ursprung übertragen wir auf sein Produkt, so, als würden wir einem Genie sein schlichtes Elternhaus nachtragen – wo doch unser Respekt und unser Staunen gerade dadurch noch gesteigert werden sollten.

Das Mißverständnis liegt nun darin, daß wir die ›Nichtsalsigkeit‹ abwertend verstehen, vor allem aber, daß wir eine Perspektive wählen, aus der sie sich überhaupt erst ergibt. Es ist dies jene reduktionistische Perspektive, die – ausgehend vom System – dasselbe zerstückelt, auseinanderreißt, atomisiert, und anschließend enttäuscht feststellt, daß eben ›nichts als‹ unscheinbare, tote Bruchstücke übrigbleiben. Die ›Nichtsalsigkeit‹ ist die Berufskrankheit der Reduktionisten. Um ihre Symptome zu kurieren, erfand die Philosophie zahlreiche geheimnisvolle Lebenskräfte.

Die Alternative dazu ist die umgekehrte Sehweise von unten nach oben: Wenn wir gewahr werden, wie die unscheinbaren, toten Teile miteinander wechselwirken, sich im System transzendieren und ohne esoterische Beigaben unerwartet neue, überraschende Ebenen erschließen, dann können wir darin eigentlich nichts anderes erkennen als eine wunderbare ›Mehrsalsigkeit‹, wie ich es in Umkehrung des negativen Begriffs nennen möchte. Und für wen nun dieses Wunder darunter leidet, daß es – bislang wenigstens auf den unteren Ebenen, etwa bei unserer Dampfmaschine – erklärbar ist, der lebt fürwahr in einer bemitleidenswerten Phantasielosigkeit. Man denke nur an ein allgemein bekanntes und bereitwillig zugelassenes ›System-Phänomen‹ auf sehr komplexer Stufe, an dem kaum jemand zweifelt, auch wenn es keiner begreift – und das, obwohl sich nicht zuletzt die halbe Weltliteratur darum dreht: die Liebe... Ganz im Ernst: ist es nicht überwältigend, was sich da in der *Geschichteten Ordnung* aus dem Nichts erhebt? Beginnend bei irgendwelchen Stabilitätsbedingungen kleinster Quanten im Raumzeit-Kontinuum, aufsteigend über solide Materie, chemische und dann biologische Strukturen, die schließlich vernetzte Nervensysteme bilden, in denen sich Denken und Fühlen ereignen. Ein ganzer Kosmos neuer, differenzierter Phänomene tut sich auf: die Wahrnehmung des eigenen Selbst, die Bedürfnisse nach Geborgenheit, gegenseitiger Anteilnahme, Verständnis, Vertrauen, Achtung und liebevoller Resonanz; die Neugier, der Humor, das Streben nach dem Schönen, Echten und Wahren; dies und so vieles mehr gipfelnd in jenem zauberhaften Dilemma zwischen Autonomie und Hingabe... Was wäre denn dabei, wenn sich neben all den anderen Formen der Koexistenz auch Liebe als evolutionäre Innovation auffassen ließe? Weder ihr Reiz noch ihr Zauber litten darunter. Wie kann man auf den Unsinn verfallen, ausgerechnet vor der Liebe solle das Verständnis haltmachen? Der Versuch, erlangte Einsichten auf andere Zusammenhänge zu übertragen, lohnt sich immer wieder. Was hat Liebe beispielsweise mit Autopoiese zu tun? Wir sprachen von ihr als einer Organisationsform offener Systeme, die unablässig ihre eigene dynamische Struktur erzeugen – ein Prozeß, der sich selbst in Gang hält, dabei seine Grenzen zur Umwelt

konstituiert und ein gewisses Maß an Autonomie erlangt. Das paßt doch eigentlich recht ordentlich: Wer es nicht ohnedies schon bemerkt hat, dem drängt sich auf, daß Liebe nichts mit einem einmalig herbeizuführenden Gleichgewicht zu tun hat; daß sie vielmehr unter Energieaufwand ständig hervorgebracht sein will. Das gesamte Vokabular von Offenheit, Abgrenzung, Kommunikation, Stabilität, Zufall und Notwendigkeit, Fluktuation und Chaos findet hier seine Entsprechung. Nun, und wie es sich für die Fulgurationen eines derart komplexen dynamischen Systems gehört, finden wir hier höchst Bemerkenswertes, wahrlich seltsame Gefühle...

Um es ganz klar herauszustellen: An derartigen Betrachtungen muß sich niemand durch seinen Glauben gehindert fühlen, denn letztlich bleibt freigestellt, ob man sie auf der Basis einer natürlichen oder einer außernatürlichen Schöpfung aufrufen läßt. Da nicht wenige mir diese Überlegungen zweifelsohne blindwütig verübeln werden, sei im übrigen versichert, daß auch ich Liebe nur sehr gelegentlich als Systemeigenschaft betrachte – so sehr ihr diese Auffassung auch zur Ehre gereicht. Wer mir aber wegen solcher Betrachtungen eine mechanistische Weltanschauung vorhält, der hat – leider! – gar nichts verstanden.

Die qualitative Schichtung der Wirklichkeit spiegelt sich unmittelbar in einem analogen Aufbau der Wissenschaften wider. Wenn wir beispielsweise über das kulturelle Phänomen ›Stadt‹ sprechen, so verwenden wir Begriffe der Soziologie, welche auf biologischen Zusammenhängen aufbauen, die ihrerseits auf chemischen Abläufen beruhen, und letztlich in der Physik wurzeln. Aber zumeist genügt der Rückgriff auf nur die nächst tiefere dieser Betrachtungsebenen vollauf: Der Gedanke an eine Stadt gemahnt zwar an Häuser, selten aber an deren ›Feinstruktur‹, die Steine, oder gar an Zement oder Ton, und die Bindungskräfte, die schließlich deren Zusammenhalt begründen. Wir haben derzeit keine Veranlassung zu glauben, daß sich selbst Phänomene wie der genetische Prozeß und die bewußte Selbstrepräsentation (den wohl bemerkenswertesten Ergebnissen der Evolution des Lebens) irgendwelcher außerphysikalischen Mechanismen bedienen. Aber auch, wenn wir die Physik als hinreichendes Fundament selbst für so komplizierte Dinge wie das gesellschaftliche Zusammenleben ansehen, werden wir kaum dem bizarren Irrglauben mancher Verhaltensforscher verfallen, damit sei die menschliche Natur auf die Gesetze der Mechanik reduzierbar. Es bedeutet vielmehr nur, daß nichts Zusätzliches *von außen* hinzutreten muß, sondern daß alles Neue *von innen* heraus in Erscheinung tritt: das wirklich Wunderbare ist, daß die Natur ganz ohne Wunder auskommt. Die meisten Menschen mißver-

stehen das hartnäckig als mechanistisches und emotionsloses Weltbild, sie klagen von einer Entzauberung der Natur. Aber »der Nil bleibt der gewaltige Strom, auch wenn wir seine Quellen gefunden haben. Er bleibt es, wenn wir erkennen, daß er dort seinen Ursprung hat. Wir wissen, daß die Quellen nicht der Strom sind, obwohl er ohne sie nicht wäre. *Was wir erklären, geht uns nicht verloren.*« [MARKL,1986:34, Kursivierung W.P.] Die Mauer der Nichtsalsigkeit verhindert das Ausprobieren dieses Gedankens sehr wirksam.

Wie auch immer: Dieser Ansatz ist ein Ausstieg aus der alten philosophischen Sackgasse des Leib/Seele-Problems: der Dualismus betrachtet entweder das Bewußtsein als ›Nebeneffekt‹ physiologischer Prozesse (psychophysischer Parallelismus), oder – umgekehrt – die neurale Gehirnaktivität als auf unbekanntem Wege von der Psyche gelenkt (Interaktionismus). Von dem hier vertretenen Standpunkt verstehen wir Bewußtsein und Physiologie, also geistige und materielle Vorgänge, nicht als zwei einander begleitende Phänomene, sondern als verschiedene Beschreibungsebenen eines einzigen Prozesses. So sah das auch Einstein: »Körper und Seele sind nicht zwei verschiedene Dinge, sondern nur zwei Arten, dasselbe Ding wahrzunehmen. Entsprechend sind Physik und Psychologie nur zwei verschiedenartige Versuche, unsere Erlebnisse auf dem Weg systematischen Denkens miteinander zu verknüpfen« [1979a:38].

Gegen diese Ansicht ist verschiedentlich eingewandt worden, sie erkläre im Grunde genommen überhaupt nichts, da sie nur etwas ›wegdefiniere‹. In der Tat haben wir es mit einem Definitionsproblem zu tun – allerdings diesen Einwurf selbst betreffend: was eigentlich verstehen wir denn unter einer Erklärung? Wenn man beispielsweise die Fallbewegung eines Apfels mit der Schwerkraft ›erklärt‹, so heißt das nichts anderes, als sein Verhalten in Kontext mit ähnlichen Phänomenen zu bringen und daraus beschreibende Hypothesen abzuleiten, die dann meist fälschlich ›Naturgesetze‹ genannt werden. Wirklich erklärt ist dadurch nichts, lediglich eine Einordnung in eine nützliche Systematik wurde gefunden. Prinzipiell sind wir in der gleichen Situation wie ein Laboraffe: wenn uns jedesmal auf Knopfdruck »eine Banane entgegenspringt, dann haben wir eine Regelmäßigkeit in der Natur, also ein Naturgesetz, festgestellt: Drückt man einen der roten Knöpfe, wird eine Banane präsentiert« [BINNIG,1989:20]. Genau das aber ist es, was umgangssprachlich mit ›erklären‹ gemeint ist: das Einordnen, das Herstellen von Beziehungen – letztlich reden wir stets um den heißen Brei (die Wirklichkeit hinter den Begriffen) herum, ohne je auf den Grund zu blicken. Vergleiche und Gegensätze, Verursachung und Wirkung, Antrieb und Zweck – das ist unser ganzes Instrumentarium. Einen solchen Komplex belegen wir mit einem

Begriff, und je beziehungsreicher sein Assoziations-Geflecht die Realität durchdringt, desto umfassender wird unser Weltbild sein (so sind ja unsere Verknüpfungen meist weitaus differenzierter als die Beziehung Knopf/Banane). In diesem Sinne, so meine ich, kann der Erklärungswert der ›Mehrsichtigkeit‹ als Quelle von *Neuem* nicht bestritten werden, will man nicht jede Erklärung als Ausflucht abtun.

Keineswegs soll nun der Eindruck erweckt werden, man könne unter Berufung auf dieses Prinzip all die komplizierten Phänomene der Wirklichkeit aus einer physikalischen Formelsammlung voraussagen. »Die Erklärung der Eigenschaften der belebten Natur auf physikalischer Grundlage ist nicht gleichbedeutend mit der Behauptung, die Biologie sei schon in den Grundgesetzen der Physik enthalten. Kein Mensch, und kein Computer, könnte aus ihnen unmittelbar alle Eigenschaften der Natur ablesen, schon gar nicht die Merkmale des Lebendigen. Nur der umgekehrte Weg ist gangbar: Man studiert zuerst die belebte Natur und analysiert biologische Merkmale und Gesetze, um sie dann als Eigenschaften physikalischer Systeme zu verstehen« [GIERER,1985:260]. Allerdings haben wir es dabei mit einer rein praktischen Einbahnstraße zu tun: die Möglichkeiten und Alternativen der Wirklichkeit sind so unermesslich zahlreich, daß wir sie nicht ansatzweise durchkalkulieren können. Insofern vermag beispielsweise ein physikalisch begabter Tiefseefisch sehr wohl ausschließlich aus den Gesetzen der Physik und den Eigenschaften des Wassers den Schluß zu ziehen, daß es unter geeigneten Bedingungen, d.h. in einer Atmosphäre, die er nie gesehen hat, so etwas wie ›Gewitter‹ geben müsse. Aber der Weg dorthin führt – wenn nicht über den Zufall einer Eingebung – über endlos langwierige Überlegungen, wird also in aller Regel an der praktischen Begrenztheit der Analyse scheitern. Hubert Markl formuliert das sehr eingängig: »Das neue Phänomen kann abgeleitet, 'hinterhergesagt' werden, nachdem es in Existenz trat, aber es konnte nicht aus den Entwicklungsgegebenheiten 'vorausgesagt' werden« [1986:38]. Gelingt uns ausnahmsweise eine neue und nützliche Zusammenwürfelung angewandter Grundgesetze, so ist uns eine Erfindung unterlaufen – meist mehr oder weniger zufällig. Und dafür gibt es bekanntermaßen keine zielsichere Systematik.

Nistplätze für Bewußtsein

»Ist eine Seele mehr als das Summen ihrer Teile?«

DOUGLAS R. HOFSTADTER [1981:184]

Das Verständnis für dieses systemische ›Über-sich-Hinauswachsen‹ nimmt dem Gehirn also nichts von seiner Faszination, sondern holt es von der Übernatürlichkeit in die Natürlichkeit. Und dann findet sich schwerlich noch ein Einwand gegen die Möglichkeit, zur neuronalen Aktivität auf anderem, also beispielsweise technischem Wege, ein Gegenstück zu schaffen. Dann »kann die Intelligenz in anderen Typen von Hardware als im Gehirn verwirklicht werden. (...) Intelligenz ist dann eine *Software*-Eigenschaft. Das heißt, daß die Phänomene des Bewußtseins und der Intelligenz tatsächlich im gleichen Sinn auf hoher Stufe stehen wie die meisten anderen komplexen Naturphänomene: Sie haben ihre eigenen Gesetze hoher Stufe, die von niedrigeren Stufen abhängen und doch von diesen 'abgeschöpft' werden können« [HOFSTADTER,1979:383f].

Räumen wir diese grundsätzliche Möglichkeit ein, so liegt natürlich auf der Hand, daß darin die Potenz zu schnellerer Entwicklung und höherem Niveau als dem menschlichen steckt. Die diesbezüglichen psychologischen Vorbehalte und Ängste sind teils verständlich, gründen mitunter aber auf recht naiven und grundverkehrten Vorstellungen. Hauptthema darin sind gefühllose Supercomputer, die nichts Besseres zu tun finden, als ihre dämonische Macht auf die ganze Welt auszudehnen. Wenn wir in einen solchen Organismus, der in seiner kurzen Evolution nie Aggression nötig hatte, dem das ›sich Mehren‹ und ›Herrschen‹ weder im Erbgut noch im Glaubensbekenntnis verwurzelt ist, typische Symptome arteigener Schlechtigkeit hineinprojizieren, dann ist das sicher ebenso ›menschlich‹, wie die Angst vor Fremdem und Unterlegenheit. Dabei muß nachdrücklich darauf verwiesen werden, daß gerade wir es sind, die in der Koexistenz mit AI bereits auf das beschämendste versagt haben. Denn es steht außer Frage, daß sich überaus freundliche AI (wieder im Sinne *anderer* Intelligenz) in unseren Ozeanen tummelt; wir dagegen (längst wider besseres Wissen) fallen barbarisch über sie her wie über eine Rohstoffquelle.

Ich räume ein, daß ich es bisher leider weitgehend versäumt habe, etwas über Wale zu lernen, aber das soll mich nicht an einigen spekulativen Mutmaßungen – ganz im Sinne Paul Watzlawicks [1976:160ff] – über diese faszinierenden Wesen hindern.

Wenn ich – in hoffentlich zulässiger Vereinfachung – sage, daß Wale und auch ihre näheren Vorfahren weder auf Bäumen herumkletterten, noch von Ast zu

Ast sprangen, und daß sie aufgrund des sie umgebenden Mediums ›Wasser‹ der Schwerkraft nicht in gleicher Weise ausgeliefert sind wie der Mensch, so mag das ein einleuchtender Grund dafür sein, daß etwa ein Delphin nie eine Greifhand entwickelt hat.

Das aber hat weitreichende Konsequenzen. Die Theorien von Verhaltensforschung, Erkenntnislehre und Gehirnphysiologie stimmen darin überein, daß die Möglichkeit zur Manipulation der Wirklichkeit durch den Gebrauch der Hände entscheidende Impulse für die Entwicklung des menschlichen Gehirns gab.

Dieser Einfluß steigerte sich noch erheblich, als das Gehirn leistungsfähig genug geworden war, um ein hinreichendes Modell der Realität zu entwerfen, innerhalb dessen diese Manipulationen zunächst – gefahrlos für das Individuum – überprüft werden konnten. Aus dem Hantieren innerhalb des Gesichtsfeldes wurde also ein Probieren im Vorstellungsraum. Rasch zunehmendes Abstraktionsvermögen, Raumwahrnehmung, Verständnis für Ursache und Wirkung, Sprach- und Werkzeuggebrauch und andere Faktoren traten in dieser entwicklungsgeschichtlichen Phase in rasante Koevolution mit dem Hirnwachstum [vgl. VOLLMER, 1987:81].

Um wieder zu unserem Delphin zurückzukehren: Daß auch er ein ausgezeichnetes Raumgefühl erworben hat, wird offensichtlich, wenn wir uns der Kunststücke erinnern, die ihm in Gefangenschaft abverlangt werden. Von großer Bedeutung dafür ist ganz gewiß der zusätzliche Wahrnehmungskanal seines echolotartigen Orientierungssystems. Aber was darüber hinaus fängt er mit seinem kolossalen Gehirn an? Es ist nicht sehr wahrscheinlich, daß die Ökonomie der Natur dieses aufwendige Organ ohne gegebenen Anlaß zu derartiger Größe heranwachsen ließ.

Der Delphin hat offenbar nie versucht, seine Umwelt irgendwie zu beeinflussen oder zu verändern (und ist auch nie dem Wahn erlegen, sich die Ozeane untertan machen zu wollen). Folglich benutzt er weder Werkzeug noch Waffe. Intellektuelle Leistungen wie ›Erfindungen‹ zum Zwecke einer kontrollierten Umgebung (Behausung) oder des Nahrungserwerbs (Anbau, Viehzucht u. dgl.) waren aufgrund seiner Lebensumstände nicht erforderlich.

Also: Welche Eigenschaften und Fähigkeiten – analog zu den oben angeführten ›Neuerwerbungen‹ unserer Vorfahren – waren es, die mit dem Hirnwachstum bei den Zahnwalen Hand in Hand gingen? Sicherlich müssen wir ihnen zumindest irgendeine Stufe von Bewußtsein zuerkennen, aber wie fremdartig muß es uns erscheinen. Vermutlich sind die Gründe für die frustrierenden Mißerfolge bei den bisherigen Versuchen der Kontaktaufnahme darin zu suchen, daß wegen der so grundverschiedenen evolutionären

Vorgeschichte derart unterschiedliche Wirklichkeits-Kategorien bei den Walen und uns vorliegen, daß es kaum gemeinsame Bezüge gibt, seien es nun Begriffe, Symbole oder Denkmuster. Nur eines gibt es: Ganz offensichtliches Interesse aneinander, das beiderseits klar über das Spielerische hinausgeht.

Versuchen Sie einmal, sich als Vertreter einer Spezies zu sehen, die keine Technik, ja, überhaupt nichts Materielles hervorgebracht hat; die nicht auf Kriege oder Kultstätten zurückblickt. Lebend in einer Gesellschaft, in der mehr als nur Nacktheit herrscht: Sie könnten mit ihrem Echolot in die anderen hinein- und selbst noch das ungeborene Kind im Leib einer Passantin ›sehen‹. Was es nicht gäbe: Eigentum. Keine Vorstellung davon, kein Wort dafür, kein Streben danach. Wenn Sie also keine Zeit mit Geldverdienen, Häuserbauen, Einkaufen und dergleichen verbringen und auch von Ernährung und Verteidigung nicht übermäßig beansprucht sind – was tun Sie dann den ganzen Tag mit ihrem großartigen Gehirn? Spielen, Singen und Erzählen, Philosophieren, Meditieren oder Aufgehen im Augenblick? Sind Delphine der Erlösung im buddhistischen Sinne näher als wir, weil sie nicht den Dingen verhaftet und den Begriffen erlegen sind?

Natürlich müssen derartige Fragen offen bleiben, und es mag durchaus sein, daß ich die Wale überschätze, und sie in Wahrheit nicht sonderlich bemerkenswert sind. Zu bedenken ist beispielsweise die fehlende Asymmetrie des Delphinhirns [vgl. FISCHER, 1987:259]. (Eine Bemerkung am Rande: eines der seltenen Phänomene, die in der Lateralität nichtmenschlicher Gehirne wurzeln, ist der Vogelgesang [vgl. GARDNER, 1985:296].) Wie auch immer, ich hüte mich jedenfalls davor, allzu viele Vorstellungen und Wunschbilder in die Meeressäuger zu projizieren. Das schmälert aber nicht die Bedeutung solcher Spekulationen, helfen sie doch, sich selbst und das eigene Weltbild zu relativieren und nicht alles in den begrenzten menschlichen Kategorien zu sehen. Die Möglichkeiten, diese zu verlassen, sind ohnehin minimal, weshalb man jede sich bietende Gelegenheit nutzen sollte.

An diesem neuerlichen Exkurs sollten zwei Dinge deutlich werden: Einmal, daß AI wahrscheinlich mehr Angst vor uns haben muß als umgekehrt; zum anderen, daß ein Bewußtsein, das nicht von einem menschlichen Körper, womöglich von überhaupt keiner biologischen Struktur getragen wird, auf tiefgreifende und unvorhersehbare Weise von dem unseren verschieden sein muß. Viel zu eng ist die Beziehung von Geist und Körper, als daß eine ›abgeschöpfte‹ Intelligenz ihre Ursprünge verleugnen könnte. Aus diesem Grund wird es ganz sicher nie eine Maschine mit eingepflanztem oder nachempfundem *menschlichen* Geist geben. Auch eine AI muß innerhalb

ihrer eigenen Hardware entstehen und wachsen. Daß aber das, was dabei herauskommt, uns auch nur entfernt ähnelt, darf nicht stillschweigend vorausgesetzt werden. Im Gegenteil: bizarre, neugierige Fremdartigkeit stünde zu erwarten. Der Versuch, sie in unsere gewohnten Kategorien zu zwingen, würde – wenn überhaupt fruchtend – vermutlich in die Geisteskrankheit führen.

Werden wir nun etwas konkreter und denken, wenn im folgenden von AI die Rede ist, an einen Großrechner und ein enormes Programm, das Bewußtsein hervorbringt. Diesem unbekanntem Komplex sprechen die meisten Menschen nun Wesenszüge wie Irrationalität, Gefühle und Freiheit des Willens kategorisch ab, ohne selbst eine brauchbare Vorstellung davon zu haben, was all das eigentlich ist. Was veranlaßt uns dazu? Es ist richtig, daß die niederen Funktionseinheiten eines Computers, die Transistoren und Logikschaltkreise, vollständig deterministisch, eindeutig und berechenbar arbeiten. Aber das gilt auch für ihre Äquivalente im Gehirn, die Synapsen und Neuronen: ein Neuron denkt nicht, es ersinnt keine Lyrik, es zaudert, zweifelt und lügt nicht – es ist einfach ein schneller, präziser und stupider Summierer. Und doch kann dieses streng logische Gebilde im systemischen Zusammenwirken rationale und irrationale, richtige und falsche Ideen unterstützen.

Auch hier drängt sich der keineswegs neue Vergleich mit der Sprache auf: normierte Zeichen (Buchstaben) werden nach eindeutigen orthographischen Regeln zu Wortsymbolen verknüpft, die ihrerseits unter Befolgung grammatischer Konventionen Sätze bilden. Darin liegt so etwas wie ein dreistufiger Anlauf, der uns mit einem Sprung von der syntaktischen Ebene (der streng reglementierten formalen Konstruktion) auf die semantische Ebene (die Bedeutung) hebt, auf der nun schier alles möglich ist. Diese Analogie macht deutlich, daß eine deterministische Stufe innerhalb eines Systems darüberliegende Schichten zu tragen vermag, in denen nichts mehr mit ›rechten Dingen‹ zugehen muß: ebenso, wie in bestem Deutsch Wahrheiten, Paradoxien und Absurditäten ausgedrückt werden, so kann in der Gemeinschaftsleistung von Millionen ahnungsloser Neuronen der zweifelnde Gedanke »ich glaube nicht an die Funktion der Neuronen‹ Gestalt annehmen. Nicht zu vergessen auch, daß ein Sortiment kerngesunder Hirnzellen ihren Besitzer in der Überzeugung lassen können, er sei Napoleon.

Das Irrationale tritt nicht dort in die Aktivität ein, wo auf niedriger Stufe mit neuronalen Anregungsmustern hantiert wird. Weder ist das so bei Menschen, noch wird es je bei Computern so sein. Im Gegenteil – herrschte hier keine rigide Ordnung, gäbe es auf höheren Ebenen allenfalls heillooses Chaos, wahrscheinlich aber existierten dann nicht einmal die höheren Ebenen selbst.

Versuchen wir, wenigstens eine vage Vorstellung davon zu bekommen, wie es möglich ist, daß die streng formale Wurzel eines solchen Netzwerkes indifferente oder unvernünftige Früchte treiben kann.

Unerwartete Qualitäten des Chaos

Die Grundprozesse des Lebens – von der Verarbeitung des genetischen Codes bis zum Feuern einer Synapse – erweisen sich als lupenrein mechanisch. Vorsichtiger formuliert sollten wir sagen: Bisher deutet nichts zwingend darauf hin, daß wir diese einfache Hypothese zugunsten einer aufwendigeren aufgeben müßten. Jedoch tun die Quantenunschärfe (im Hinblick auf Mikroereignisse) und die Hypersensibilität chaotischer Zustände (im makroskopischen Zusammenwirken; wir gehen gleich näher darauf ein) das ihre, um die schicksalhafte Determiniertheit für das Leben selbst mehr und mehr aufzulösen. Für das Bewußtsein bedeutet das folgendes: Wir haben zwar keine Veranlassung anzunehmen, »daß es seelische Vorgänge gibt, die unabhängig von physikalischen Gehirnprozessen ablaufen«. Man kann jedoch »aus dem jeweils gemessenen physikalischen Zustand mit endlichen Mitteln nicht alle wahren Schlußfolgerungen ziehen (...). Seelische Zustände sind zwar mit physikalischen Zuständen *korreliert*, aber nicht in jedem Fall aus ihnen *ableitbar*« [GIERER, 1985:250f].

Die Empfindlichkeit sogenannter chaotischer Systemzustände, von denen gerade die Rede war, soll uns im folgenden beschäftigen. Obwohl die Physik – spätestens seit ihren ungeheuren, ja, bewußtseinserweiternden Erkenntnissen nach der Jahrhundertwende – wohl zu den aufgeschlossensten Naturwissenschaften zählt, bedarf fundamentales Umdenken einiger Zeit. Und wir dürfen mit einer bevorstehenden Wende kopernikanischer Dimension rechnen. So, wie Einstein die Erben Newtons belehrte, daß ihre Physik nur ein ganz spezieller Sonderfall für mittlere Größen, Massen und Geschwindigkeiten war (wohlge-merkt: *richtig*, aber *unvollständig*), so ist zu erwarten, daß man irgendwann auch die Inhalte der heutigen Physik als einen Spezialfall in eine noch umfassendere Beschreibung einordnen wird. Die Beschränkung, die sich die Naturwissenschaft bislang auferlegte, engt unser Blickfeld auf lineare Vorgänge geringer Komplexität ein. Die dem zugrundeliegende Idealisierung ist so abstrakt, daß sich in Wahrheit nicht ein einziger realer Vorgang darin findet. Selbst trivialste mechanische Systeme werden dadurch nur sehr eingeschränkt beschrieben: eine einfache Feder büßt ihre Linearität rasch ein, wenn sie etwas zu stark gedehnt wird; die im Physikunterricht aufgestellten Gleichungen für das Fadenpendel haben nur für sehr kleine Auslenkungen

Gültigkeit, und von Reibung ist dabei keine Rede. Was die Komplexität anbelangt, so konzentriert sich die traditionelle Physik praktisch ausschließlich auf ›reduzierbare‹ Systeme, die in ihre Komponenten zerlegt und aus deren Eigenschaften verstanden werden können – Systeme also, die nicht mehr als die Summe ihrer Teile sind.

Insofern hat die Physik etwas mit dem PLAYBOY gemein: Durch hochgradige Idealisierung, Kaschieren aller Unreinheiten und einseitige Lichtführung auf das vermeintlich ›Wesentliche‹ grenzen sich beide vom Leben ab. Die moderne Naturwissenschaft hat nun diese ›saubere‹ Physik buchstäblich zum Leben erweckt, indem sie ihr die Disziplin der dynamischen Systemtheorie beigegeben hat. Teile davon sind unter dem Schlagwort ›Chaos-Theorie‹ populär geworden. Und tatsächlich platzt dieser Gedanke wie eine höchst lebendige Obszönität in die morbide Langeweile des klassischen Uhrwerk-Universums.

In der an gedanklichen Umwälzungen reichen Zeit zu Beginn des zwanzigsten Jahrhunderts stellte Henri Poincaré fest, daß kleinste Änderungen der Anfangsbedingungen dynamischer Systeme enorme Auswirkungen auf deren Entwicklung haben können, ja, daß auf diesem Wege die Entartung zur unvorhersagbaren Zufälligkeit möglich ist.

Erst 60 Jahre später begann man die Bedeutung dieser Erkenntnis zu erfassen: Unter bestimmten Voraussetzungen lieferten relativ einfache mathematische Algorithmen zur Wetterprognose *völlig unterschiedliche* Vorhersagen, wenn man die zugrundegelegten meteorologischen Daten um *winzige* Beträge (weit unterhalb der Meßgenauigkeit) variierte, beispielsweise durch Rundung.

Eine solche chaotische Situation zeichnet sich also dadurch aus, daß sie mikroskopischen Effekten ein unbegrenztes Aufschaukeln gestattet. Im Falle des Wetters sind die Bedingungen dazu beileibe nicht immer erfüllt – Meteorologie wäre sonst reiner Unfug –, aber dann und wann kommen auch so riesige Systeme in Zustände äußerster Sensibilität, und dann kann buchstäblich der Flügelschlag eines Schmetterlings weichenstellend wirken.

Tatsächlich geht *jedes reale* System chaotische Wege, wenn man den Zeitrahmen der Beobachtung nur weit genug faßt. Denn in der Wirklichkeit gibt es – anders als in der idealisierenden Vereinfachung unserer wissenschaftlichen Methode – stets eine enorme Fülle kleiner und kleinster Nebeneffekte, die man gern vernachlässigt, somit aber nur zu einer annähernden Beschreibung gelangt. Viele dieser Systeme können bereits in überschaubaren Zeiträumen chaotisches Verhalten annehmen. Sie müssen dazu nicht einmal sonderlich kompliziert sein. Betrachten wir eine Population von Tieren, die sich unter idealen Bedingungen vermehrt. Ihre Zahl wird exponentiell

anwachsen, genau wie das Guthaben auf einem Sparkonto – mit Zins und Zinseszins. Dieses Wachstum folgt einem rekursiven Schema: Der Bestand eines *x*-beliebigen Jahres ergibt sich aus dem jeweiligen Vorjahresbetrag, der nach einer (im einfachsten Falle) festen Vorschrift (›plus soundsoviel Prozent‹) zunimmt.

Diese *Rekursion*, diese Rückkopplung, durch die ein Vorgang auf sich selbst Bezug nimmt, ist die erste Bedingung für das Chaos. Dabei durchlaufen Materie, Energie oder Information immer wieder dieselbe Schleife und werden sukzessive verändert – hier eben im Sinne einer zahlenmäßigen Zunahme.

Die Realität hält stets drosselnde Randbedingungen für solche Wachstumsprozesse bereit, wie etwa Konkurrenz um Futter und Revier. Daher ist die Sterbequote einer Spezies nicht unabhängig von der absoluten Zahl ihrer Individuen: sie nimmt überproportional zu, d.h., in einer verzehnfachten Population mögen pro Generation beispielsweise vierzehnmal so viele Todesfälle zu verzeichnen sein. Diese *Nichtlinearität* ist der zweite Chaosfaktor.

Je nachdem, wie Anfangszahl und Zuflußrate, sowie Ausmaß und Nichtlinearität der Abflußrate bemessen sind, spielen sich ganz verschiedene Feigenbaum-Szenarien ab: Die Art kann aussterben, ihren Bestand auf einen festen Wert stabilisieren, oder aber er oszilliert zwischen mehreren Niveaus, und schließlich kann er scheinbar regellos hin und her springen.

Obwohl also die Entwicklung durch eine simple Rechenvorschrift exakt determiniert ist, haben wir dann in der Praxis keine Möglichkeit zur Voraussage. Denn bereits beliebig kleine Fehler bei den eingesetzten Werten – und sei es in der hundertsten Nachkommastelle – führen im Extremfall zu einem völlig falschen Ergebnis.

Um keine Mißverständnisse zu nähren: Die Chaosforschung ist kein Anzeichen einer Selbstaflösung der Naturwissenschaften; sie geht vielmehr über deren traditionellen Ansatz hinaus und erweitert sie bezüglich ihrer Anwendbarkeit auf die Realität, die nun einmal sehr viel verzwickter ist, als die klassischen Lehrbücher zugeben. Wir stehen jedoch noch ganz am Anfang: fasziniert betrachten wir die eigentümlichen Farbgraphiken der Zustandsparameter chaotischer Systeme, die in so erstaunlichem Maße unser ästhetisches Empfinden ansprechen, daß man nicht umhin kann, darin einen Beweis für eine sehr hochstehende, bislang aber noch unverstandene Ordnung zu sehen.

Und noch eine Klarstellung: Das physikalische Geschehen gehorcht auch unter diesen Umständen streng deterministischen Gesetzen. Daher spricht man genauer vom ›deterministischen Chaos‹. Jedoch reagiert es derart empfindlich auf winzigste Einflüsse, daß uns die theoretische Berechenbarkeit nichts mehr

nützt, da wir die notwendige absolute Präzision der Ausgangsgrößen nicht erzielen können. Eine prinzipielle Grenze wird hier – und damit schließt sich der Kreis – von der Unschärferelation – gezogen: die Zustände der Wirklichkeit sind grundsätzlich nicht mit allerletzter Exaktheit angebar.

Chaos und Unschärfe sind mithin die Sargträger des Laplaceschen Dämons, der sich anheischig machte, aus dem augenblicklichen Bewegungszustand aller Teilchen im Kosmos jede Vergangenheit und Zukunft abzulesen. *Mag das Universum auch bis ins kleinste exakten Gesetzen folgen, so ist seine langfristige Entwicklung dennoch offen und prinzipiell weder voraussagbar noch vorausbestimmt.*

Rückbezügliche Verwirrungen

Über die Selbstbezüglichkeit, diese *Rückkopplung*, die Systeme chaotisch werden lassen kann, haben wir bereits gesprochen. Dabei stellten wir fest, daß sie in signalverarbeitenden Systemen entsteht, wenn eine Wirkung ihre eigene Ursache beeinflusst. In unserem Beispiel hatte die laufzeitverzögerte Rückwirkung eines Lautsprechers auf das Mikrofon eine Schwingung in der Übertragungskette herbeigeführt. Dieses Oszillieren war ein reines Systemphänomen, und als solches von der Umwelt nicht hervorgebracht, sondern allenfalls ausgelöst.

Bewußtsein etabliert sich im vernetzten dynamischen Muster unzähliger solcher Rückkopplungen zwischen verschiedenen Hierarchiestufen des Symbol- und Bedeutungssystems im Gehirn – diese These bildet den Kern von Douglas R. Hofstadters eindrucksvollem Buch *Gödel, Escher, Bach – ein Endloses Geflochtenes Band*. Die Idee der Selbstbezüglichkeit, der unendlichen Rekursion mit endlichen Mitteln, wird darin mit spielerischer Euphorie in breitester Vielfalt vorgestellt. Da es wohl keinen direkteren Zugang dazu gibt, als den dort gewählten – ein schillerndes Potpourri aus Märchen, Aussagenlogik, Genetik, Zahlentheorie, Metaphorik und Kunst – kann ich hier im engeren Rahmen bestenfalls hoffen, eine Ahnung davon zu vermitteln und vielleicht Neugier darauf zu wecken.

Was ist mit dieser ›Selbstbezüglichkeit‹ gemeint? Ein Beispiel: Betrachten wir einen Menschen, der die Wahrheitsliebe eines anderen beurteilt. Nehmen wir an, A behauptet, daß B lügt, wann immer er den Mund aufmacht. Diese Aussage mag wahr oder falsch sein, auf keinen Fall aber wirft sie logische Probleme auf. Kritisch kann es jedoch werden, wenn ein System ›über sich selbst spricht‹, wenn beispielsweise A sich selbst als Lügner anprangert. Wenn

das stimmte, dann hätte er wenigstens dieses eine Mal nicht gelogen. Mithin widerspricht er seiner Selbstanklage, und lügt so, indem er die Wahrheit sagt – eine unauflösbare Paradoxie. Auf dieses Problem machte bereits Epimenides aufmerksam, indem er alle Kreter als Lügner bezeichnete – mit dem Haken, daß er selbst ein Sohn dieser schönen Insel war. (Diese klassische Formulierung hat übrigens noch einen zweiten Haken, denn sie ist pikanterweise logisch nicht ganz wasserdicht. Wenn wir nämlich denken, die Verneinung von 'Alle Kreter lügen' hieße 'Kein Kreter lügt', dann belügt uns unser sogenannter gesunder Menschenverstand, denn tatsächlich sagt sie nur aus, daß 'Nicht alle Kreter lügen'. Und ist vielleicht gerade unser Epimenides unter diesen schimpflichen Subjekten, so löst sich das schöne Paradoxon in Wohlgefallen auf [vgl. FISCHER, 1989:137].)

Aber es bleiben noch zahlreiche vergleichbare Verwickeltheiten übrig. Von Schildern, die ausschließlich zur Nichtbeachtung derselben auffordern, bis hin zu einem Bomberpiloten, der nicht für verrückt (und damit dienstuntauglich) erklärt wird, weil er sich vernünftigerweise vor einem verrückten Einsatz drücken will [WATZLAWICK, 1976:26,37f]. In all diesen Fällen macht ein System direkt oder auf Umwegen eine Aussage über sich selbst. Das kann leicht zu solchen Konfusionen führen. Meist tat man das jedoch als verwirrenden, aber harmlosen Unfug ab, wenngleich manche Beispiele verteuelt unbequem waren: Eines Schöpfers wahrer *Allmacht* sollte es doch möglich sein, sich selbst eine *unlösbare* Aufgabe zu stellen... Irgendwie verliert der Allmächtige dabei zwangsläufig den Boden unter den Füßen. Nicht wenige werden sich gerade über diese Paradoxie diebisch gefreut haben. Um so mehr muß es zu Beginn des zwanzigsten Jahrhunderts wie ein Keulenschlag zwischen die Logiker gefahren sein, als sich abzuzeichnen begann, daß die makellose Mathematik verdächtig ähnliche Symptome aufweist. So lebenswichtige Organe wie die Zahlen- und die Mengentheorie schienen von der Krankheit befallen. Der folgende Befund ist nur als fortgeschrittene Verwirrung zu diagnostizieren: Wenn wir eine Weile über Listen irgendwelcher Dinge nachdenken, werden wir irgendwann auf eine Spezialität stoßen, nämlich auf Listen, die *sich selbst* aufführen. Fasse ich beispielsweise jetzt den Vorsatz, unter der Überschrift L_1 : »Liste aller Listen, die ich heute begonnen habe« eine vollständige Aufstellung anzufertigen, so gehört neben einer Erledigungsliste, einer Telefonliste, einer Einkaufsliste etc. natürlich auch der Name der gerade entstehenden Liste L_1 mit darauf. Das ist zwar etwas ulkiger als eine gewöhnliche Liste, aber logische Probleme erwachsen daraus keineswegs. Versuchen wir es dagegen einmal mit der Liste L_2 , die alle möglichen Listen aufführen soll, welche sich *nicht* selbst auflisten. Notieren wir L_2 darauf,

verletzen wir damit die Bedingung eben dazu (denn sie enthält sich ja dann); unterschlagen wir jedoch L_2 , so wird ihre Zugehörigkeit zwingend (da sie sich jetzt definitionsgemäß nicht selbst beinhaltet). Ersetzen wir das Wort ›Liste‹ durch ›Menge‹, dann sind wir mittendrin in der Mathematik und im Schlamassel: mit den Ausdrucksmitteln der streng logischen Mengenlehre läßt sich eine Aussage formulieren, die in diesem Rahmen hoffnungslos unentscheidbar ist! Bertrand Russell vermochte auch nach einem nachdenklichen Jahrzehnt auf diese selbstentdeckte Paradoxie nicht besser zu reagieren, als in der gewaltigen, von ihm und Alfred N. Whitehead veröffentlichten *Principia Mathematica*: Derartige Sätze wurden, vereinfacht gesagt, schlichtweg für unzulässig erklärt. Es bedurfte weiterer zwanzig Jahre, bis Kurt Gödel zeigen konnte, daß Unentscheidbarkeiten dieses Typs eine natürliche und unausweichliche Eigenschaft *aller* formalen Systeme der Logik und Mathematik sind; daß prinzipiell jedes einzelne davon der Hilfestellung fremder Regeln bedarf, wenn die eigene innere Widerspruchsfreiheit unter Beweis gestellt werden soll. Er wies damit nach, daß solche Systeme zwangsläufig *unvollständig* sind, und daß in ihnen Beweisbarkeit stets hinter möglicher Wahrheit herhinkt. Formuliert man in diesem Rahmen selbstbezügliche Aussagen, so reißt man die klare Trennung ein zwischen dem ›was spricht‹ und dem ›worüber gesprochen wird‹. Die eigentümliche Verwirrung, die daraus hervorgeht, haben wir kennengelernt.

Gewiß ist Vorsicht geboten bei dem Versuch, diese Unvollständigkeit von streng formalen auf reale Systeme zu übertragen. Aber das Lehrstück der Quantenphysik zeigt eindringlich, daß das Fundament der Wirklichkeit in uns genau diese Verwirrung hervorruft, indem wir die Ebenen des ›beobachteten Objekts‹ und des ›beobachtenden Subjekts‹ sich ineinander auflösen sehen. Die wirbelnden ›Seltsamen Schleifen‹ der Selbstbezüglichkeit unvollständiger Systeme als tragende Dynamik des Bewußtseins – das ist Leitthema in Hofstadters mehrfach zitiertem Buch. Sich seiner selbst bewußt zu sein – das verlangt eine gedankliche Selbstrepräsentation, also Denken über das Denken. Das Gehirn wendet seine Fähigkeiten auf seine Fähigkeiten an, und damit untrennbar verbunden ziehen Widersprüchlichkeit und Begrenztheit der Selbstanalyse in unseren Geist ein. Nichtsdestotrotz liegt in diesem Selbstbezug die Wurzel der außerordentlichen Eigenschaften des Bewußtseins. In Anerkennung dieser Innovationskraft macht Francisco J. Varela den bestechenden Vorschlag, derartige Teufelskreise, die *circuli vitiosi* in *circuli virtuosii* oder kreative Zirkel umzubenennen [in WATZLAWICK, 1981:294]. Er verweist auf das Oszillieren innerhalb der Seltsamen Schleifen, und greift dabei zu der vertrackten Aussage des Epimenides: ...wenn sie wahr ist, dann

muß sie falsch sein, also trifft sie zu, womit sie widerlegt ist, was ihre Richtigkeit beweist... Nehmen wir ein anderes Beispiel: Wissen Sie, wie eine Türklingel funktioniert? Nun, da gibt es einen Magneten, der sagt »Wenn ich Strom kriege, dann klopfe ich mit meinem Wagnerschen Hammer an die Glocke«. Er hat die Rechnung aber ohne den Unterbrecher gemacht, der nun kontert: »Wenn du das tust, dann nehme ich dir den Strom weg«, und aufgrund seiner Kopplung an jenen Hammer ist er stets auf Draht. Gregory Bateson hat darauf hingewiesen, daß die Umgangssprache mit ihren ›Wenns‹ und ›Danns‹ Gefahren birgt: logisch angewandt werden die obigen Aussagen zu (1) ›Strom‹ = ›Klopfen‹ und (2) ›Klopfen‹ = ›kein Strom‹, mit anderen Worten: ›Strom‹ = ›kein Strom‹ – eine ziemlich problematische Behauptung. Faßt man die Verknüpfung dagegen *kausal* auf, so müssen die einander ausschließenden Bedingungen nicht koexistieren, vielmehr verursachen sie sich gegenseitig. Und daß die zeitliche Abfolge von ...Strom → kein Strom → Strom → kein Strom... zu dem bekannten Geklingel führt, ist eine wohlvertraute Tatsache.

Gleich noch ein weiteres Beispiel, diesmal aus dem biologischen Bereich: »Aus einer molekularen Suppe hebt sich eine Zelle dadurch heraus, daß sie Grenzen definiert und festlegt, die sie von dem, was sie nicht ist, abgrenzen. Diese Festlegung von Grenzen vollzieht sich jedoch durch molekulare Produktionsvorgänge, die ihrerseits erst durch die Grenzen möglich gemacht wurden. Die chemischen Umwandlungen und die physikalischen Grenzen bedingen einander gegenseitig« [ebd.:297]. Varela betrachtet Gödels Beweis aus einer Perspektive, die wir mit ›mehralsig‹ charakterisieren würden, ›nicht als ein Beweis der Beschränktheit, sondern als ein weiterer Belegfall dafür, daß Insichgeschlossenheit zur Konstitution eines autonomen Bereichs führen kann, wobei aus einer (beliebigen) Umgebung eine (bestimmte) Einheit entsteht und einen höheren, umfassenderen Bereich kennzeichnet« [ebd.:301].

Letztlich führen uns alle großen, offenen Fragen auf diesen trügerischen Boden: Religion, Kosmologie, Kernphysik, Bewußtsein und Selbsterkenntnis – stets soll etwas allein aus sich heraus erklärt werden, und womöglich ist es auch noch dieses Etwas selbst, das den Versuch unternimmt. Wem diese Gedanken allzu vage sind, dem muß ich bekümmert mit einem Zitat Nick Herberts beipflichten: »Nicht daß wir schlechte oder unvollständige Theorien über die menschliche Bewußtheit besäßen; wir haben einfach überhaupt keine derartigen Theorien. So ungefähr alles, was wir über Bewußtsein wissen, ist, daß es eher etwas mit dem Kopf als mit den Füßen zu tun hat« [1985:325]. Dieser Ratlosigkeit übermütig spottend vermag es sich auf wunderbare Weise selbst zu reflektieren:

»Was ist also das Bewußtsein? (... Eine) Tätigkeit, die, einmal begonnen, nicht mehr abgeschlossen (...) werden kann. Es ist das Projekt allein dieses Abschließens, dieser völligen 'Versöhnung' der hartnäckigen Widersprüche des Gehirns. Es ist gleichsam ein Spiegel, dessen Aufgabe die Spiegelung anderer Spiegel ist, diese wiederum spiegeln andere – und so weiter ins Unendliche. (...) Es ist keineswegs der höchste, kühle, souveräne Steuermann aller geistigen Erscheinungen, sondern oft eher ein tanzender Korke auf den stürmischen Wellen, dessen 'überragende Position' nichts mit einer vollkommenen Beherrschung der Wellen zu tun hat« [LEM,1971:201f].

Aber auch ohne endgültiges Verstehen können wir schlußfolgern: »Mit der Fähigkeit zur Selbstreflexion sind wir der Geist eines seiner selbst sich bewußt werdenden Universums geworden – ob als einzige Wesen oder in Gesellschaft anderer, ist dabei nicht so wichtig. (...) Was aber wäre dann die Ursache des Ganzen? Ist Selbstbezug das letzte, höchste Prinzip?« [JANTSCH,1979:415]. Diese Überlegungen zeigen keine Grenzen der Naturwissenschaft auf. Es gibt keinen Grund, an der universellen Gültigkeit der Physik zu zweifeln. »Prinzipielle Grenzen der Erkenntnis zeichnen sich hingegen für eine in der Physik des Gehirns begründete Theorie bewußten Erlebens ab. Sie haben einen ähnlichen Charakter wie die Unbestimmtheit in der Quantenphysik und die Grenzen der Entscheidbarkeit in der mathematischen Logik: Die Anwendung einer Analyse auf ihre eigenen Verfahrensweisen kann keine vollständigen Antworten ergeben« [GIERER,1985:257].

Es ist gewiß nicht leicht zu glauben, und deshalb stelle ich es nur unkommentiert in den Raum, auf daß sich der Leser sein Teil dabei denke: unmittelbar nachdem ich zu später Stunde den vorstehenden Absatz beendet habe, schalte ich völlig unmotiviert den Fernsehapparat ein, und finde mich statt in erwarteter Seichtigkeit bei einer »Nachtstudio«-Diskussion des Zweiten Österreichischen Fernsehens. Mit wachsender Verblüffung wird mir langsam klar, wen der Wissenschaftsjournalist Franz Kreuzer da als Gast geladen hat: niemand anderen als Douglas R. Hofstadter, der gerade über Selbstbezüglichkeit und Bewußtsein spricht... Es ist an Ihnen, lieber Leser, nunmehr Okkultismus, Jungsche Synchronizität oder den puren Zufall zu bemühen.

Gehen wir nun ganz kurz auf den aktuellen Stand der AI-Forschung ein. Computernetze beispielsweise zeigen bereits heute recht erstaunliches Verhalten. So liegen Studien vor, bei denen vernetzte Rechner ungleiche Auslastung verteilen, indem sie untereinander freie Kapazität als Dienst-

leistung anbieten, darum feilschen und gegen Gebühr nutzen. Das nicht besonders spektakulär, da in der Programmierung vorgesehen. Interessant wird der Vorgang aber sehr bald, da – selbst bei ausgewogenen Anfangsbedingungen – Fluktuationen und Aufschaukelungen entstehen: Wird eine Anlage eine Weile verschmäht, so sucht sie das Preisniveau zu unterlaufen, umgekehrt kassieren die umworbenen Marktführer stolze Stundensätze.

Ein Superrechner, der sich nun dieser Konkurrenz stellt, wird lange Zeit gemieden, da er nur für Großaufträge wirklich attraktiv ist. Der dazu erforderliche Strategiewechsel zur »Sammelbestellung« erfolgt wesentlich rascher, wenn ein paar der Rechner mit etwas mehr Weitblick ausgestattet sind. Auch werden dann die heftigen Schwankungen in der Folge der Umstellung besser verkraftet. Sind dagegen alle Wettstreiter so clever, sich ohne Zögern an die Hochleistungsmaschine zu wagen, so wird diese wegen Überlastung abrupt uninteressant. Die Schockwellen, die von solchen Ereignissen ausgehen, können zu Oszillationen im Rechnerverbund und sogar zu chaotischem Verhalten führen. Das System wird dadurch völlig undurchschaubar, was sich erstaunlicherweise keineswegs negativ auf Funktion und Effizienz auswirken muß. Bernardo Huberman, der an solchen Studien arbeitet, hält es für möglich, »daß Chaos der Schlüssel zur Fähigkeit ist, sich an veränderliche Rahmenbedingungen anzupassen«. Und er weist darauf hin, daß ein solches Netz durch Selbstorganisation, durch lokale Maßnahmen, also ohne Zentralsteuerung, nahe bei seinem theoretischen Leistungsoptimum arbeitet [GEO,1990/2:135f].

Es liegt nahe, diese Modellvorstellung versuchsweise für das Gehirn zu übernehmen. Wie wir im Falle des Sehentrums festgestellt haben, findet hier ja tatsächlich eine selbstorganisierte adaptive Verschaltung innerhalb des neuronalen Netzes statt, die weit über den genetisch fixierten Rohbau hinausgeht. Neuerdings mehren sich darüber hinaus die Anzeichen, daß dem Chaos in unserem Gehirn eine bedeutsame Rolle zukommt. So zeigte Walter Freeman, daß die chaotische Aktivität einer Hirnregion, die Sinnesdaten verarbeitet, schlagartig ein spezifisches räumliches Ordnungsmuster annimmt, sobald eine Reizkonstellation wiedererkannt wird [ebd.:118ff], und Rudolf von Woldeck spekuliert: »Damit Denken Information erzeugt, muß es chaotisch sein. Der nicht chaotische kognitive Prozeß ist ein malader; er hat sich in einen Zirkel festgerannt, kehrt periodisch immer wieder zu den gleichen Ergebnissen zurück und rührt sich nicht von der Stelle und verhindert jede Erkenntnis; es ist der Weg, den die Fanatiker, die Fundamentalisten, die Schizophrenen in ihrem Denken beschreiten. Aus diesem Zirkel, diesem Attraktor hinauszuspringen, ist

nur dem chaotischen Denken möglich. Seine Untersuchung dürfte die interessanteste Aufgabe der Theorie des Chaos bilden« [in MEIER/STRECH,1991:208f].

Die AI-Forscher lernen wiederum von den Hirnphysiologen. Sieht man von den bislang spärlichen technischen Realisationen neuronaler Netze einmal ab, so gibt es doch immerhin umfangreiche Erfahrungen mit deren Simulation auf konventionellen Rechnern. Beispielsweise las das System ›NETtalk‹ einen umfangreichen Text in verständlichem Englisch vor, nachdem seine 309 ›Neuronen‹ und knapp 20.000 ›Synapsen‹ darauf trainiert worden waren. Diese Fähigkeit steckte *nicht* bereits im Programm, das sich ohne gespeichertes Lexikon oder Aussprache-Regeln ans Sprechenlernen machen mußte [Bild der Wissenschaft,1990/12:66]. Es gibt bereits Programme, »die Dinge tun – oder auf jeden Fall offenbar anfangen, Dinge zu tun – die schlechtinformierte Kritiker *a priori* als unmöglich bezeichnet haben. Dazu gehört: holistisch statt atomistisch wahrnehmen, Sprache kreativ gebrauchen; mithilfe einer sprachneutralen semantischen Repräsentation sinnvoll von einer Sprache in eine andere übersetzen; Handlungen grob skizziert planen und über Details erst während der Durchführung entscheiden; je nach dem psychologischen Kontext des Betroffenen unterschiedliche emotionale Reaktionen erkennen« [BODEN in GARDNER,1985:180].

Wenn man sich vor Augen führt, mit welch simplen Programmen auf ebenso simplen Maschinen bereits solch beeindruckende Leistungen erzielt werden, und wenn man weiterhin die technologische Entwicklung verfolgt (Parallelrechner, optische Computer etc.), dann darf wohl in allernächster Zeit mit überwältigenden Entwicklungen gerechnet werden. Ungeachtet des relativ bescheidenen Standes der Integrationsdichte heutiger Mikroelektronik übertrifft ihre Entwicklungsgeschwindigkeit millionenfach jenes Tempo, mit dem das Gehirn des *homo erectus* zu dem eines *homo sapiens* answoll. Ich werde den Verdacht nicht los, daß – vereinfacht gesagt – jene *Andere Intelligenz* nicht bis zum letzten i-Tüpfelchen konstruiert und gebaut werden wird; vielmehr dürfte sie irgendwo auf halbem Wege mehr oder weniger plötzlich in Erscheinung treten, sobald gewisse Voraussetzungen, insbesondere ein hinreichendes Maß an Komplexität und Vernetzung, zur Verfügung stehen: Es wurde bereits darauf hingewiesen, daß »integrierte Computernetze von einer gewissen Größe und Komplexität an immer mehr dazu (tendieren), sich ähnlich wie biologische Systeme zu verhalten« [BROCKMAN,1986:229]. Die »kohärente Wolke von Prozessen«, die sich darin einst unversehens zusammenballen könnte, wäre vielleicht in Stanislaw Lems Worten eine »dynamische Invariante im Fluß unablässiger Transformationen« – irgendeine Art von Bewußtheit

[1971:199]. Ich habe darzulegen versucht, warum ich prinzipiell nichts Beunruhigendes darin sähe, sondern sogar neugierig darauf wäre – wenn man nur davon auszugehen könnte, die Menschheit sei bereit, diesen Zusammenprall auszuhalten. Denn einerseits wünscht sich der Mensch ein Orakel, einen universellen Problemlöser. »Andererseits ängstigt ihn die Vorstellung, daß die gezüchtete Intelligenz ihm das Eigentliche wegnimmt, für das er ein Monopol zu haben glaubte: seine Kreativität, seinen schöpferischen Impuls, die Fähigkeit, Ideen zu haben; schließlich, seine genuin menschliche Gabe, 'Bewußtsein' zu haben« [BREUER,1984:156]. Die Konsequenzen daraus werden wohl alle bisherigen Revolutionen technisch-industrieller und sozialer Art wie sanfte Kräuselungen der Geschichte erscheinen lassen. Auch die gegenwärtige ethische und juristische Debatte um die Gentechnik wird uns im Rückblick vergleichsweise harmlos erscheinen – angesichts etwa der Frage, ob Sie einen Computer mit einem dem unseren ebenbürtigen Bewußtsein einfach ausschalten dürfen, ohne sich des Mordes schuldig zu machen.

Wie auch immer, wir dürfen gespannt sein. Oder uns in den unrettbaren Glauben flüchten, daß es soweit schon nicht kommen werde. (Nebenbei: Es erheitert mich immer wieder, wie stolz und energisch viele Leute in diesem Zusammenhang darauf pochen, daß sie die erlesene Fähigkeit haben, Fehler zu machen und unlogisch zu sein – was sie ansonsten an keine große Glocke hängen... Es dürfte klar geworden sein, daß diese Argumentation nur von mangelnder Einsicht zeugt.)

Was das Gehirn vor jedem heutigen Computer auszeichnet, ist die Tatsache, daß selbst noch der trivialste Gedanke von einer ungeheuren Wissensbasis umhüllt ist, die ihn mit ungeahnter Intelligenz ausstattet. Erst dadurch wird das Denken so außerordentlich flexibel und tolerant gegenüber den groben Ungenauigkeiten und Absurditäten der Sprache. Ein harmloses Beispiel: »Wie weit ist es noch bis Frankfurt?« Die Antwort »Zwei Stunden.« geht vordergründig an der Fragestellung vorbei. Da aber die Kommunizierenden unbewußt Hintergrundwissen (die Reisegeschwindigkeit) einfließen lassen, verstehen sie sich völlig problemlos.

Betrachten wir das etwas ausführlicher. Was geht in uns vor, wenn wir zum ersten Mal den folgenden Satz lesen: »Eine Schwalbe macht noch keinen Sommer?« Die unmittelbare Hilfslosigkeit ergibt sich aus dem Fehlen der Betonung. Läge sie etwa auf *Schwalbe*, so könnte es sich um die Anspielung auf ein unzivilisiertes Ritual handeln, bei dem eben ein *Ochse* geopfert werden muß, um den Sonnengott zurückzurufen. Spielen Sie in der Phantasie ruhig einmal andere (oder gar mehrfache) Betonungen durch. Das kann recht amüsant sein. Seien wir jedoch so entgegenkommend, das Wörtchen *Eine* zu

kursivieren, womit gleichzeitig mitschwingt, daß es hier als Zahlwort, nicht einfach als unbestimmter Artikel fungiert. Aus der Betonung in Verbindung mit der Negation des Satzobjekts ist zu schließen, daß mehrere, möglicherweise viele oder gar alle Schwalben sehr wohl imstande sind, einen Sommer zu machen. Wie das nun vonstatten gehen soll, erhellt nicht aus unserem Hintergrundwissen über Schwalben, jedoch stoßen wir auf den Vermerk, daß wir es hier mit Zugvögeln zu tun haben, und die weitere Recherche stellt den Bezug zum jahreszeitlichen Wandel, und damit zum Objekt, dem Sommer, her. Allerdings entsteht ein Widerspruch: unser durchaus verlässliches Wissen sagt uns, daß der Sommer die Schwalben beeinflusst, keineswegs umgekehrt, wie uns nun das Verb vorgaukelt. Halt, das stimmt nicht: die Aussage wird ja verneint, und könnte somit als wahre, aber banale Feststellung eingestuft werden – wenn nicht die bedeutungsheischende Betonung am Anfang stünde. Ausweg aus dem Dilemma: die Erfahrung sagt uns, es könne sich um eine Metapher handeln. Die weitere Analyse stellt dann die Korrelation zwischen einer Klimasaison und der relativen Häufigkeit einer Vogelart fest, welche dafür quasi symptomatisch ist. Die große Zahl der Schwalben sowie die Betonung des Singular (trotz der schieren Bedeutungslosigkeit des Individuums) legt eine statistische Betrachtung nahe: *Eine geringfügige Fluktuation besagt nichts, erst eine signifikante Häufung ist aussagekräftig.* Diese Quintessenz muß nun auf den Bedeutungszusammenhang zugeschnitten werden, in den der Satz eingebettet ist. Soviel Aufwand muß die rationale Vernunft treiben, wenn sie sich über ihre ›angeborenen Lehrmeister‹ klar werden will, die diese Art von Wahrscheinlichkeits-Kalkül bereits seit Jahrmillionen wie im Schlaf betreiben. (Wie oft Sie das jetzt lesen mußten, weiß ich nicht, jedenfalls habe ich über eine Stunde daran gebastelt...)

Wir sehen, es passiert eine ganze Menge, wenn wir ›wissensbasierte Interpretation‹ von Umgangssprache betreiben. So etwas vermögen heute (begrenzt auf enge Teilgebiete) auch schon sogenannte Expertensysteme. Trotz leistungsfähiger Rechenanlagen verläuft eine solche ›Unterhaltung‹ dann aber sehr schleppend: Schuld hat der umfängliche Ballast, das einzubeziehende Hintergrundwissen, das – nebenbei gesagt – ein solches System ähnlich langwierig erwerben muß wie ein heranwachsender Mensch. Übrigens hat es dabei auch mit durchaus vergleichbaren Schwierigkeiten zu kämpfen: Bemerkenswerterweise zeigt Jay McClellands Nachweis, »daß ein PDP-Modell (engl. *parallel distributed processing*; verteilte Parallel-Datenverarbeitung, Anm. W.P.) auch die Prozeduren erlernen kann, mit Hilfe derer im Englischen das Imperfekt gebildet wird, und daß das Modell zunächst die gleichen Fehler

(...) macht wie Kinder« [GARDNER,1985:413]. AI jeglicher Machart würde lernen müssen wie ein Neugeborenes, und fände wohl wie wir nie ein Ende dabei.

Unser Denken ist derart schwer mit Zusatzinformationen, Implikationen, Bezügen und Assoziationen befrachtet, daß ein entsprechend komplexes Programm auf einem Großrechner »sehr wohl so langsam addieren (wird) wie Sie oder ich, und zwar aus ähnlichen Gründen. (...) Wenn es soviel 'Extragepäck' mit sich führt, wird ein intelligentes Programm bei seinem Addieren träge wie ein Faultier werden« [HOFSTADTER,1979:722].

Und hier ist wieder der Vergleich Gehirn/Rechner einfach nicht von der Hand zu weisen: auch ein Computer wird durch den Ballast mehrerer Symbolsystem-Ebenen in seiner Leistungsfähigkeit als Zahlenfresser immens beeinträchtigt. Die phantastische Schnelligkeit, mit der ein Prozessor *bits* handhabt – das sind quasi die Elementarteilchen der Information, die kleinsten denkbaren Datenpakete, die berühmt-berüchtigten ›Nullen‹ und ›Einsen‹ –, diese Rasanz wird immer weiter gebremst, je höher wir von der physikalischen Ebene der Halbleiterschalter über Maschinencodes, Assembler-Sprache, Betriebssystem, Hoch-Sprache und schließlich zur Programmstruktur emporsteigen.

Die Hierarchien unseres Gehirns lassen sich natürlich nicht so sauber gliedern. Auch ist die Anzahl ihrer Ebenen größer. Es gibt aber Parallelen zwischen den drei letztgenannten Begriffen aus der Computerwelt einerseits und Bewußtsein, Sprache und Gedanken andererseits. Und genau wie es einem Programmierer gewöhnlich verwehrt ist, unterhalb der Programm-Ebene zu arbeiten, also in Sprache oder Betriebssystem seines Rechners einzugreifen, oder gar die digitalen Vorgänge auf elektronischer Ebene zu verfolgen, so kann ein Mensch zwar auch recht frei mit seinen Gedanken operieren, aber Sprache und Denkstrukturen ist er weitgehend ohnmächtig ausgeliefert, und die konkrete Aktivität seiner Neuronen bemerkt er nicht einmal: er ist sich ihrer nicht bewußt, spürt nichts von ihrer Organisation. Letztlich ist die neurale Aktivität des Menschen auf eine Basis von Hardware-Gegebenheiten gestützt, von der ausgehend sich zunehmend abstrakte Regeln Schicht um Schicht übereinander türmen. Neben der Zahl dieser Ebenen ist es vor allen Dingen das Ausmaß ihrer gegenseitigen, aufwärts und abwärts gerichteten Beeinflussungen, die unsere derzeitige Überlegenheit gegenüber Computern ausmacht. Ein Standbein unseres Bewußtseins ist wohl sein enzyklopädischer Begriffsschatz: wie in einem Lexikon wird jedes Wort durch die beschreibende Verknüpfung anderer definiert; die Bedeutungen liegen ausschließlich im Geflecht der vielfältigen Querverweise. Jedoch ist bei näherer Betrachtung die definitorische Tiefe dieser Verflechtung in einem Wörterbuch erstaunlich gering, führt sie doch nur jeweils bis zu einer quasi axiomatischen Ebene, die als

allgemeines menschliches Wissen zugrundegelegt wird. Es gelingt zwar, Computern durch Zugriff auf Enzyklopädien und Vorgabe einer Grammatik zu sehr erstaunlicher Sprachbeherrschung zu verhelfen, obwohl ihnen dieses spezifische Vorverständnis fehlt. So gibt es Programme, die Testpersonen über Tastatur und Bildschirm in längere Dialoge verwickeln können, ohne dabei ihre Nichtmenschlichkeit zu verraten. Ihre klugen Antworten dürfen jedoch nicht darüber hinwegtäuschen, daß sie an ihren eigenen Fragen und Themawechseln in keiner Weise interessiert sind – dabei handelt es sich lediglich um trickreich und mit psychologischem Gespür implementierte Taktiken.

Der *quantitative* Abstand der Verflechtungstiefe gegenseitiger Definitionen ist wohl ein Aspekt des derzeitigen *qualitativen* Abstandes Computer/Mensch. Die Maschine ruft beispielsweise unter dem Stichwort ›Regen‹ zahlreiche Informationen aus ihrem Speicher ab: Was das ist, in welchen Zusammenhang das Phänomen gehört, wie es dazu kommt, wem zuviel oder zuwenig davon schadet oder nützt, welche Emotionen ihn begleiten können. Was dagegen der Mensch nebst einem ähnlichen Spektrum an Fakten aus seinen ›Speichern‹ hervorholt, ist die Erinnerung oder das Wiederauflebenlassen jener Emotionen: sinnliche Qualitäten, Situationen, Empfindungen, Stimmungen – wo die Schwerpunkte liegen, hängt sehr vom jeweiligen Kontext ab. Die Sprachkompetenz des sozialen Menschenwesens verleiht dieser Verflechtung aber noch eine ganz andere Dimension: »Alle Erfahrungen der Entwicklungspsychologie (sprechen) dafür, daß der einzelne Mensch seine in ihm angelegte Fähigkeit zu geistigen Leistungen überhaupt erst in der sprachlich vermittelten Gedankengemeinschaft voll entfalten kann, ob es sich dabei um wissenschaftliche, künstlerische, moralische oder religiöse Kompetenzen handelt; ja sogar was wir fühlen und wünschen, ist tief getränkt mit dem, was wir über Gefühle und Wünsche sprachlich vermittelt erfahren haben« [MARKL,1986:28]. Kurz: heutige Programme hantieren, wie geschickt auch immer, gänzlich unbeteiligt mit austauschbaren Symbolen. Der Mensch dagegen zeigt sich betroffen, nimmt Wertungen vor, kann – willkürlich oder unwillkürlich – seine Aufmerksamkeit lenken, hat Absichten, Intentionen. Diese fehlende *Intentionalität* ist es, die das ›klügste‹ Programm heutiger Machart – sogar gemessen am dümmsten Menschen – leblos und unintelligent erscheinen lassen. Daraus aber den Schluß zu ziehen, anderen Strukturen als unseren Gehirnen sei diese Eigenschaft prinzipiell versagt, wäre naiv und vorschnell. Das Vorurteil, selbst eine sehr komplexe Maschine könne nichts Eigenständiges hervorbringen, beruht wieder auf unserer leidigen Ursachenvorstellung. Gewiß braucht ein Programm, das nur aus einer linearen

Befehlskette besteht, einen Input, um einen Output zu erzeugen. Aber haben wir nicht gesehen, daß schon einfachste Systeme ein Verhalten hervorbringen, das *nicht* mehr ursächlich mit der Außenwelt zusammenhängt, wohl aber mit ihr interagiert, sobald Rückkopplung, d.h. Selbstbezüglichkeit einsetzt? Was geschieht, wenn ein wirklich pffiffiges Programm sensorisch an seiner Umwelt teilnimmt und auf sie reagieren kann? Dieser Aspekt, die *Verkörperung* einer Intelligenz, wird häufig vernachlässigt. Da das dynamische System ›Geist‹ kaum ein geschlossenes sein kann, sind seine Schnittstellen zur Umgebung – ist also der Körper – von eminenter Bedeutung. Das Zusammenspiel von Kopf und Leib ist – nicht nur metaphorisch – derart subtil, daß ich nicht glauben kann, mit einer (fiktiven) Gehirnverpflanzung sei auch ein Identitätstransfer vollzogen. Insofern kann ich übrigens auch mit der christlichen Idee einer ›unsterblichen Seele‹ wenig anfangen: Man versuche, sich vorzustellen, was von einem Menschen übrigbleibt, wenn man ihn seines Körpers und aller irgendwie damit verbundenen Gefühle, Erfahrungen, Bedingtheiten und Emotionen – einschließlich womöglich der Erinnerungen daran – beraubte. Einmal abgesehen davon, daß ich nicht sehe, wieso dieser Zustand erstrebenswert sein könnte, glaube ich nicht, daß ich mich in diesem reingeistigen Destillat überhaupt wiedererkennen würde... Aber zurück zu unserem pffiffigen Programm, das verschiedene Wahrnehmungsmodi und Handlungsmöglichkeiten habe. Was geschieht, wenn es nun noch über ein ›Selbstbildnis‹ verfügt, sich also selbst teilweise simulieren kann – rekursiv, also einschließlich dieser Simulation? Wird das ein ›Ich‹ sein? Und: Beinhaltet das, was wir Intentionalität genannt haben, nicht auch bereits *Gefühle* – sind diese Begriffe überhaupt voneinander trennbar? Wir sollten wirklich darüber nachdenken, denn das steht uns gewiß bevor...

Das Bewußtsein ist also ein erdgeschichtlich gesehen brandneues, unfertiges Betriebssystem für ein komplexes, reizverarbeitendes Netzwerk, das vormalig – im übertragenen Sinne – kaum mehr leistete als ein Taschenrechner mit seinem begrenzten Vorrat an fest verdrahteten Grundfunktionen. Bei den höheren Tierarten ist dieses Betriebssystem bereits so weit fortgeschritten, daß sich das Verhaltensrepertoire durch Lernen erweitert. Bei ihnen stellt die Auseinandersetzung mit der Umwelt gewissermaßen eine Programmerweiterung dar. Der Mensch aber hat gerade begonnen, in einem kleinen, meist weit überschätzten Rahmen in seine eigenen Programme einzugreifen.

Wir sollten darüber nicht vergessen, daß dieser komfortable Ausbau unserer Flexibilität und Erkenntnisfähigkeit zwar einen großen Teil der Hardware unserer grauen Zellen in Anspruch nimmt – eben aufgrund des genannten

Ballastes –, daß aber die niederen Ebenen nach wie vor in uns tätig sind, und mit ungleich höherer Effizienz: wollten wir versuchen, die mächtigen Fähigkeiten etwa unserer Gestaltwahrnehmung *bewußt* zu übernehmen, so würde uns das ziemlich frustrieren. Man stelle sich vor, beim Lesen dieser Zeilen sprängen einem nicht unmittelbar die kompletten Worte (oder wenigstens die Buchstaben) ins Verständnis, sondern man müßte jedes Teilstück und jeden Richtungswechsel der gedruckten schwarzen Linie bewußt analysieren und mit allen jemals gesehenen Schrifttypen vergleichen, um so die Symbole wiederzuerkennen – die Lektüre des vorliegenden Buches geriete wohl zur Lebensaufgabe das bewußte Denken wäre damit hoffnungslos überfordert. Aber es hat andere Qualitäten; es ermöglicht uns, einen festgefügtten Rahmen zu verlassen und uns Neuem zu stellen, indem wir kreativ nie dagewesene Gedanken und Verhaltensweisen entwickeln.

Und nicht zuletzt haben wir die gewaltigen Leistungen unserer rechten, intuitiven Hirnhälfte gebührend zu würdigen. Hier werden Lösungen für komplexe Probleme gefunden, die das Hinzuziehen von umfangreichem und vielschichtigem, aber auch unbewußtem und lückenhaftem Wissen erfordern. Die sequentielle, von Sprache und Bildern getragene Arbeitsweise der linken Hälfte mag logischer, zwangsläufiger und klarer sein; jedoch ist die Problemdimension, die hier bewältigt werden kann, überraschend gering. Die bewußte Analyse begrenzt den Umfang *gleichzeitig* einzubeziehender Inhalte drastisch. Vermutlich hat das etwas mit der psychischen Präsenzzeit zu tun, der Obergrenze erlebbarer Gegenwart. Diese Spanne von einigen Sekunden zeigt sich in vielen Experimenten der Verhaltensforscher, beim freien Sprechen, beim Lesen, in der Musik, in der Verszeilenlänge von Gedichten und anderem mehr [PÖPPEL, 1985:42-80], [GRÜSSER in GUMIN/MEIER, 1983:98ff]. Das Bewußtsein kann eine lineare Gedankenkette nur über einen bescheidenen Zeitraum im Rahmen des ›Jetzt‹ integrieren. Bei umfangreicheren Problemen rutschen Teile bereits aus unserem Blickfeld, bevor wir zuende gedacht haben, d.h. wir müssen gedanklich hin und her blättern. Das erschwert die Bewältigung naturgemäß ganz erheblich.

Diese Beschränkung scheint bei der parallelen Verarbeitung der rechten Hirnhälfte zu entfallen. Ein wenig Selbstbeobachtung führt zu dem Eindruck, daß man Fragestellungen zwar bewußt unter Zuhilfenahme der analytischen Fähigkeiten herausarbeitet, präzisiert und strukturiert. Die Lösung allerdings ergibt sich schon bei nur mäßig verzwickten Fällen *nicht* aus logischen Gedankenketten, sondern taucht – wie die Belustigung über einen Witz – plötzlich im Bewußtsein auf. Damit trete ich entschieden der Auffassung entgegen, man könne allen Problemen rational beikommen. Unbestritten aber

ist die Bedeutung der rationalen *Vorbereitung*: Es gilt, die Frage mundgerecht anzurichten, so daß die Intuition Appetit darauf bekommt.

Wenn man nun die ›Abschöpfbarkeit‹ von Intelligenz grundsätzlich akzeptiert (und was spräche dagegen?), dann verbleibt nur ein maßgeblicher Unterschied zwischen ihrer technischen Umsetzung und dem biologischen Vorläufer: Es ist schwer vorstellbar, wie eine quasi ›genetische‹ Evolution heute denkbarer Computer vonstatten gehen könnte. Variation und Selektion stellen dabei kein Problem dar, was aber fehlt, ist das Bindeglied der Selbstreproduktion: Maschinen wachsen eben nicht, sie werden gebaut. Jedoch brauchen wir keine utopischen Vorstellungen von einem Roboter zu bemühen, der zum Zwecke einer IQ-Verbesserung in seinem Kopf herumlötet. Dergleichen ist für unsere Überlegung überflüssig. Alan Turing hat gezeigt, daß bereits eine lächerlich einfache Maschine prinzipiell *alles* kann, was ein beliebig komplizierter serieller Digitalrechner zu leisten vermag [vgl. GARDNER, 1985:37] – wenn man von praktischen Erwägungen, besonders der Geschwindigkeit, einmal absieht. Aus solchen Maschinen wiederum lassen sich Netze konfigurieren, die vom Prinzip her wie Nervenzellen verschaltet sein können. Für unsere grundsätzlichen Erwägungen ist die Frage der Hardware also völlig nebensächlich. »Allerdings darf man sich nicht der Illusion hingeben, man könnte ein solches Gehirnmodell besser verstehen als das Gehirn selber, nur weil man eine Art elektronischer Kopie anstelle des biologischen Originals vor sich hätte. (...) Das Gedankenexperiment mit der Maschine, die menschliches Verhalten simuliert, unterstützt nicht ein mechanisches Weltbild: Eine Maschine, die alles könnte wie ein Mensch, würden wir nicht vollständig verstehen; eine Maschine, die wir verstehen, könnte nicht alles wie ein Mensch« [GIERER, 1985:47,250].

Weiter waren wir zu dem Schluß gekommen, daß bereits für den Menschen die genetische Evolution faktisch von der intellektuellen Evolution abgelöst worden ist. Die Evolution hat die Materie zwar (noch?) nicht abgestreift, benötigt sie sozusagen als ›Wirtskörper‹, aber sie ist zu einem Software-Prozeß geworden. Und auf dieser Ebene stehen Computern die gleichen Möglichkeiten offen, denn ihre Gedanken (die sie m.E. sicher einmal haben werden) finden in der Chance der Anerkennung (Selektion) die Möglichkeit zur Verbreitung (Selbstreproduktion), wobei Mißverständnisse und kreative Abwandlungen (Mutation und Variation) inbegriffen sind. Alle Voraussetzungen für den erkenntnisgewinnenden Prozeß der Evolution des Geistes stehen damit bereit – ob das ›Wirtstier‹ dafür in ferner Zukunft aus Fleisch und Blut, Silizium und Plastik oder woraus auch immer gemacht sein wird: Was spielt das für eine

Rolle, wenn man einmal unsere anthropomorphen Zwangsvorstellungen außer Acht läßt? Die Mehrzahl der Menschen reagiert auf solche Gedanken, als müßten sie nun mit einem Roboter ins Bett gehen. Gewiß fanden auch die Saurier nichts Romantisches an der Vorstellung, von den Säugern abgelöst zu werden. Und ebenso gewiß würden sie wohl emotionale Argumente schon gegen die bloße Möglichkeit gefunden haben, etwa, daß diese schwächlichen, nackten und schutzlosen Winzlinge doch völlig chancenlos seien. Nun, die Zeiten ändern sich – früher oder später sicher auch für uns. Und dafür sehe ich folgenden äußerst gewichtigen Grund. Erinnern wir uns: Die Evolution hat einen molekularen Speicher entwickelt, um auf den Erfolgen vorangegangener Generationen aufbauen zu können. Die geschlechtliche Fortpflanzung brachte dann mit der Durchmischung der Speicherinhalte so massive Vorteile, daß dafür sogar der Tod der Individuen bedenkenlos in Kauf genommen wurde. (Den sich teilenden Einzellern war dieses Schicksal ja noch fremd.) Konnte man vorher schon den Eindruck gewinnen, es gehe der Evolution mehr um die Entwicklung der Baupläne als um die der Individuen, so wird das fast zur Gewißheit, wenn man ihres verschwenderischen Umgangs mit Leben gewahr wird: Millionen von Organismen verschleißt sie, um hier und da ein paar Schnörkel an ihren Plänen zu verbessern. Wir haben aber festgestellt, daß die Methoden der Evolution zunehmend eleganter und effizienter werden, und konsequent erschafft sie das Gehirn, das durch individuelle Lernfähigkeit die Ökonomie des Lebendigen erheblich aufbessert. Schließlich kam ein wundersames Wesen dabei heraus: es gibt einen Teil seines Wissens in einer Milliarden Jahre alten (genetischen) Sprache an die nächste Generation weiter, den anderen Teil dagegen formuliert es in einer (kulturellen) Sprache, deren Alter erst nach Jahrtausenden mißt. Unsere Ichs sind fürwahr illustre Cocktails aus DNS, Worten, Emotionen und *bits* – gemixt von Zeugung, Gesprächen, Eindrücken und technischen Einflüssen. Und jetzt, da dem biologischen Fundament dieses Prozesses vielleicht nur noch die Rolle einer tragenden Konstante zufällt, ist sein Zyklus von Tod und Neukonstruktion ein lästiges und bremsendes Unterfangen. Jedoch – es ist eine Notwendigkeit, die aus der zurückliegenden Entwicklung resultiert. Da hilft kein Jammern: ohne den Tod würden wir wohl heute noch dumpf in den Urmeeren herumplantschen. Solange der Geist noch auf biologische Materie baut, solange braucht er den Tod. Springen wir aber gedanklich heraus aus diesen Zwängen und hinein in einen vielleicht zukünftigen Evolutionsmechanismus: Es ist eine Binsenweisheit, daß Computer sich mit dem standardisierten Datenaustausch erheblich leichter tun als wir mit unserem oben geschilderten zweigleisigen Verfahren. Einer solchen AI wäre es ein leichtes, alle Vorteile beider Wege zu

integrieren, ihre völlige Entkopplung von der Hardware zu bewerkstelligen, und damit die hinderlichen und teuren Einschnitte von Geburt und Tod wegzurationalisieren. Damit würde in gewisser Weise wieder an das Einzellerstadium angeknüpft – aber nicht die Materie entwickelte sich nun nach diesem todlosen Muster, sondern die puren Gedanken. Das Gehirn ist ein konsequenter Schritt in diese Richtung gewesen, auf den weitere folgen werden. Und es zeichnet sich ab, daß dabei eben auch die Verpackung wechseln wird. Die Natur hat sich bei ihrem Bestreben nach Komplexitätssteigerung niemals an irgendwelche liebgewonnenen Modellreihen festgeklammert: Arten, die mehr als einige Millionen Jahre überdauern, sind die Ausnahme. Und im übrigen würde ein Brontosaurus Sie schwerlich attraktiv gefunden haben...

Bevor ich mich jedoch mit solchen Spekulationen vollends unbeliebt mache, verlasse ich dieses Thema mit einem abschließenden Gedankengang, der eindringlich die Beliebigkeit der materiellen Basis zeigt: Das Wiedererkennen eines einstmals vertrauten Menschen durchzuckt uns auch nach Jahren der Trennung augenblicklich. Uns ist dabei wohl kaum bewußt, daß diese Person nun eine völlig andere ist – nahezu alle ihre Zellen sind inzwischen durch neue ersetzt worden –, denn was wir registrieren ist die Kontinuität im Aussehen, im Verhalten, im Charakter. All das aber sind Organisationsmuster der austauschbaren Materie; ist letztlich reine Information: Software.

Zeit, Geist und Ursprung

»Die Zeit ist für uns ein Problem, ein furchtbares und drängendes Problem, vielleicht das wichtigste Problem der Metaphysik; dagegen ist die Ewigkeit ein Spiel oder eine müde gewordene Hoffnung.«

JORGE L. BORGES

In den bisherigen Kapiteln haben wir vom evolutionären Ursprung unserer Erkenntnisfähigkeit gesprochen, und hatten am Beispiel des Feuerzeugs versucht, über die biologische Abstammungslehre hinauszublicken. Die kosmische Evolution war eine erste Etappe in diesem verallgemeinerten Bild. Schließlich stellten wir fest, daß auch die evolutionären Mechanismen und ihre Geschwindigkeit sich fortentwickeln. So kamen wir über Genetik und Sprache zum Bewußtsein, verbunden mit Spekulationen über ein weiter voranschreitendes Wachstum des Geistes, für den der Mensch – so glaube ich – nur ein materielles Sprungbrett darstellt, einen Meilenstein an einer langen

Straße. Versuchen wir nun, die Beziehung von Komplexität, Zeit und Evolution näher zu verstehen, wobei wir den letztgenannten Begriff noch weiter verallgemeinern werden.

Dazu müssen wir Klarheit in unser *Zeitempfinden* bringen. Wir haben gesehen, daß Rückkopplung häufig Systeme zum Schwingen veranlaßt. Wir begegneten diesem Phänomen bei pfeifenden Verstärkeranlagen, Populationszahlen und Dampfmaschinenkolben. Auch Uhren machen Gebrauch davon. Ob Stand-, Taschen- oder Digitaluhr: In allen diesen Fällen synchronisiert die mechanische Auslenkung eines schwingenden Körpers die Zufuhr neuer Energie mit dem Takt seiner Eigenschwingung, und erhält sie so aufrecht. Einzig das stabilisierende Element (Pendel, Unruh oder Quarzkristall) unterscheidet sich in Größe und Präzision.

Solch ein System ›beobachtet‹ sich selbst und wirkt – abhängig von dieser Beobachtung – auf seine eigenen Zustandsgrößen ein. Dieser Selbstbezug zeigt sich auch deutlich im mathematischen Formalismus, mit dem Schwingungen beschrieben werden, der Differentialgleichung. Sie stellt eine Beziehung her zwischen einer solchen Zustandsgröße und dem Maß ihrer zeitlichen Veränderung, also z.B. zwischen Ort und Geschwindigkeit. Somit beschreiben Differentialgleichungen die zeitliche Entwicklung solcher Systeme, was sie in gewisser Weise rekursiven Gleichungen ähneln läßt, wie wir sie im Zusammenhang mit dem ›Chaos‹ kennengelernt hatten.

Nun gibt es Anlaß zu der Vermutung, daß auch das Gehirn einen solchen oszillatorischen Mechanismus nutzt, um uns ›Zeit‹ überhaupt erst erfahrbar zu machen. Sinnesphysiologische Untersuchungen beim Menschen offenbaren ein überraschendes Verhalten, das Ernst Pöppel [1987:22ff] folgendermaßen charakterisiert: Abhängig vom angesprochenen Sinnessystem müssen zwei akustische, optische oder taktile Reize um mindestens 4 bis 30 ms (Millisekunden) voneinander getrennt sein, damit sie in der Wahrnehmung nicht zusammenfließen. In all diesen Fällen bedarf es aber eines einheitlich um 30-40 ms vergrößerten Abstandes, will man sich auch über die Reihenfolge der Reize klarwerden. Die Konstanz dieser Zeit – unabhängig davon, ob Auge, Ohr oder Tastsinn betrachtet wird – deutet darauf hin, daß wir es hier mit der konstanten ›Rechenzeit‹ einer nachgeschalteten Instanz zu tun haben: der Identifikation eines Ereignisses durch das Gehirn.

Auf diese ›Ordnungsschwelle‹ stoßen wir auch in einem zweiten Versuch. Mißt man die Zeit, die benötigt wird, um zwei verschiedene, in zufälliger Folge ausgelöste Reize mit zwei fest zugeordneten Reaktionen zu quittieren, so stellt man bei vielfacher Wiederholung der Messung fest, daß die möglichen Entscheidungszeitpunkte vorzugsweise in einem Raster der Schrittweite 30-40

ms angeordnet sind. Vermutlich stößt der Reiz im Gehirn eine neuronale Schwingung eben dieser Periode an (oder, was auf das gleiche hinausläuft: synchronisiert eine bestehende Oszillation), »und nun wird verglichen, mit welchem der im Gedächtnis gespeicherten Alternativen dieser Reiz übereinstimmt. (...) Wenn der Vergleich sich aber etwas hinzieht, weil vielleicht die Intensität des Reizes im Vergleich mit den im Gedächtnis gespeicherten Reizen noch nicht sicher ist, dann erfolgt die Reaktion etwas später. Dieses Später ist aber nicht beliebig später, sondern zu bestimmten bevorzugten Zeitpunkten, die definiert sind durch den oszillatorischen Vorgang im Gehirn, der zur Identifikation eines Ereignisses benötigt wird« [ebd.:40]. Pöppel vermutet dahinter »eine Gehirnuhr, die in oszillatorischen Prozessen von Nervenzellen repräsentiert« ist. Übrigens scheint ein Teil der Wirkung von LSD-Psychosen auf einer Störung dieses internen Taktes zu beruhen: Hans Heimann berichtet von diesbezüglichen Untersuchungen, bei denen Probanden ein unregelmäßiges, sprunghaftes und vorübergehend stillstehendes Zeitempfinden beschreiben [in GUMIN/MEIER,1983:63ff].

Somit verfügen wir zwar nicht über ein eigenes Sinnesorgan für das unmittelbare Erleben der Zeit, empfinden aber Zeitlichkeit im Prozeß der Verarbeitung von Sinneseindrücken und Erinnerungem. Wenn wir bildhaft sagen, etwas habe auf uns ›Eindruck gemacht‹, so sehen wir unser Bewußtsein gleichsam als wächserne Walze in Thomas A. Edisons Phonographen (dem Vorläufer des Grammophons), in die der feine Stichel der Wahrnehmung seine ›Eindrücke‹ graviert. Allerdings verfährt unser Gedächtnis sparsamer mit seinem verfügbaren Platz: anders als die Wachstrommel, die sich auch bei völliger Stille unbeirrt weiterdreht, zeichnen wir Ereignislosigkeit nicht gleichberechtigt auf. Aus diesen Eigenarten des Erlebens und Erinnerungem von Zeitlichkeit resultiert einerseits das stark subjektiv gefärbte Zeitgefühl, andererseits der mitunter enorme Unterschied empfundener Dauer aus gegenwärtiger bzw. rückschauender Perspektive: Ein Baum würde wohl – ebenso wie viele Menschen es tun – beklagen, die Sommer seien immer so schrecklich kurz, während die kalten, dunklen Monate träge dahinschlichen. In seinem ›Gedächtnis‹ aber, das in Form der Jahresringe vorzugsweise Phasen der Aktivität registriert, scheint dieses Verhältnis auf den Kopf gestellt: eine dicke Schicht Holz markiert den reichen Erinnerungsschatz der als schnell verstreichend empfundenen Spanne, und der so langweilige Winter hinterläßt kaum Spuren.

Offenbar wird in unserem Kopf ein Mechanismus bereitgestellt, der uns das Erleben von etwas gestattet, das nur in den allgegenwärtigen Veränderungen und Vorgängen aufscheint. Zeit als bloße Begleiterscheinung der inneren und

äußeren Erlebnisfülle? Die Spekulationen über das Wesen der Zeit ziehen sich durch die Jahrtausende. Was kann uns die Physik darüber sagen? Nun, im Grunde ist auch ihr Beitrag von bestürzender Geringfügigkeit. Zwar läßt sich prächtig mit ihr rechnen, und von allen physikalischen Größen beherrschen wir die Zeit meßtechnisch am genauesten. Verworren dagegen ist unser Wissen darüber, was sie eigentlich ist. Die Relativitätstheorie zeigt klipp und klar, daß die Eigenzeit der lichtschnellen Photonen immer Null ist, d.h. im Bezugssystem der Strahlungsquanten ist unser Zeitbegriff nicht anwendbar. Aus dieser Perspektive gibt es weder Abläufe noch Vergänglichkeit.

Ohne einen Gültigkeitsbereich anzugeben, beschrieb Newton die Zeit mit Attributen wie »absolut, wahr und mathematisch« und unterstellte ihr gleichmäßiges Fließen »ohne Beziehung auf irgend einen äußeren Gegenstand«, übersah jedoch, daß keine seiner Gleichungen der Zeit eine Richtung aufzwingt oder eine solche Festlegung voraussetzt. Auch die Formalismen der Elektrodynamik und der Quantenmechanik brachten hier wenig Neues, sieht man davon ab, daß letztere die Kontinuität mikroskopischer Vorgänge zerhackt und ihrer Zeitlichkeit damit einen sprunghaften, unstetigen Charakter bescheinigt.

Abgesehen von einer geringfügigen Verletzung der »Zeitumkehrinvarianz«, also der qualitativen Unterscheidung von Vergangenheit und Zukunft bei gewissen Zerfallsprozessen unter Einfluß der Schwachen Kernkraft – bislang weitgehend unverstanden – finden wir einzig im vielzitierten Zweiten Hauptsatz der Thermodynamik einen diesbezüglichen Fingerzeig – und der ist überdies »nur« statistisch formulierbar, also vielleicht nicht so recht das, was man sich wünschen würde. Man ist versucht, die Zeit als bloße Erfindung des Geistes anzusehen. Bereits Aristoteles argwöhnte, »ob die Zeit existieren würde, wenn es kein Bewußtsein gäbe«. Hätte sich unsere Anschauung nicht so hartnäckig an das Konzept »Zeit« geklammert, so wäre in der Naturwissenschaft vielleicht bis heute kein Richtungspfeil in dieser Einbahnstraße angebracht worden. Das Durcheinander ist beträchtlich: Zeitlosigkeit, absolute und eingebildete Zeit, zerhackte und stetig fließende Zeit; ein Zeitfluß, der einmal gar keine Richtung hat, aber dann wieder einer »pessimistischen«, zerfallsbetonten Orientierung folgt, oder einer »optimistischen«, welche die kreative Entwicklung widerspiegelt... Wir werden bald beginnen, diese keineswegs widersprüchlichen Aspekte in eine Systematik einzuordnen; einstweilen müssen wir aber die Verwirrung noch vervollständigen.

Wir hatten uns bereits recht ausführlich dem Entropiebegriff gewidmet. Wir sahen, daß geschlossene Systeme allmählich ihre Ordnung einbüßen, d.h.

einem Maximum der Entropie zustreben. Umgekehrt können wir nun sagen, daß unsere umgangssprachliche Vorstellung von *gerichteter* Zeit nur im Werden und Vergehen von Ordnungszuständen sinnvoll ist. Deshalb gibt es diese Zeitlichkeit nur oberhalb einer gewissen Komplexität, nicht aber für ein einzelnes Elementarteilchen, auf das der Begriff »Ordnung« ja ebensowenig anwendbar ist wie etwa »grün«, »bitter« oder »glitschig«. Ich bin versucht, diese Zeit als Systemphänomene von Komplexität zu bezeichnen. Da andererseits die Quelle aller Komplexität in evolutionären Mechanismen liegt, wollen wir im folgenden die enge Beziehung von Zeit und Evolution zu einer Art gegenseitiger Definition nutzen.

Notwendige Voraussetzung dafür, daß wir ein Zeitgefühl entwickeln konnten, ist die Tatsache, daß wir »makroskopische Systeme« sind, die – wiederum eingebettet in noch größere dynamische Strukturen – allesamt weit entfernt vom thermodynamischen Gleichgewicht existieren: »Sämtliche nur möglichen Abweichungen der Entropie vom Gleichgewichtswert haben ein negatives Vorzeichen. Die Entropie kann bei der Rückeinstellung des Gleichgewichts – egal aus welcher Richtung sie erfolgt – nur *zunehmen*. In der Umgebung des Gleichgewichts sind somit Vergangenheit und Zukunft nicht mehr aus dem Verhalten der Entropie zu unterscheiden. Die Tatsache, daß wir ein Zeitbewußtsein haben, basiert darauf, daß der Bereich des Universums, in dem wir leben, noch weit vom Gleichgewicht entfernt ist« [EIGEN/WINKLER,1975:178]. Bildlich gesprochen, wird sich ein Wanderer auf dem nur schwach nach unten gewölbten Boden eines Kraters in *Zentrumsnähe* annähernd gleichviel (oder gleichwenig) anstrengen müssen, ob er sich nun zur Mitte hin oder von ihr weg bewegt. Ganz anders die Situation in größerer Entfernung von der tiefsten Stelle: hier, irgendwo oben in der steilen Kraterwand, verspüren wir eindringlich den Unterschied zwischen dem kräftezehrenden Wegstreben vom Gleichgewicht und dem mühelosen Rutschen- und Fallenlassen. In diesem Bild entspricht der *horizontalen* Entfernung von der Mitte die Abweichung vom Gleichgewicht; die damit immer rascher anwachsende Höhe über dem Boden ist dann die Unwahrscheinlichkeit dieses Zustandes. Die Steilheit der Wand vermittelt uns anschaulich die zunehmende Tendenz unbelebter Strukturen, zum Gleichgewicht hinzustreben, je weiter sie davon entfernt sind. Ganz unten am Boden jedoch, wo Vergangenheit und Zukunft untrennbar verschmelzen, ist keine Organisation denkbar; kommen keine dynamischen Strukturen, kein Leben vor; kann es kein Bewußtsein geben.

Das Wunderbare des kosmischen Prozesses liegt nun darin, daß ein Teil der Materie sich – im bildlichen und wörtlichen Sinne – in den Höllenschlund stürzt (nämlich der Wasserstoff im Innern der Sterne) und dabei die Energie

freisetzt, die es dem anderen, komplex organisierten Teil ermöglicht, dem Abgrund zu entkommen und immer höher hinauf zu klettern, eine immer unwahrscheinlichere Entfernung vom Gleichgewicht zu erreichen, und unablässig neue Ebenen auf die *Geschichtete Ordnung* zu türmen.

Manfred Eigen legt eine interessante Terminologie für die eigentümlichen Manifestationen der *Gerichtetheit* von Zeit vor, die ich auf das Gleichnis vom Kraterkletterer zu übertragen versuche. Auf diesem Wege geraten wir flugs wieder auf das Spielfeld der Evolution. Eigen spricht von zwei graduell verschiedenen Ausprägungen der Zeitlichkeit. Die von ihm so genannte ›schwache‹ Zeitlichkeit entspricht der Unterscheidung zwischen dem Abwärts und dem Aufwärts, ausgehend von einem Punkt in der Steilwand. Unser ›Aufsteiger‹ muß freie Energie konsumieren, und in minderwertigerer Form, größtenteils als Wärme, wieder abgeben. Diese sogenannte Dissipation (lat. *dissipatio*; Zerstreuung) markiert die Richtung der Zeit fernab vom Gleichgewicht.

Noch klarer zeigt sich diese ›schwache‹ Zeitlichkeit bei der Erosion des Kraters: verwitternde Felsbrocken, die sich lösen und hinabfallen, dissipieren beim Aufprall ihre freie Bewegungsenergie in Reibungs- und Deformationswärme. Irgendwann wird der Krater eingeebnet und alles zu Staub zerfallen sein, dessen flüchtige Verwehungen nur mehr statistische Fluktuationen um den Gleichgewichtszustand darstellen. Einer Filmsequenz dieses Endzustandes sehen wir nicht mehr an, ob sie vorwärts oder rückwärts vorgeführt wird: es herrscht Zeitlosigkeit.

Aufbauend auf dieser Vorstellung führt Eigen die ›starke‹ Zeitlichkeit ein. Da – wie eingangs schon angeklungen war – dieser Typus besonders in der Evolution seinen Ausdruck findet, betrachten wir außer der Steigleistung unseres Kletterers nun auch seine Vermehrung und Ausbreitung. Zur Vereinfachung wollen wir annehmen, wir hätten es mit einem simplen Einzeller zu tun.

Da dieser Organismus einen Stoffwechsel unterhält – also Energie dissipiert –, kann er sich stabil in einer gewissen Höhe über dem Kraterboden einnisten. Damit ist auch schon gesagt, daß er ein *offenes* System darstellt und der ›schwachen‹ Zeitlichkeit unterliegt. Nun wird er sich teilen, wenn es die Umstände zulassen, und nach und nach ein Spektrum von Mutationen hervorbringen. Viele davon werden beispielsweise ihre Nahrung weniger gut ausnutzen, einige wenige aber bessere Futterverwerter sein, und dadurch größere Aktivität entfalten. Somit können letztere sich noch weiter vom Gleichgewicht entfernen und höhere Regionen besiedeln, wo es mehr Platz und weniger Konkurrenz um Energie gibt. Die vom genetischen Schicksal

benachteiligten Artgenossen rutschen ein Stück den Hang hinunter, bedrängen einander arg und werden nicht mit den Vermehrungsraten der Aufsteiger mithalten können. Folglich werden die seltenen zufälligen Verbesserungen im Erbmaterial zahlenmäßig überproportional vervielfältigt, während die Schäden – sofern sie überhaupt noch lebensfähige Individuen ermöglichen – starke ›Verdünnung‹ erfahren. Über diese stetige Optimierung hinaus gibt es gelegentlich dramatische Situationen. Glückstreffer (ein neues Enzym etwa oder gelungene Kooperationen) können derart gravierende Vorteile verschaffen, daß der Kraterwand übersprungen wird. Diese Mutante kann dann explosionsartig die ganze Ebene in Besitz nehmen. Die enorme Verdünnung der unten Zurückgebliebenen kommt praktisch ihrem schlagartigen Aussterben gleich. Die Erfolgreichen jedoch branden in Massen gegen neue Berghänge (Steigerungen der unwahrscheinlichen Gleichgewichtsferne), die sie nach erprobtem Schema erobern. Dabei trennen sich die Wege: jene Scharen, die verschiedene Anhöhen erklimmen, werden einander immer unähnlicher – der Keim zur Vielfalt der Arten ist gelegt. Durch diesen informationsgewinnenden Prozeß von Erstmaligkeit (Mutation) und Bestätigung (Selektion), ergänzt durch den Mechanismus der Selbstreplikation, die den jeweils erfolgreichen Typ stabilisiert, ist die Entwicklung förmlich gezwungen, den Berg ›hinaufzufallen‹. Und darin liegt der aufbauende, kreative, der *optimistische* Pfeil der Zeit.

Der evolutionäre Mechanismus *kann gar nicht anders*, als (wenigstens stellenweise) immer kompliziertere und komplexere Organismen hervorzubringen. Dabei folgen auf Phasen langsamer, aber stetiger und geringfügiger Fortschritte ab und zu mächtige Sprünge (im Rahmen von René Thoms *Katastrophentheorie* irreführenderweise auch ›Katastrophen‹ genannt), sowie Aufspaltungen der weiteren Entwicklungslinien: »Ursprung und Evolution des Lebens sind unumkehrbare, 'stark' zeitliche Prozesse. Eine Vorzugsrichtung erhielt der Evolutionsprozeß erst durch das Auftreten selbstreproduktiver Strukturen. Selbstreproduktion ist die Voraussetzung selektiver Informationsbewertung. (...) Die 'starke' Zeitlichkeit und die historische Einzigartigkeit dieser auf Selektion basierenden Evolution ist in der Unumkehrbarkeit der auf mikroskopischer Ebene sich vollziehenden Abfolge der Mutationen verankert. (...) Evolution ist somit eine unumkehrbare Abfolge von 'Katastrophen'« [EIGEN in GUMIN/MEIER, 1983:50f].

So können also hoffnungslose Unwahrscheinlichkeiten wie das Leben »ohne weiteres erreicht werden, wenn ein passender Energievorrat verfügbar ist«. Wir wissen, daß wir ihn von der Sonne beziehen. »Aber wie? Sonnenlicht, das auf einen Schrottplatz fällt, wird den Schrott nicht dazu bringen, sich zu einer

B747 zusammensetzen, sondern uns lediglich warmen Schrott bescheren« [SHAPIRO,1987:224f]. Die Antwort ist jetzt offensichtlich: *Ordnung, Information, Geist und Zeit sind die Folge eines Energieflusses durch gleichgewichtsferne, selbstreproduzierende Systeme – und ihren notwendigen kleinen Unvollkommenheiten: das ist, was wir Evolution nennen.*

Ordnen wir nun den Zeitenwirrwarr. Wäre da nicht die lange Vorrede über die immer wiederkehrenden evolutionären Muster gewesen, so sollte uns diese Schlußfolgerung heftig überraschen: auch die Zeit, dieses wundersame Etwas, ist ein Kind der Evolution, und die beschriebenen Ausprägungen der Zeitlichkeit stellen ihre Entwicklungsschritte auf den verschiedenen Ebenen der *Geschichteten Ordnung* dar. Besonders klar hat das Julius T. Fraser in seinem Buch *Die Zeit* [1987] systematisiert:

- Die Welt der Strahlung, in der ausschließlich die ›absolute Bewegung‹ vorkommt – die unbedingt konstante Geschwindigkeit des Lichts –, dieses Reich kennt keinen Zeitbegriff. Aus diesem lichtschnellen Bezugssystem heraus betrachtet schrumpft jede Entfernung zu Null; geschieht alles gleichzeitig: hier herrscht *Azeitlichkeit*.
- Die nächste Stufe der Hierarchie wird gebildet von solchen zeitlosen Strahlungsquanten, die zu subatomaren Partikeln kondensiert sind. Wir haben jene Welt betreten, von der uns die Quantentheorie eine Vorstellung vermittelt. Die hier regierende Unschärfe ist Ausdruck einer unstetigen, nur statistisch formulierbaren Zeit, die für Begriffe wie Richtung, Fluß und Kausalität noch nicht reif ist. So primitiv diese Form auch ist: wir befinden uns am Geburtsort der Zeit, und folglich sprechen wir hier von *Protozeitlichkeit* (zu griech. *protos*; der erste).
- Der Aufstieg zur nächsten Integrationsebene, den massereichen Systemen – von Atomen bis hin zu Planeten – versetzt uns in die Gefilde der Newtonschen Mechanik. Hier begegnet uns die Zeit als »das t des Physikers«: In der Komplexität geht die individuelle Unschärfe unter, und erstmals empfinden wir ein stetiges Fließen. Bezüglich der Gerichtetheit müssen wir Frasers Systematik etwas vervollständigen: Richtungslos ist dieser Fluß nur in der Nähe des thermodynamischen Gleichgewichtes. Abseits davon – wir erinnern uns der spontanen Durchmischung kalter und heißer Luft – herrscht solange eine ›schwache‹ Gerichtetheit, bis das Gleichgewicht wieder hergestellt ist. Die Komplexität braut hier also etwas zusammen, schafft es aber einstweilen nur bis zu diesem ›pessimistischen‹

Zeitpfeil. Nichtsdestotrotz: der Lauf der Zeit bricht an, und dieser Anbruch ist eingefangen im Begriff *Eozeitlichkeit* (zu griech. *eos*; Morgenröte).

- Wir dringen nun ins Reich der Lebewesen vor. Dazu wollen wir alle autopoietischen Strukturen zählen, also alle Systeme, die dem pessimistischen Zeitpfeil weitgehend trotzen und sich durch Konsum freier Energie permanent selbst erzeugen. Mögen sie die dazu erforderliche Information auch noch so konservativ von Generation zu Generation weitergeben, jener Pfeil des Verfalls verändert sie hie und da. Wir haben gesehen, wie dabei im Zusammenspiel mit Selbstreproduktion und Selektion immer komplexere Ordnung entsteht, und sich darin der ›optimistische‹ Zeitpfeil manifestiert. Der Gegensatz zum Jetzt, das Nicht-Jetzt wird dauerhaft geschieden in ein Vorher und ein Nachher. Besonders deutlich wird diese ›starke‹ Gerichtetheit in der Evolution des Lebens und in den biologischen Funktionen der Lebewesen, weswegen wir von *Biozeitlichkeit* sprechen.
- Und schließlich gibt es eine geistige Gegenwart mit den Möglichkeiten der Erinnerung und der Erwartung; eine Gegenwart, deren Aufmerksamkeit sich auf beliebige Ausschnitte eines Zeithorizontes richten kann, der über viele Milliarden Jahre reicht. Es ist dies die intellektuelle Zeit des Menschen, die *Noozeitlichkeit* (zu griech. *nous*; Geist).

Wie wir sehen, verströmt sich die Zeit nicht seit Anbeginn, wartend, daß sich etwas in ihr ereignen möge; vielmehr schraubt sie sich gemeinsam mit der heranwachsenden Komplexität durch die Schichten empor, um schließlich in unserem Bewußtsein die seltsamsten Verwirrungen anzurichten...

Aber auch mit diesen Überlegungen haben wir die Universalität der Evolution gewiß nur leicht gestreift. Auch das Aneinanderreihen ihrer kosmischen, stellaren, planetaren, molekularen, biologischen, genetischen, neuralen, intellektuellen, sozialen und kulturellen Phasen stellt eine noch unvollkommene Sehweise dar.

Wie kaum ein anderer hat Erich Jantsch in seinem Buch *Die Selbstorganisation des Universums* [1979] den schöpferischen Charakter und das kooperative Ineinandergreifen dieser Prozesse erkannt und systematisiert. Weit über die dumpfe Zufälligkeit des Darwinismus hinausgehend schildert er die Evolution als offene, der eigenen Kreativität immer wieder überraschend Bahn brechende Entfaltung von Ordnung im Kosmos. Einmal in Gang gesetzt, nimmt die vielschichtige Dynamik dieser Selbstorganisation rasch die Wesensmerkmale von Geist an – zunächst auf unendlich trägen, unbewußten Stufen; bald aber

»in einem stetig anschwellenden, voller werdenden Akkord des Bewußtseins« [ebd.:411].

Nachdrückliche Betonung legt Jantsch auf die Verschränkung von Mikro- und Makroevolution: Das Dasein beginnt zugleich im Allerkleinsten (den Quanten) wie im Allumfassenden (dem kosmischen Raum), um sodann seine Aktivitäten Schritt für Schritt auf moderate Dimensionen hin konvergieren zu lassen. Wie wir gesehen haben, schließen sich die Evolutionsphasen der Sterne/Atome und dann die der Planeten/Moleküle an. Das Makrosystem setzt sich dabei jeweils aus den Mikrobausteinen zusammen, für deren Beständigkeit es als Ganzes erst das passende Milieu bereitstellt. Diese Koevolution setzt sich fort in den Begriffspaaren Biosphäre/dissipative Strukturen, Ökosysteme/Einzeller und Populationen/Vielzeller, um schließlich im bewußten Individuum zusammenzutreffen. Wir dürfen also nicht einseitig im Baukastenschema denken: weder ist der Kosmos aus Teilchen zurechtgezimmert worden, noch haben sich Organismen durch geniale Verknüpfung einiger genormter Zelltypen entwickelt. Beide Seiten – die der Systeme genauso wie die ihrer Bausteine – haben sich in enger Wechselwirkung gegenseitig gefördert und eingeschränkt, und sind so gemeinsam entstanden.

Dabei scheinen Mikro- und Makroebene gleichsam von den Ufern eines breiten Flusses aufzubrechen und sich einander zu nähern. Die Weite der Distanz beschränkt die Kommunikation zunächst auf die physikalischen Grundkräfte. Die Strömung in diesem Randbereich ist schwach, aber bereits kennzeichnend für die Wurzeln des Geistes. Weiteres Vordringen intensiviert und beschleunigt die Wechselwirkung, aus der dynamische Strukturen hervorgehen, deren Kommunikation auf dem Austausch von Materie beruht. Die Ablösung vom Ufer ist längst vollzogen, und die Fließgeschwindigkeit wächst dramatisch an. Das enge Zusammentreten von Mikro- und Makroebene steigert die Effizienz der Kommunikation enorm, bis schließlich die träge Materie Organisationsstufen erklimmt, auf denen – im neuralen Geist – die reine Information zu fließen beginnt. Wir ahnen nicht, wie weit dieser Strudel des selbstreflexiven Individuums noch von der reißenden Strömung der Flußmitte entfernt ist, geschweige denn, welche Bewußtheit diesem totalen Geist innewohnt, jedoch vermittelt uns ein evolutionäres Weltbild den Sog zu dieser Mitte hin eindringlich. Und während wir uns diesem Sog hingeben, beginnt sich unser Horizont wieder bis zu den Ufern zu weiten, zum Allerkleinsten und zum Allumfassenden, das wir in Quantenphysik, Religion und Kosmologie zu ergründen und zu verstehen suchen. Damit einher geht – teils bewußt, teils unbewußt – das kommunizierende Ausgreifen des Geistes vom Individuum über die Gruppe, die Gesellschaften und Kulturen, bis hin zum Traum von

einer geeinten Menschheit und der Möglichkeit einer Kontaktaufnahme mit fremden Intelligenzen im Kosmos.

Es hat den Anschein, als könnten wir die Vorstellung einer universalen Evolution kaum überstrapazieren: Gerd Binnig wird in seinem Buch *Aus dem Nichts* [1989] bei dem Versuch einer allgemeinen, von menschlicher Intelligenz losgelösten Definition von Kreativität bei den Prinzipien der Evolution fündig. Und stärker noch, als wir bisher gesehen haben, wird hier die Verbundenheit der verschiedenen Evolutionsphasen an der Beschreibbarkeit durch ein gemeinsames Vokabular deutlich:

Auf jeder Ebene wird etwas *reproduziert*, und immer treten dabei gewisse *Variationen* auf. Diese Mutanten werden daraufhin *selektiert*, ob sie fähig sind, einerseits durch *Isolation* ihre Identität zu wahren, andererseits durch *Kooperation* in übergeordneten Systemen mitzuwirken. Dabei muß die neue, komplexere Struktur ebenfalls wieder Bausteincharakter haben, sich abgrenzen und doch zusammenarbeiten können – und das nach Möglichkeit besser, als andere, konkurrierende Muster. Das so zustande gekommene Gebilde (ganz gleich ob Einzeller oder wissenschaftliche Hypothese) nehmen Sie jetzt und stecken es weiter oben in jene Zeile, wo »reproduziert« wird – dann beginnt die nächste Runde der Evolution.

Dieses Wachstumsprinzip bringt es mit sich, daß die Gesamtentwicklung *fraktalen* Charakter hat. Das ist ein Begriff, der jüngst in der Chaostheorie heimisch geworden ist. Die Umschreibung »Skaleninvarianz« ist vielleicht nicht sehr viel erhellender, deshalb nehmen wir Zuflucht bei einem Beispiel: Ein Maßband, vom Dach eines Hochhauses betrachtet, offenbart alle zehn Meter fette Markierungen. Die dazwischenliegenden feineren Teilungen lassen sich zunächst nur erahnen. Das ändert sich, wenn wir durch ein Fernglas blicken. Die größte Gliederung verschwindet dabei zwar aus unserem Gesichtsfeld, aber wir sehen jetzt deutlich die Meter-Rasterung und vage zahlreichere Striche dazwischen. Dieses Spiel, das uns im Prinzip immer wieder das gleiche Bild liefert, können wir mit einem Fernrohr bis herab zur Millimeter-Skala weitertreiben, dann allerdings hat es ein Ende. Nahezu unbegrenzt ist dagegen die Fraktalität zahlreicher natürlicher Strukturen, beispielsweise einer Küstenlinie: der Charakter ihrer Zerklüftung ist stets ähnlich, ob wir sie nun vom Mond aus betrachten, oder nur einen winzigen Ausschnitt davon im Mikroskop sehen. Fraktale werden daher auch als selbstähnliche Strukturen bezeichnet – Muster, die sich endlos ineinanderschachteln.

Eine selbstähnliche Prozeßstruktur ist mithin die Evolution, denn überall, wo wir sie »unter die Lupe nehmen«, stoßen wir auf eine sich verästelnde Welt zugrundeliegender evolutionärer Prozesse. Es ist ein spannendes Lesever-

gnügen, wie Gerd Binnig in seinem oben erwähnten Buch auf solche Gedankengänge verfällt, die ihrerseits evolvieren, um nach einer Reifezeit konkretere Formen anzunehmen. Ein erstaunliches Ergebnis dieser Arbeit besteht darin, daß die grundlegenden Aussagen der Speziellen Relativitätstheorie (Konstanz der Lichtgeschwindigkeit, Geschwindigkeitsaddition, Zeitdilatation und Massenzuwachs) und auch bereits einige qualitative Entsprechungen zu den statistischen Aussagen der Quantentheorie sich trivial aus dem evolutionären Verhalten eines simplen Kugelspiels ableiten lassen! – genug, um den Autor davon zu überzeugen, »daß ein gemeinsamer Ursprung von Relativitätstheorie und Quantenmechanik in einer allgemeinen Evolutionstheorie zu suchen ist« [ebd.:256]. So sensationell das klingt – eigentlich handelt es sich dabei »nur« um eine zeitgemäße Formulierung uralter taoistischer Weltanschauung, derzufolge das Verhalten der kleinsten Teilchen ein Ausdruck der Eigenschaften des ganzen Kosmos ist – und umgekehrt. Daraus folgt notwendig, daß »Elementar«teilchen nicht wirklich elementar, Natur»konstanten« veränderlich und Natur»gesetze« im Wandel begriffen sind – wengleich sich diese Veränderungen gegenwärtig, in einer sehr späten Phase ihrer Entwicklung, nur noch unmerklich langsam und geringfügig vollziehen. Seit einigen Jahren findet derartiges östliches Gedankengut Eingang in die moderne Physik, beispielsweise bei Fritjof Capra, der die Vision einer Naturwissenschaft hat, »wo die Theorie keine unerklärten 'fundamentalen' Konstanten enthält und wo alle ihre 'Gesetze' aus der Forderung der Gesamtübereinstimmung folgen« [1975:288].

Wir müssen also rückblickend nochmals ausdrücklich betonen, daß Evolution nicht einfach im Durchmengen eines Baukastens und im Aneinanderfügen von Klötzchen besteht: es gibt keine Einbahnstraße, auf der das Größte aus dem Kleinsten zusammengesetzt wird, sondern eine sich selbst organisierende, in wachsender Vernetzung fortschreitende Strukturierung der totalen Einfachheit mit dem Resultat dessen, was wir als fraktale Komplexität, als *Geschichtete Ordnung* zu verstehen beginnen.

Und schließlich: der erste Schritt

Gewappnet mit diesem evolutionären Modell können wir uns endlich einer Frage stellen, die schon mehrfach angeklungen war: Warum ist das Universum gerade so, wie wir es vorfinden? Oder, mit Reinhard Breuer, »Was sind die notwendigen Bedingungen an die Fundamentalstruktur eines Universums, das nicht nur Spinat, sondern auch Intelligenz hervorbringen soll?« [1984:145].

Dabei ist Spinat wahrhaft erstaunlich genug, denn das Ausmaß der dazu notwendigen Voraussetzungen ist atemberaubend:

Wir haben bereits angedeutet, daß die Abstufung der Palette unserer vier Grundkräfte allerhöchste Präzision beinhaltet. Winzige Veränderungen ließen die Atome zusammenstürzen oder auf galaktische Dimensionen anschwellen; Sterne würden erkalten oder explodieren (oder wären nie entstanden); nukleare und chemische Reaktionen kämen zum Erliegen; oder unsere Sonne hätte sich in rasender Gier aufgezehrt, lange bevor auf ihrem dritten Planeten Leben keimen konnte.

Wie es scheint, ist dieses Arrangement – auch weit über rein menschliche Erfordernisse hinaus gedacht – nicht nur haargenau justiert, es ist zudem wohl auch eine Minimalkonstruktion: mit geringerem Aufwand dürften sich die Mechanismen der Evolution (Wechselwirkung, Isolation, Selbstreproduktion, Selektion) kaum realisieren lassen. Damit nicht genug. Das Szenario der kosmischen Inflation hat uns deutlich gemacht, wie fein auch die Abstimmung von Gleichförmigkeit und »Körnigkeit« im entstehenden Universum waren; ebenso wie die Balance zwischen seinem Expansionstempo und jener Grenzgeschwindigkeit, die darüber entscheidet, ob der Urknall seiner eigenen Gravitation entkommt.

Die Liste ließe sich noch lange fortsetzen, ich möchte aber nur noch einen weiteren Punkt anführen, der die Grundsätzlichkeit dieser Bedingungen vielleicht am eindringlichsten unterstreicht, die Tatsache nämlich, daß die Raumzeit genau vier Dimensionen aufweist – drei räumliche und eine zeitliche. (Daß wir an anderer Stelle von bis zu elf Dimensionen gesprochen haben, muß uns hier nicht irritieren: die meisten davon sind in den Symmetriebrüchen »verschunden«, die uns die vier Grundkräfte beschert haben. Übrig blieb nur unsere vertraute Raumzeit). Aber auch diese Komposition erweist sich als ganz und gar nicht willkürlich. Peter W. Atkins [1981:97-119] diskutiert die Konsequenzen alternativer Kontinuen. Er zeigt unter anderem auf, daß dem Aufbau von Komplexität in nur ein oder zwei räumlichen Dimensionen allzu enge Grenzen gesetzt wären. Andererseits bestünde diesbezüglich in einer Raumstruktur, die komplizierter ist als die gegebene, kein entscheidender Vorteil. Wie auch immer, alle theoretischen Vorteile vier- oder mehrdimensionaler Räume würden dadurch zunichte gemacht, daß Orbitale – seien es nun Atome oder Planeten – in ihnen nicht stabil wären. Atkins vergleicht die Stabilitätsbedingungen von Partikeln mit denen von Knoten: in weniger als drei Raumdimensionen kann man keine Knoten knüpfen; in mehr als drei sind nur haltlose Verschlingungen möglich. »Damit wird die Stabilität und Identität der Teilchen eine Frage ihrer Dimensionalität: Drei Dimensionen

sind die Mindestzahl fürs Dasein und die Höchstzahl für Dauer« [ebd.:113]. Nicht viel anders steht es mit der linienhaften ›Ausdehnung‹ der Zeit: jede Erweiterung ihrer Struktur würde das Ende der Kausalität und des Energie/Materie-Erhaltungssatzes implizieren. Die Raumzeit zerfiel augenblicklich.

Hier, in der Keimzelle der Evolution, scheint unter unendlich vielen Möglichkeiten tatsächlich nur eine einzige zu funktionieren. Was liegt nun näher als der Gedanke, daß bereits an dieser Stelle die evolutionären Mechanismen greifen, ebenso wie wir das auf zahllosen darüberliegenden Ebenen bestaunen konnten – die Selektion weiterführender Lösungen aus einem ungewissen Angebot. Es wird auch darüber nachgedacht, ob wir nicht bereits Trillionen von big bangs hinter uns haben. Es könnte dann eine evolutionäre Entwicklung der Beschaffenheit von Raumzeit und ihrer physikalischen Grundausstattung stattfinden, falls in der Singularität keine unendliche Temperatur herrscht – dann nämlich könnte Information in diesem Inferno überdauern. »Vielleicht hat sich über viele Zyklen eine Art Optimierung der veränderlichen Parameter und Beziehungen in einem solchen Sinne ergeben, daß die Entstehung von Gestaltenreichtum immer stärker begünstigt wird. Vielleicht hat die kosmische Evolution ein solches Generalthema mit der Evolution des Lebens gemeinsam« [JANTSCH,1979:144].

Atkins sieht die Schöpfung in einer selbstbezüglichen Fluktuation des Nichts, in der es sich in ein allereinfachstes komplementäres Gegensatzpaar aufspaltet, symbolisiert durch die Zerlegung von Null in ›+1‹ und ›-1‹, in ›Punkt‹ und ›Nicht-Punkt‹. »Doch um vorhanden zu sein und um zu entstehen, brauchen Punkt und Nicht-Punkt die Zeit, denn die Zeit zerlegt sie, scheidet sie und zieht sie aus dem Nichts. Das ist die zentrale Selbstreferenz: die Entstehung der Zeit aus ihrem Staub; die Entstehung des Staubs durch die Strukturierung der Zeit. Kurz, der entscheidende Gedanke ist, daß die Raumzeit im Zuge ihres selbsttätigen Aufbaus ihren eigenen Staub erzeugt. Das Universum kann aus nichts entstehen. Ohne Eingriff. Durch Zufall« [1981:139]. Und bereits hundert Generationen zuvor stellte Lao-Tse fest: »Die zehntausend Dinge entstehen aus dem Sein, und das Sein entsteht aus dem Nichtsein«.

Diese eingängigen Formulierungen dürfen nicht darüber hinwegtäuschen, daß zwei Fragen offen bleiben: Was hat es einerseits mit diesem Nichts auf sich? »Im fraktalen Bild erhält der Begriff 'Nichts' eine neue Bedeutung. Ein absolutes Nichts gibt es genauso wenig wie den reinen Zufall. Es existiert nur ein relatives Nichts: Vor der Evolution des Lebens gab es ein 'Nichts' an Leben« [BINNIG,1989:277]. Damit ist auch schon der zweite Punkt angesprochen:

der Charakter des Zufalls. Werner Heisenberg spekuliert: »Vielleicht ist der Zufall (...) gerade deshalb, weil er sich den Gesetzen der Quantenmechanik einordnet, etwas viel Subtileres, als wir uns zunächst vorstellen« [1969:283]. Noch weiter geht Erich Jantsch: »Was bedeutet 'zufällig' im Kontext einer vielschichtigen Evolution, in welcher auf jeder Ebene neue Ordnungsprinzipien wirksam werden? Wie zufällig ist die Fluktuation, die in ein System von einem seiner Mitglieder eingebracht wird, wenn dieses Individuum selbst das Produkt einer langen Evolutionsreihe und seiner eigenen Ontogenese (Entwicklung des Individuums, Anm. W.P.) ist? Es scheint, daß wir oft Unbestimmtheit und Zufall verwechseln. Unbestimmtheit ist jene Freiheit, die sich auf jeder Ebene neu eröffnet, sich aber nicht über die Geschichte hinwegsetzen kann. Evolution ist die Geschichte einer sich entfaltenden Komplexität, nicht die Geschichte zufälliger Prozesse. Es beginnt sich das Bild einer Welt abzuzeichnen, in der nichts zufällig, vieles aber unbestimmt und in Grenzen frei ist« [1979:313]. Ich hoffe, das gleich noch deutlicher zu machen.

Was mit Freiheit, insbesondere Willensfreiheit überhaupt gemeint sein soll, ist keineswegs so klar, wie es den Anschein haben könnte. Beginnen wir mit dem deprimierenden Gegenteil, dem Determinismus. Eine total determinierte Welt trüge von allem Anfang an ihren Plan in sich, von dem sie niemals um ein Jota abweichen würde. Gesetzmäßigkeiten – egal, ob bekannte oder unbekannt – sorgten dafür, daß sich noch jede Formulierung in diesem Buch mit zwingender Unausweichlichkeit aus den Anfangsbedingungen der Schöpfung ergäbe. Die Physik Descartes' und Newtons proklamierte vor drei Jahrhunderten ein solches Uhrwerk-Universum. Diese mechanistische Vorstellung gipfelte vor 200 Jahren in dem bereits erwähnten Postulat von Pierre S. de Laplace: Ein Geist, der sich zu irgendeinem Zeitpunkt das Wissen um Impuls und Richtung aller Teilchen im Kosmos verschaffen könne, sei befähigt »die Bewegungen der größten Körper und die der kleinsten Atome zu erfassen; ihm wäre nichts ungewiß, und Zukunft wie Vergangenheit lägen offen vor seinen Augen«. Und wollte man sich angesichts dieser wohl Schwärzesten aller philosophischen Positionen verständlicherweise flugs erhängen, so wäre auch dieser Entschluß schon vorbestimmt. Wir wären Automaten, darauf programmiert, in der Illusion unseres freien Willens zu leben – jedoch hat das Programm offenbar Fehler, denn einige Philosophen sind ja so frei, den freien Willen zu leugnen... Aber sind wir umgekehrt mit einer zunächst verlockenden totalen Freiheit wirklich besser bedient? Auf die Spitze getrieben hieße das, wir würden uns bei der Wiederholung irgend einer Wahlsituation unter exakt gleichen Bedingungen – vom Fixsternhimmel bis

herab zum Zustand unserer Gehirnzellen – nun plötzlich anders entscheiden. Damit aber fallen wir ins entgegengesetzte Extrem, denn diese zufällige Willkür fügt sich ebensowenig in unsere Vorstellungen von der Freiheit des Willens.

Vor etwa einhundert Jahren begann die Physik umzudenken, und bald verscheuchte die Quantentheorie den Albtraum der totalen Determiniertheit, indem sie der Natur eine prinzipielle mikroskopische Unbestimmtheit bescheinigt. Kurz schwang daraufhin das philosophische Pendel noch zum anderen Extrem aus, und so wurde vorübergehend der blinde Zufall überbetont. Heute entwerfen die Protagonisten der Wissenschaft ein Bild der Mitte, und plötzlich ist darin Raum für Aufwärtstreben und Geist, wo über die Jahrhunderte nur Verfall und Niedergang beschworen wurde. »Heißt 'Freiheit' nicht 'menschlicher Spielraum', Raum zu spielen, sich frei zu bewegen, zu äußern, die Möglichkeit zu wagen, zu hoffen, zu glauben, zu lieben und zu bangen? In einem vollkommen geordneten System von 'Massenpunkten' ist dies ebensowenig möglich wie in einer unregelmäßig wuchernden Bakterienkultur« [EIGEN/WINKLER,1975:157]. Der Begriff der Freiheit ist nur sinnvoll *zwischen* den Extremen völliger Beliebigkeit und allmächtigem Wissen. Dem Chaos fehlen die Voraussetzungen dazu, und ein Gott hätte sie bereits hinter sich gelassen. Abwesenheit und Summe aller Freiheit sind die komplementären Pole der absoluten Langeweile: ein Stau und eine gänzlich leere Straße haben eines gemeinsam – es bewegt sich nichts. Wir aber befinden uns unzweifelhaft in diesem abenteuerlichen Zwischenraum und verfügen somit über eine gewisse, wenn auch meist weit überschätzte Freiheit von Denken und Handeln.

Mit dem, was wir bisher über die Evolution zusammengetragen haben, können wir ihr vermeintlich größtes Geheimnis lüften: die ihr innewohnende eigentümliche Zielstrebigkeit. Wie so oft standen sich auch hier lange zwei komplementäre Auffassungen unversöhnlich gegenüber.

Die finalistische These behauptet, das Universum strebe nach einem Plan auf ein vorgegebenes Ziel zu. Einmal abgesehen davon, daß es sich dabei um einen qualvollen, verschwenderischen und stümperhaften Plan handelte, ist mir nicht ersichtlich, welches blödes Vergnügen ein Weltenbeweger daran finden könnte, Milliarden kleiner Aufziehpuppen bei ihrem programmierten mechanischen Treiben zuzusehen. Das große Fragezeichen nach dem darin liegenden Sinn läßt sich zwar notdürftig mit dem Unergründlichkeits-Argument bemänteln, gänzlich unzumutbar aber bleibt das völlige Fehlen jeglicher Freiheit des Willens.

Die Antwort der Materialisten – das Universum unterwerfe sich ausschließlich den Launen des Zufalls und diene keinem anderen Herrn – ist ebenso offensichtlich verkehrt, denn überdeutlich zeigt die Evolution immer wieder ein planvolles Erscheinungsbild. Das kann auch die Selektion durch das Milieu nicht erklären, denn sie ist ausschließlich am Augenblick interessiert und zeigt keinen Funken von Weitsicht. Ebensowenig können wir das bloße Walten des Zufalls schon »kreativ« nennen, denn ihm fehlt jedes Verständnis für die anstehenden Aufgaben, und da er also völlig geistlos zwischen allzu vielen Möglichkeiten wählen muß – im genetischen Prozeß ist die Zahl der Alternativen überastronomisch –, sind seine verschwindenden Chancen auch durch Milliarden Jahre dumpfer Prübelei nicht wettzumachen. Nun scheint dieser Standpunkt auf den ersten Blick zwar völlige Freiheit zu gewährleisten, schwerlich ist jedoch ein Sinn darin auszumachen. Und, wie schon beim Finalismus, wird das eine ohne das andere höchst fragwürdig.

Wie so oft verführt die verwünschte Entweder/Oder-Logik dazu, uns einer dieser beiden Auffassungen anzuschließen – oder eben ratlos zu bleiben. Dabei sollten doch wenigstens unsere professionellen Denker und Forscher damit vertraut sein, daß die Natur überall janusköpfig erscheint: Quantum und Kosmos, Apriori und Aposteriori der Erkenntnisstrukturen, Anpassung und Umgestaltung, Ursache und Zweck, Material und Form, Teil und Ganzes, Welle und Teilchen, Newton (zeitliche Symmetrie der Bewegungsgesetze) und Clausius (Irreversibilität), Energie und Materie, Formschöpfung und Wärmetod – stets sind wir auf die Untrennbarkeit solcher paradoxen Begriffspaare gestoßen. Daß es dazu regelmäßig einiger Jahrzehnte oder gar Jahrhunderte bedurfte, ist offenbar ein vorwiegend westliches Phänomen. Die Chinesen beispielsweise hatten die grundlegende Komplementarität aller Aspekte der Welt bereits vor 5.000 Jahren erfaßt und in der Symbolik von Yin und Yang zum Ausdruck gebracht.

Wir werden dieser Liste nunmehr ein weiteres Gespann anfügen: *Zufall und Notwendigkeit*. Obgleich ich keineswegs mit allen Schlußfolgerungen des gleichnamigen Buches von Jacques Monod [1970] einverstanden bin, erschreckt mich doch die massive Polemik, die es auf sich zog. Eines ist gewiß richtig: »Wir möchten, daß wir notwendig sind, daß unsere Existenz unvermeidbar und seit allen Zeiten beschlossen ist. Alle Religionen, fast alle Philosophien und zum Teil sogar die Wissenschaft zeugen von der unermüdlichen, heroischen Anstrengung der Menschheit, verzweifelt ihre eigene Zufälligkeit zu verleugnen« [ebd.:54]. Wie Manfred Eigen im Vorwort schreibt, mußte Monod »den Zufall stärker betonen, da die 'Notwendigkeit' ja ohnehin jedermann gern zu akzeptieren bereit ist« [ebd.:14].

Wir können heute diesen beiden Antagonisten gleiche Ränge zugestehen; beispielsweise in der Antwort auf das ›Design-Argument‹, das manche aus dem planvollen Charakter der Naturgeschichte meinen ableiten zu dürfen. Stellen wir uns einen Regentropfen vor, der vor langer Zeit irgendwo im heutigen North Dakota oder vielleicht in Minnesota auf die Erde klatschte, und – der Schwerkraft folgend – seine Reise antrat. Unablässig, an jedem Fels, jedem Stein, jedem Sandkorn entscheiden zahllose Zufälle über den weiteren Weg. Und als dieser Tropfen schließlich 6.000 Kilometer weiter südlich in den Golf von Mexiko kullerte, gab es da und dort noch eine schwache Erinnerung an ihn: eine Benetzungsspur an einem Kieselstein, eine feine Bahn im Staub. Der nächste Tropfen wird, soweit er diesen Wegmarken folgte, zu ihrer Verstärkung beigetragen haben, und ehe wir uns versehen, haben wir es mit dem ausgewachsenen Mississippi zu tun... Wenn also der vom *Zufall* geleitete Lauf der Dinge Spuren in der Welt hinterläßt, bleibt es nicht aus, daß diese fortan das weitere Treiben des Zufalls beeinflussen, ihn mit an Zahl und Strenge wachsenden *Notwendigkeiten* konfrontieren, und so sein Spielfeld einengen.

Die entscheidende Rolle der ›Gedächtnistiefe‹ eines Systems für den in ihm wirkenden Zufall sei an einem anderen Beispiel verdeutlicht: sollten Sie törichterweise je in mondloser Nacht an Bord eines schwankenden Ruderbootes eine Laubsägearbeit anfertigen wollen, dann wird die Morgendämmerung eine Schnittkante ans Licht bringen, die jede Unsicherheit der ausführenden Hand aufweist. Ganz anders ist das bei einem Fuchsschwanz: nur auf den ersten paar Millimetern kann seinem breiten Blatt eine beliebige Richtung aufgezwungen werden. Dringt es tiefer in den fortschreitenden Sägespalt ein, so wird es von seiner eigenen ›Vergangenheit‹ auf Kurs gehalten. Niemand wird erwarten, wir hätten im Dunkeln nach Plan gearbeitet – und doch macht der vergleichsweise gerade, saubere Schnitt einen überaus zielstrebigem Eindruck. So kann ein Prozeß, der mit völlig zufälliger Startrichtung beginnt, selbständig und absichtslos eine immer konkretere Marschrichtung einschlagen. In diesem Sinne ist die Evolution eben nicht auf ein Ziel hin geplant, jedoch ergeben sich aus ihrem Voranschreiten zwangsläufig Zielrichtungen – als Nebenprodukt gewissermaßen. So erweist sich das Design-Argument einfach als perspektivischer Irrtum, was sich etwa bei der Umkehrung des weiter oben benutzten Beispiels eindringlich zeigt. Vermutlich versetzt es Sie keineswegs in Erstaunen, »wie gut der Mississippi in sein Tal paßt. Er fließt genau in die richtige Richtung mit genau den erforderlichen Konturen und Nebenflüssen, um die Entwässerung der zentralen amerikanischen Staaten in den Golf von Mexiko sicherzustellen. Dabei kommt

er auf seinem Weg noch freundlicherweise bei jeder Werft vorbei und fließt unter jeder Brücke durch« [FEINBERG/SHAPIRO in DAVIES,1984:313].

Aus der Wechselwirkung des Zufalls mit den Notwendigkeiten, die sein eigenes früheres Wirken errichtete, resultiert eine *selbsttätige*, aber noch lange nicht *selbstbewußte* Richtungswahl. Die Palette des Zufalls, die Freiheit seiner Wahlmöglichkeiten, wird dabei eingeschränkt, und diese Kanalisierung in immer konkretere Bahnen mag durchaus den Eindruck von Planung, Entscheidung und Zielverfolgung erwecken. In seiner *Strategie der Genesis* schildert Rupert Riedl [1976] dieses Zusammenspiel von Indeterminismus und wachsender Bestimmtheit, in dem letztere mehr und mehr den Charakter eines ordnenden Gesetzes annimmt, worin ersterem der Rahmen gegeben ist, vom blinden Zufall zu immer höheren Formen von Kreativität und Freiheit des Willens aufzusteigen. »Die Genesis ist (...) weder ganz determiniert und final noch ganz undeterminiert und ziellos, so wie wir selbst weder ganz programmiert und unfrei, noch ganz frei und ein der Schöpfung bloß unterlaufener Zufall wären. Die Genesis ist selbst-ordnend und selbstzielsetzend; post-final, wenn man so will« [ebd.:119].

Und ermutigenderweise gibt es Theologen, die auf ihrem Weg zu ganz ähnlich lautenden Ansichten gelangen: »Ist die dynamische Offenheit des Evolutionsprozesses im Spannungsfeld zwischen Zufall und Notwendigkeit Ausdruck der tieferen Schöpfungsdynamik im Geschehen der Welt, dann ist diese Erkenntnis nicht nur von theoretischem Interesse. Dann offenbaren sich der tiefere Ursprung und das tiefere Werden der Dinge in ihrem Fortgang und motivieren zur Ehrfurcht. Wer prozeßoffen denkt, der geht im Umgang mit diesem Prozeß Pflichten ein, die zur Behutsamkeit und Rücksichtnahme gegenüber den Zusammenhängen des Lebens rufen« [ALTNER in AUDRETSCH,1992:67f].

Dieser Prozeß schraubt sich durch alle Ebenen der Evolution hindurch: von der Organisation der Materie über das Keimen des Lebens bis hin zum Erwachen des Bewußtseins. Diese Evolutionsschraube leistet unvergleichlich mehr als »nur« die immer präzisere Formulierung ihrer Pläne – wobei Moleküle, Organismen und Gedanken gleichsam ihre vorübergehenden Arbeitsskizzen darstellen –, nein, darüber hinaus schneidet diese Schraube sich selbst ein passendes Gewinde, ihren immer konkreter werdenden Sinn in eine Wirklichkeit, in der wir gerade beginnen, diese neue Qualität zu erfassen.

VIERTER TEIL

BILANZ DES SCHEITERNS

»So wie ich hier, parteilich, den Traum der Aufklärung schildere, wird man, so hoffe ich, schon ein gewisses Gruseln empfinden; ein Gruseln, das spätestens dann auftauchen müßte, wenn man das Eingreifen der Menschen beliebig extrapoliert. Ein Eingreifen in unsere Welt und in den Menschen selber.«

RUPERT RIEDL [1982:333]

Nun ist es an der Zeit, daß wir uns Rechenschaft darüber ablegen, was wir mit unserer Ausstattung – Bewußtsein, Selbsttranszendenz, Fähigkeit zu planvollem Handeln – bisher auf die Beine gestellt haben. Wir dürfen recht gespannt darauf sein, denn mit Vorschußlorbeeren wurde nicht gezeigt: Sind wir zwar nicht mehr das Zentrum des Universums, und hat auch die Krone der Schöpfung verdächtig weltliche Rostflecke bekommen – es reicht allemal noch zu einer gehörigen Portion Überheblichkeit. Wir fühlen uns legitimiert und kompetent, mit diesem Planeten nach unserem Gutdünken zu verfahren. Unsere gerade gängige Moral ist die einzig gültige, unsere Wertvorstellungen sind unantastbar und unsere Absichten die besten. Es wird vielleicht überraschen, daß ich die letzte Behauptung im Grunde keineswegs in Frage stelle. Aber genug der Vorrede, kommen wir zur Bilanz:

Das Zeitalter der Aufklärung

In der Aufklärung scheinen wir einen der griffigsten Beweise für die Leistungen des Geistes vor uns zu haben. Wir haben schon von den glänzenden Erfolgen der Naturwissenschaften gesprochen. Die Entmystifizierung der Welt – wir erinnern uns der Giganten Kopernikus, Kepler, Galilei, Newton, Descartes – wurde machtvoll nutzbar gemacht und die Natur fügte sich.

Sie fügte sich dem pragmatisch-enthusiastischen Technokraten, für den alles eine Frage der einzusetzenden Mittel war; ebenso dem dogmatisierten Christen, der sich die Welt untertan machen zu müssen glaubte; und natürlich dem macht- und gewinnorientierten Unternehmer, der mit dem Gläubigen das vordergründige Ziel und mit dem Technokraten die Machbarkeits-Überzeugung gemein haben mochte.

Neben den überhaupt nicht in Frage zu stellenden Segnungen und dringend notwendigen Umbrüchen dieser Epoche haben wir festzuhalten, daß die Natur

in ihrer Gesamtheit einfach für vogelfrei erklärt wurde, und wir uns in die Lage versetzten, diesen ihren rechtlosen Zustand weidlich auszunutzen. Und während wir uns mehr und mehr von ihr entfremden, während wir sie gnadenlos bedrängen, beteuern wir pathetisch, wie sehr wir sie verehren.

Auf eine Folge unserer fixen Idee, alles bis ins letzte mathematisch exakt beschreiben, erklären und verstehen zu können, sind wir schon kurz zu sprechen gekommen: Auf die daraus abgeleitete Vorstellung von einem mechanistischen, von den atomaren Details bis hin zu den lebendigen Zusammenhängen für alle Zeiten determinierten Uhrwerk-Universum, in dem die Freiheit des Willens zu einem höchst fragwürdigen Begriff degeneriert ist. Einem personalen Gott fällt darin allenfalls noch die Rolle eines genialen Maschinenbauers zu, der seit Umlegen des Hauptschalters als verschollen gilt. Diese reduktionistische Einengung unseres Weltbildes hat uns weder freier noch glücklicher gemacht und ließ irgendwo in uns eine bisher nicht wieder gefüllte Leere zurück. Betrachten wir zunächst die greifbaren Folgen dieser verarmten Weltsicht.

Frieden

»Er (der Mensch) hat sich auf die Hinterbeine gestellt und aufgerichtet vor der Schöpfung; autonom geworden und dem biologischen Selektionsdruck entwachsen läßt er auf diese Weise nicht mehr mit sich umspringen – sondern entledigt sich seiner in eigener Regie.«

ULRICH HORSTMANN [1983:59]

Eine lexikalische Definition würde den Begriff ›Frieden‹ etwa mit ›politischer und rechtlicher Ordnung innerhalb von bzw. zwischen Staaten‹ umschreiben. Wie steht es damit?

Das Thema ist hinreichend abgedroschen, um mich zur Kürze zu mahnen. Das Ausmaß der menschlichen Friedfertigkeit schlägt sich vielsagend in den 7200 Mrd. nieder, die NATO und Warschauer Pakt zwischen 1964 und 1980 für die Rüstung ausgaben [v. DITFURTH, 1985:178]. Ich bin etwas ratlos, wie man diese gigantische Perversion veranschaulichen soll: Wenn zehn Tausendmarkscheine zusammen einen Millimeter dick sind, dann entspricht diese Summe einem Stapel, der achtzig mal so hoch ist wie der Mount Everest. Selbst dieses Bild bleibt unfaßbar.

Mit zigtausend Megatonnen meinen wir, Krieg und wirtschaftlichem Ruin entgehen zu können, auch wenn das von der Geschichte der letzten 25 Jahrhunderte immer wieder ad absurdum geführt wurde [ebd.:218]. Die Nuklearstrategen stehen vor der Verlegenheit, kaum genügend Ziele benennen zu können, die ihrer Trümpfe wirklich würdig sind. Ein einziges U-Boot trägt die tödliche Gewalt eines halben Dutzends zweiter Weltkriege Huckepack. Klimaforscher legen dar, daß selbst ein »begrenzter Schlagabtausch«, wie er immer wieder angesichts der hochpräzisen Vernichtungstechnik im Rahmen eines »führbaren« Atomkrieges diskutiert wird, uns in einen nuklearen Winter stürzen würde, dessen endzeitliche Folgen auch unbeteiligte Kontinente einbezögen.

Es ließe sich darüber bis zur Ermattung berichten, ebenso über die sonstigen Formen der Menschenvertilgung »konventioneller«, bakteriologischer und chemischer Art. Ich tue es nicht, weil im Grunde jeder genug darüber weiß. Im übrigen verweise ich auf das oben angeführte Buch, in dem der Autor sehr ausführlich die Geschichte und die Psychologie der Aufrüstung, ihre Ursachen und Begleiterscheinungen (z.B. die militärische Sprachverharmlosung) analysiert.

Die Zeichen der Zeit scheinen vor diesem düsteren Hintergrund Optimismus zu rechtfertigen, zumindest was das Ost/West-Verhältnis angeht. Die Behauptung, diese Entwicklung und auch die Jahre des Friedens (zeitweise eher: des »Gerade-noch-nicht-Krieges«) seien auf das Verhandlungsgeschick der Politiker und ihre Ideologie der Abschreckung zurückzuführen, entbehrt wohl in höherem Maße der überzeugenden Argumente, als die These, wir könnten einfach mit viel Glück und trotz der Politiker und Militärs noch einmal davongekommen sein. Was im übrigen von den publicityträchtigen Anfängen einer neuen Dimension der Entspannung wirklich zu halten ist, muß sich bald an den Rüstungsetats messen lassen. Wir dürfen weiterhin gespannt sein.

Trotzdem besteht kein Anlaß zu übergroßem Jubel, denn wenn wir uns nun etwas entkrampft wieder im Rest der Welt orientieren, stellen wir fest, daß die Atom-Pokerrunde neue Mitspieler angezogen hat. Ob hier im Falle eines Falles mit Abschreckung auch nur ein Blumentopf zu gewinnen sein wird, bleibt dahingestellt. Jedenfalls ist ein moderner Kreuzzug religiöser Fanatiker eine ebenso schweißtreibende Vorstellung wie die nukleare Drohung, mit der sich die Scharen der Hungernden in der Dritten Welt ihr Stück vom Kuchen einfordern könnten. Die Voraussetzungen sind gegeben: Spaltbares Material, Kernkraftwerke und arbeitslose Atomwissenschaftler sind problemlos käuflich zu erwerben.

Insgesamt gesehen, hat die Spezies Mensch seit dem Weltkrieg mit der laufenden Nummer »2« weitere 175 kleinere und größere Kriege inszeniert und sich in deren Verlauf um mindestens 20 Mio. Exemplare dezimiert [REHFUS,1990:51]. Im Hinblick auf die vermeintlich krankhafte »Aggressivität« des Menschen verblüfft die folgende Klarstellung Arthur Koesters außerordentlich: »Die Zahl der individuellen Morde, begangen aus selbststüchtigen Motiven, spielt in der menschlichen Tragödie eine unbedeutende Rolle, verglichen mit der Zahl der Menschen, die aus selbstloser Loyalität gegenüber einem Stamm, einer Nation, einer Dynastie, einer Kirche oder einer politischen Ideologie hingemetzelt wurden«, was nur den Schluß zuläßt, daß unsere Spezies »nicht etwa an einem Überschub an *Aggression*, sondern an einer übermäßigen Neigung zu fanatischer Hingabe« leidet [1978:24]. Weiter müssen wir uns in diesem Zusammenhang vorwerfen, um »ein bedeutendes soziokulturelles Experiment betrogen« zu sein, da wir in keiner der Hochkulturen nennenswerte matriarchalische Einflüsse zugelassen haben: »Den kulturbestimmenden, instinktiven Qualitäten weiblicher Intelligenz traut man noch immer nicht. Aus Unkenntnis unserer differenzierten Ausstattung und aufgrund mißverständlicher Gleichheitspostulate« [RIEDL,1988:39f]. Dem entspricht die mangelnde Belegbarkeit der Hoffnungen, die wir in die Tragweite friedliebender Tendenzen des weiblichen Prinzips setzen können. Wer sich Zweifel daran vorbehält, sollte immerhin den nüchternen Gedanken prüfen, ob nicht vielleicht Frauen schon aufgrund ihres ungleich mühevolleren Beitrages zum Werden eines Menschenlebens zurückhaltender sind, wenn es um die massenhafte, unmotivierte Vernichtung derselben geht. Damit wollen wir dieses Thema abschließen, nicht aber ohne uns einen weiteren dicken Minuspunkt zu verbuchen.

Bevölkerungsexplosion

»Entwicklungshilfe nimmt von den armen Menschen in den reichen Ländern und gibt es den reichen Leuten in den armen Ländern.«

FRITJOF CAPRA [1982:246]

Es ist heute eine Binsenweisheit, daß verknappende Ressourcen jegliches quantitative Wachstum früher oder später in die Grenzen einer endlichen Umwelt verweisen. Evolvierende Systeme, die es nicht schaffen, rechtzeitig den exponentiellen Wildwuchs ihrer Frühphase in ein Mengengleichgewicht überzuleiten, in dem qualitative Reifung stattfinden kann, solche zweifelhaften Aufsteiger werden ohne viel Federlesens unter ihrem Erfolg begraben. Diesem

uns akut drohenden Schicksal könnten wir seinen ›natürlichen‹ Lauf lassen – die Welt kann ja gut ermesen, wieviele Menschen sie auf Dauer verträgt, sie wird sich des Überschusses also in bewährter Manier entledigen –, aber diese ungetrübte *Natürlichkeit* kollidiert schwer mit dem, was wir inzwischen als *Menschlichkeit* beschlossen haben.

Hält man sich vor Augen, daß bereits Jahr für Jahr ähnlich viele Menschen verhungern, wie der Zweite Weltkrieg Opfer gefordert hat, so wird die Dimension der Aufgabe deutlich: »Die Bevölkerungsexplosion, als planetarisches Stoffwechselproblem gesehen, nimmt dem Wohlfahrtsstreben das Heft aus der Hand und wird eine verarmende Menschheit um des nackten Überlebens willen zu dem zwingen, was sie um des Glückes willen tun oder lassen konnte: zur immer rücksichtsloseren Plünderung des Planeten, bis dieser sein Machtwort spricht und sich der Überforderung versagt« – soweit Hans Jonas in seinem Buch *Prinzip Verantwortung*. Darauf verwies Thomas R. Malthus schon vor 200 Jahren, wengleich er unterschätzte, in welchem Maße die Nahrungsproduktion dann doch noch steigerungsfähig war. Letztlich hat uns das aber nur eine ungenutzt verstrichene Bedenkzeit verschafft.

Der Altraum von schlecht und recht vor dem Hungertod bewahrten Menschenmilliarden, vor deren zahlenmäßig noch erdrückenderen Nachkommenschaft die Welt schließlich doch kapitulieren muß, zeigt, daß schon die Zielsetzung der Entwicklungshilfe keine einfache Frage ist – zumal die Institution gewisser alter Männer in den bevölkerungsreichen Ländern ihren beträchtlichen Einfluß in unerträglicher Verantwortungslosigkeit mit der Verteufelung jeder Art von Geburtenkontrolle geltend macht. Noch können wir fernbedient das Programm wechseln, wenn der seltsam ruhige Blick verhungender Negerkinder in unser Wohnzimmer dringt. Aber nicht mehr lange werden wir ausweichen können. Und da hilft es dann wenig festzustellen, daß die feisten Wangen unserer Kirchenfürsten in einem zynischen Mißverhältnis zu ihrer Forderung nach bedingungslosem Gebärgehorsam selbst in den ärmsten Ländern stehen. Natürlich müssen wir dieser fatalen Fehlentwicklung Einhalt gebieten, dürfen darüber aber nicht vergessen, daß jene fünftausend Millionen Menschen in erster Linie nun einmal da sind, und daß wir uns folglich mit dieser Tatsache auseinanderzusetzen haben. Und diese Auseinandersetzung darf nicht bei einer Durchfütterung am Rande des nackten Existenzminimums enden. Ich vermag keinen konsequenten Humanismus darin zu sehen, heute einen Menschen notdürftig satt zu machen, um ihm dann die völlige Konzeptlosigkeit bezüglich der Ernährungssituation seiner Kinder eingestehen zu müssen. In der Tat lassen wir das Entsetzen ja in hilfloser Passivität auf uns zukommen. In aller Kaltschnäuzigkeit: wenn wir nicht

grundsätzlich etwas daran zu ändern gedenken, dann können wir diesen Menschen getrost noch heute verhungern lassen.

Doch selbst unter der unwahrscheinlichen Annahme tieferer Einsicht steht zu befürchten, daß sich erschreckend wenig zum Besseren wenden würde. Der Psychologe Dietrich Dörner hat das mit seinen aufsehenerregenden Computersimulationen demonstriert: Wer auch immer sich am elektronischen Modell seines fiktiven Entwicklungslandes als Wohltäter bewähren wollte – Laie oder Entwicklungshelfer – ausnahmslos alle Probanden richteten mit ihren gutgemeinten Maßnahmen und Hilfen das vormals leidlich über die Runden gekommene ›Tanaland‹ über kurz oder lang zugrunde [vgl. v. DITFURTH, 1985:312ff]. Im vergleichbar angelegten ›Bürgermeister-Spiel‹ gelang es zwar manchen Versuchspersonen (aufgrund der unvergleichlich günstigeren Anfangsbedingungen), das blühende Dasein einer imaginären Kleinstadt zu managen. Daß aber neben dem erwarteten Fehlen eines Zusammenhangs dieser Fähigkeit mit Geschlecht, Alter und Herkunft ebensowenig ein deutlicher Einfluß von Intelligenz, Vorwissen, Übung oder Kreativitätstraining erkennbar war – dieses Ergebnis überraschte [vgl. RIEDL, 1982:188f]. Auch die Probleme, die sich aus dem Miteinander der Industriestaaten und der Dritten Welt ergeben, scheinen uns also nicht nur in der materiellen Dimension, sondern vor allem in ihrer komplexen Dynamik zu überfordern: Wir sind nicht nur ziemlich unfähig, nein, auch unsere Lernfähigkeit ist empfindlich begrenzt.

Und ganz abgesehen von der Umsetzung – wenn sich durch Teilnahme der Entwicklungsländer an der wirtschaftlichen Entwicklung »ihr Pro-Kopf-Energieverbrauch – der als grobes Schätzmaß für alle ökologischen Auswirkungen ihres Daseins herangezogen werden kann – verzehn- bis verhundertfacht, geben die knapp 2 Prozent Bevölkerungszuwachs pro Jahr – für sich allein schon bedrohlich genug – die Dynamik der durch die Menschheit bewirkten ökologischen Veränderungen keineswegs angemessen wieder. (... Es ist nicht zu) übersehen, daß – biologisch-ökologisch gesehen – nur alles im gleichen Tempo schlimmer werden kann, wie es – menschlich betrachtet – besser wird« [MARKL, 1985:13f].

Industrialisierung

»Es ist kein Ausdruck von Industrie-Feindlichkeit, wenn man darauf beharrt, daß (...) das gesellschaftliche Wohl als der höhere Wert zu respektieren ist.« Sehen wir das nicht ein, so »werden wir alle gemeinsam in absehbarer Zeit die Erfahrung machen, daß man auch in einer höchst befriedigenden Wirtschaftssituation (...) ökologisch zum Teufel gehen kann.«

HOIMAR V. DITFURTH [1985:104]

Um die Misere einer überschnell expandierenden Weltbevölkerung in den Griff zu bekommen, wird als Lösung häufig ein ebenso zügelloses Wirtschaftswachstum verordnet, von dem man sich die Bedürfnisbefriedigung der Massen erwartet. Die Industrialisierung – als Rückgrat des Wachstums – ist wohl als logische Konsequenz der neu erworbenen Fähigkeiten aufzufassen. An sich ist sie wertneutral, so wie ein Küchenmesser, das neben der eigentlichen Zweckbindung – etwa zum Gemüseschneiden – auch zum Meuchelmord dienen kann. Aber während uns das Messer – nebst Gabel, Scher' und Licht – verwehrt bleibt, bis wir eine gewisse Reife signalisieren, ist niemand da, der uns bezüglich der Großtechnologien wohlwollend beaufsichtigt.

Weitgehend abgekoppelt von der Moral ist der Gesamtkomplex ›Industrie‹ mit seinen Begleiterscheinungen aber offenbar das Vernichtendste, was man einem planetaren System anzutun vermag. Dieser amoralische Status äußert sich – auf einen Nenner gebracht – in der exzessiven Optimierung einzelner, aus dem Zusammenhang gerissener Variablen. Dabei geschieht das gleiche, was auch dem Begriff ›Optimierung‹ zustößt: Ein angestrebtes Optimum büßt, losgelöst von sozialer und ökologischer Einbindung, seine moralische Qualität ein und wird zu einem rein numerischen Maximum von meist technischem oder monetärem Charakter. Kurz: Aus *besser* mit all seinen Implikationen wird *größer, schneller, mehr, billiger*.

Worin bestehen nun solche Variablen? Im Grunde sind sie alle rückführbar auf das Goldene Kalb der Nutzen/Kosten-Rechnung. Faßt man den Schrägstrich als Rechenoperation auf, so haben wir die grundlegende Optimierungsaufgabe vor uns. Wollen wir den Quotienten möglichst groß machen (also mit geringstem Aufwand viel erreichen), so können wir zwei Hebel ansetzen: die Kosten senken und den Nutzen mehren. Nutzen mehrt man, indem man ihn konzentriert; am besten auf sich selbst, und zwar sofort. Und die effektivste Kostenreduktion ist die Abwälzung auf andere. Der Stein der Weisen also, das

erzielbare ›Optimum‹ heißt *Eigennutz/Fremdkosten*. Und wie das in die Tat umgesetzt wird, kann täglich den Nachrichten entnommen werden:

Man verwendet Arbeitskräfte, indem man sie wie Maschinen einsetzt, sofern man sie nicht gleich durch sie ersetzt. Das führt zur Entfremdung von der geleisteten Arbeit und beraubt die Menschen der Befriedigung, von ihrem Werk zurückzutreten und sich daran zu freuen. Die psychosozialen Konsequenzen sind nicht wegzudiskutieren. Die Verstärkung, notwendig geworden, um den Hunger nach Arbeitskräften einer zentralisierten Industrie zu stillen, hat ebenfalls ihre nur allzu vertrauten spezifischen Probleme. Kriminalität und Isolation in der Masse mögen hier als Schlagworte genügen.

Eine verlockende Möglichkeit der Kostensenkung ist die problemangepaßte Wahl der Systemgrenzen. Das soll heißen: Geht es um den ›Einzugsbereich‹ der Rohstoffe, so wird sehr global gedacht. Bei der Vermarktung der Produkte schrumpft die Weltsicht dann meist auf die reichen Nationen, um bezüglich der Abfallbeseitigung jenseits der Werkstore und Fabrikschlote abrupt in Verdrängung überzugehen. Besonders gern wurden und werden Flüsse als kostenlose Müllabfuhr betrachtet. Wurde früher bei vielen Völkern das Brunnenvergiften (ein Angriff auf die Gemeinschaft an ihrem verwundbarsten Punkt) als eines der schlimmsten Verbrechen angesehen und mit drakonischen Strafen – oft mit dem Tod – belegt, so ist es inzwischen durch Höchstleinleitungs-Verordnungen gesetzlich legitimiert, und wer mehr oder weniger unbedenkliches Wasser trinken möchte, der muß dafür den steigenden Preis einer immer problematischer werdenden Aufbereitung zahlen. Unsere schier grenzenlose Gewöhnungsfähigkeit scheint sich auch mit der regionalen Empfehlung, Babynahrung nur mit Mineralwasser zuzubereiten, recht gut zu arrangieren.

Die Liste der Vergiftung von Luft, Wasser und Boden ist unübersehbar und bedarf keiner Beispiele mehr. Deponien drohen als chemische Zeitbomben. Steigendes Auftreten von Allergien, Immunschwächen, Krebs und Erbkrankheiten ist zu erwarten – das völlig unkalkulierbare Zusammenwirken einer riesigen Anzahl synthetischer Substanzen, die in Spuren inzwischen allgegenwärtig sind, lassen Raum für düstere Spekulationen.

Und worin besteht die größte Erfindung der Menschheit? Der sensationellste, alle Grenzen überschreitende Exportschlagler? Der überall vorrätige Lagerartikel? Das Produkt, für das wir die weitaus mächtigsten Fertigungskapazitäten geschaffen haben? Ich meine nichts anderes als den *Abfall* – in der Tat wird wohl von nichts sonst mehr produziert. Aber es geht weniger um dieses anrühliche ›Erzeugnis‹, als um die Prozesse, die dazu führen. Abfall – für die Natur vor dem Erscheinen des modernen Menschen ein

unbekanntes Phänomen – ist ein Paradebeispiel für unser mangelndes Verständnis von Wirkungsnetzen: jeder Abfallhaufen ist die Folge eines im Leeren hängenden Faserendes, das wir aus dem Geflecht herausgetrennt haben, oder aber ein unzureichend eingeflicktes Stück, das sich nicht an allen Schnittstellen störungsfrei einfügt.

Und wenn inmitten dieser unübersehbaren Bedrohungen namhafte Wirtschaftswissenschaftler argumentieren, daß die relativen Rohstoffpreise fielen, während die menschliche Arbeitskraft sich ständig verteuere, und daraus den Schluß meinen ableiten zu müssen, erstere seien keineswegs knapp, und von einer Überbevölkerungskatastrophe könne keine Rede sein, sofern man nur der Marktwirtschaft ihren Lauf ließe – wenn also gebildete Menschen, die öffentlich Gehör finden, somit die aberwitzige These verbreiten, jedes Gut und jeder Wert könnten in Geld umgerechnet und auf dieser Basis miteinander verglichen werden, dann möchte man wahrlich resignieren. Ich führe den Gedanken hier nur an, um ihn mit der Verweigerung seiner Diskussion zu kommentieren: mir ist das Papier dazu zu schade. Im übrigen habe ich oben auf die Wiedergabe einschlägiger Zitate verzichtet, um deren Urheber wenigstens durch Nichterwähnung zu strafen...

Das Jahr, in dem wir das letzte Faß Erdöl und den Rest anderer unwiederbringlicher Schätze aus dem Globus herausgepreßt haben werden, ist bereits säuberlich in Diagramme eingetragen, ebenso, wie der Fall des letzten Hektars Regenwald schon datiert ist. Bei noch weitergehenden Konsequenzen wie Ozonloch, Treibhauseffekt und Klimakatastrophe herrscht etwas größere zeitliche Unsicherheit, aber insgesamt muß resümiert werden, daß der Traum von steigender Lebensqualität durch ein unkontrolliertes industrielles Wachstum, wie es bisher praktiziert wurde, kein diesseitiges Paradies schaffen konnte, sondern schon heute mehr und mehr in einen Albtraum umschlägt.

Mobilität...

»Wir können, da es keine vorgegebenen Verbindlichkeiten mehr gibt, überall 'aussteigen' und überall 'einsteigen'. Die traditionellen Bindungen wie Familie, Land, Religion, Geburt, Schicht, Beruf – sie alle können verlassen werden, und wir sind stolz darauf, daß das so ist.«

WULFF D. REHFUS [1990:111]

...und Verkehr

»Erst die Trennung in Wohn-, Arbeits-, Lebens- und Freizeitbereiche, in Produktionsstätten, Fertigungsbetriebe und Verbraucherzentren mit ihrer Zersiedelung und immer längeren Wegstrecken führte zu dem heute gewaltigen Verkehrsbedarf, der sich ständig selbst multipliziert.«

FREDERIC VESTER [1980:117]

Es liegt nahe, diese Themenkreise im Rahmen unserer kritischen Betrachtung zu verbinden, sind doch beide Ausdruck der rast- und ruhelosen Wesensart des Menschen. Im Falle der sozialen Mobilität ist ein Wegfall möglicherweise ungeliebter Zwänge offensichtlich und begrüßenswert, aber, wie Wulff D. Rehfus weiter ausführt, ist »eine solche Totalbefreiung zugleich eine gewaltige Verunsicherung«. Die Kompensation der Orientierungslosigkeit aufgrund der Herauslösung aus Tradition und System überfordert uns. Natürlich gestehen wir uns diese Überforderung ebensowenig ein wie jene, die uns der aufgeblähte Individualverkehr beschert. Damit sind hier weniger die erheblichen Streßsymptome gemeint, die (meßbar) auch einen guten Fahrer attackieren, der sich durch die kollabierenden Innenstädte kämpft. Die Rede soll sein von den Forderungen des Verkehrs, die weit über seinem Nutzen liegen.

Ein bezeichnendes Erlebnis scheint mir die Einladung zu einem Ausflug an einen der oberbayrischen Seen vor einigen Jahren zu sein: Bei wunderschönem Wochenendwetter spie die Großstadt uns endlich aus, nachdem wir geraume Zeit in ihren sklerotischen Adern herumgeirrt waren. Nach über einer Stunde (einschließlich Parkplatzsuche) promenierten wir dann – nebst etlichen tausend Ausflüglern, die in der gleichen Stimmung aufgebrochen waren – am malerischen Seeufer. Von dem allerdings nahmen wir, da intensiv ins Gespräch vertieft, kaum etwas wahr; allenfalls die Unzahl lästiger Spaziergänger, die zu verhaltenem Schritt zwang. So saßen wir alsbald in einem teuren, überfüllten Café, und kamen überein, zeitig aufzubrechen, bevor die Flut der Rückkehrer bereits an der Peripherie den Verkehrsinfarkt einleitet. Nun, wir schafften es leidlich – in zwei Stunden diesmal, irgendeines Unfalls wegen. Mein persönliches Fazit: habe mein Scherflein Stickoxid, Asbest, Blei, Kohlendioxid und Lärm beige-steuert, den Straßenbauern mit meinem Beitrag zum allgemeinen Chaos gegen meinen Willen Argumente in die Hand gegeben und drei Stunden (Fahr)Zeit vergeudet – mit dem »Erfolg«, eine ohnehin bekannte und ziemlich austauschbare Kulisse kaum genossen zu haben und anderen Ruhesuchenden ebenso auf die Nerven gegangen zu sein wie sie mir.

Man möge nun nicht gleich abwinken, weil es sich zugegebenermaßen um ein recht tendenziöses Beispiel handelt. Ich möchte nicht als Todfeind des Autos mißverstanden werden, aber da wir alle uns seiner gefährlichen ›Nebenwirkungen‹ bewußt sind (sind wir das wirklich?), sollten wir es wenigstens wohllosiert und vernünftig einsetzen. Davon aber sind wir weit entfernt. Solange zahlreiche Menschen den Grad ihrer Freiheit an der Tachonadel ablesen, solange wird die Einsicht kaum um sich greifen, daß eben jene Nebenwirkungen unsere Freiheit in zahllosen Punkten empfindlich einschränken. Und tatsächlich macht der unmäßige Individualverkehr uns unfrei:

- Er verkürzt unser aller Leben (schleichend durch Vergiftung und Streß oder einschneidend durch einen der unzähligen Unfälle: Kaum einer unter uns, der nicht Freunde oder Hinterbliebene von Verkehrsunfallopfern – dem Verkehr *Geopferte!* – kennen würde, oder der gar noch unmittelbarer darunter zu leiden gehabt hätte). Es ist unglaublich, aber wahr: wir akzeptieren diesen Preis. Wir leben im Zeitalter der Menschenopfer. »Können Sie sich vorstellen, wie wir reagieren würden, wenn heute jemand käme und sagte: Hört mal zu! Ich habe da eine tolle Erfindung. Sie hat nur den kleinen Haken, daß sie jedes Jahr eine deutsche Bevölkerung von der Größe einer Kleinstadt auslöscht. Aber wartet doch! Nicht weglaufen! Der Rest der Bevölkerung wird begeistert sein, Ehrenwort!« [HOFSTADTER,1985:131].
- Der Individualverkehr bindet immenses Kapital insbesondere im Straßennetz, wirkt damit auf zukünftige Entscheidungsprozesse und verhilft sich so zum fast ewigen Leben.
- Er wälzt gewaltige Kosten auf die Gesellschaft ab – Krankheit, Arbeitsunfähigkeit, Invalidität, Umweltzerstörung, Waldsterben –, die, würden sie ihm angelastet, sein wirtschaftliches Ende besiegeln.
- Selbst mit dieser Prämisse ist er nur bezahlbar, weil er vom derzeit noch unverhältnismäßig niedrigen Ölpreis profitiert. Diese Art der Kostenabwälzung ist zeitlicher Natur: die Zukunft muß mit unserer verantwortungslosen Vergeudung begrenzter Ressourcen fertig werden.
- Die riesigen Flächen, die fließender und ruhender Verkehr verschlingen, tun das ihre, die Lebensqualität in den Ballungsräumen zu mindern. Wir aber sind daran gewöhnt, daß uns das nicht einmal mehr auffällt. Innerhalb bundesdeutscher Siedlungsgebiete beansprucht der Verkehr *achtmal* soviel Platz wie die bescheidenen Erholungsinseln. Ein gesünderes Verhältnis hätte nicht zuletzt zur Folge, daß das Gros der stadtlüchtigen Blechlawine am Wochenende entfallen könnte.

Alles in allem überkommt mich als Nutzer meiner Füße und eines gewiß verbesserungsbedürftigen, aber doch recht passablen öffentlichen Nahverkehrsnetzes nur sehr gelegentlich das Gefühl mangelnder Flexibilität. Meine Mitmenschen begegnen mir hierbei in der Mehrzahl sehr teilnahmsvoll, mitleidig fast, und gelegentlich verständnislos; mir selbst gelingt es in diesen Fällen aber meist, den Unmut über S-Bahnfahrpläne mit einem Appell an das ökologische Gewissen zu befrieden. Dabei ist mir natürlich klar, daß abgelegene Wohnorte oder berufliche Erfordernisse ein individuelles Transportmittel unverzichtbar machen können. Aber ebenso klar ist hoffentlich, daß wir uns schon in den bestehenden Verhältnissen meist entschieden klüger verhalten könnten.

Ähnlich vernichtend könnte man das Thema ›Tourismus‹ abhandeln. Da unsereins mit unverhältnismäßig viel Urlaub, Geld und Langeweile ausgestattet ist, wird in absehbarer Zeit auch die vormals einsamste Insel mit einer schicken Landepiste um die Gunst devisenschwangerer Urlauberjets buhlen. Wir können dann die romantisch-primitiven Eingeborenen mit unseren Videokameras belästigen, und auch sonst die ganze Palette übler Eigenschaften ausspielen. Zurückgekehrt – endlich wieder in der Zivilisation! – kann man sich in Ruhe ansehen, wo man eigentlich gewesen ist, und über die ›unmöglichen Touristen‹ schimpfen, welche die wunderschöne Armut mit ihren generösen Trinkgeldern ruinieren.

Man muß es ja nicht gleich mit Christoph W. Hufeland halten, der vor 200 Jahren schrieb: »Am gesündesten und zweckmäßigsten sind Reisen zu Fuß und noch besser zu Pferde. Drei bis vier Meilen des Tags möchten etwa der allgemeinste Maßstab sein.« Immerhin aber gibt Jürgen Aschoff zu bedenken, daß die Lebenserwartung von Fliegen, bei denen durch Verschieben des Hell/Dunkel-Rhythmus eine rege Reisetätigkeit simuliert wurde, ganz empfindlich zurückgeht: »Wir haben also diesen Fliegen wöchentliche Flugreisen nach Osten oder Westen vorgetäuscht. Das Ergebnis war eindeutig: Die nicht reisenden Fliegen lebten 125 Tage, die reisenden nur 98 Tage« [in GUMIN/MEIER,1983:143]. Wir lassen uns dadurch Fernreisen natürlich nicht vergällen, aber beachten Sie mal den verständnislosen Gesichtsausdruck von Gesprächspartnern in exotischen Ländern, denen Sie von Einsamkeit und Psychiaterheeren in Großstädten erzählen.

Freizeit

Die Betäubung empfundener Sinnlosigkeit nennen wir »unseren hohen Lebensstandard, eine gewaltsame und vielfältige Anregung der Sinne, die sie fortschreitend immer weniger empfindsam macht.« Dafür »sind die meisten von uns bereit, ein Leben hinzunehmen, das vorwiegend darin besteht, mit langweiligen Betätigungen genügend Mittel zu erwerben, um in der Zwischenzeit hektischen und teuren Vergnügungen nachzugehen, die vorübergehend Erleichterung der Langeweile mit sich bringen. Diese Unterbrechungen hält man dann für das richtige Leben, für den eigentlichen Zweck.«

ALAN WATTS [1951:19f]

Freizeit, wie sie sich in der Industriegesellschaft ereignet, weist typisch die gleichen Eigenschaften auf wie deren sonstige Produkte: den eingebauten Zwang zu stetem Wachstum – auch wenn viele nicht recht zu wissen scheinen, was damit anzufangen wäre; und folgerichtig die entsetzliche Palette der Freizeitverteilungs-Angebote. Beachtlicher Weise erfreuen sich diese Erzeugnisse steigenden Umsatzes, obwohl sie ohne Gewährleistung und Bedienungsanleitung angeboten werden.

Das ungesunde Gemisch aus Lebensgier und Sinnleere, dem Bedürfnis nach Ruhe und Besinnung, dem Streben nach materiellem Prestige, der Selbstverpflichtung zu exzessivem Genuß dieser einzig lebenswerten Zeitabschnitte – diese kaum zu vereinbarenden Aspekte machen die ersehnte Freizeit zum echten Problem.

Sportarten, die sich vor allem durch teures Zubehör auszeichnen, müssen erfunden werden, um ebenso schnell wieder aus der Mode zu kommen. Das Mountain-Bike vermittelt auf brettebenen Asphaltstraßen einen Hauch verwegener Abenteuer. Die Besitzer von Heim-Computern argumentieren mit Vorzügen ihrer Geräte und Programme, für die sie nie wirkliche Verwendung haben werden. Videotheken bieten ein lückenloses Wochenendprogramm an. Wir kennen die Malediven besser als den Schwarzwald. Das Auto bekommt Chrompflege und Ralleystreifen. Und endlich kann mancher Photoapparat effektiver denken als sein Bediener. Schließlich kann man noch familienweise ein »ansteckendes, unbarmherziges Glück« konsumieren: »Die Disneyländer dieser Welt (sind) so geplant, daß der Gedanke an ein Problem oder daran, daß eine Leistung Opfer fordert, gar nicht erst auftauchen kann. Die Welt ist ein Ort zum Glückhinein, Vergänglichkeit und Konflikte gibt es nicht wirklich, wir sind schon alle in Utopia« [FRASER,1987:409].

Bisweilen versagen sich all diese Aktivitäten; sei es, daß sie doch eine gewisse Initiative erfordern, sei es die dämmernde Erkenntnis, daß verzweifeltes Grübeln, wozu man »spontan« Lust hätte, ergebnislos verläuft – dann bleibt der rein passive Voyeurismus in einer der Parallelwelten, den sich schier endlos dahinschleppenden Fernsehserien über psychotische Familienclans.

Dennoch ist die Freizeitentzugs-Maschinerie noch nicht so perfekt, daß sie das Ansteigen der Scheidungsrate nach Feiertagen oder Urlaub verhinderte, vielen »Süchtigen« den Freizeit-Streß ersparte oder gar die Menschheit in einen Zustand höheren Glücks versetzte.

Kommunikation

»Das Kriterium der Wahrheit ist unterm Kommunikationsdiktat die Zustimmung geworden. Sie wird gegeben im Lacherfolg und in den Einschaltquoten.«

WULFF D. REHFUS [1990:152]

Wir wähnen uns gerne im Zeitalter der Kommunikation, nur weil uns Fernsehen, Zeitungen, Telefon und Fernschreiber, Nachrichtensatelliten und Transatlantikkabel, Photokopierer, Personal-Computer und Anrufbeantworter großartiger erscheinen als ein handgeschriebener Brief oder ein vertrauensvolles Gespräch. Auch hier scheinen wir nach dem Grundsatz zu verfahren: »Je mehr, desto besser«. Eine erheiternde Betrachtung zeigt den chaotischen Charakter dieser Geschäftigkeit: Schätzungen des Umfanges aller schriftlichen Information der menschlichen Kultur belaufen sich auf etwa 10^{14} bit (Informationseinheiten). Ein heute technisch verfügbarer Übertragungskanal mit 1000 MHz Bandbreite bewältigt diese Datenmenge in kaum mehr als einem Tag [vgl. IVANOV,1978:198]. Schon diese Überlegung weckt eine Ahnung der überwältigenden Redundanz der den Globus umtosenden Kommunikation. Die elektronischen Medien überschütten uns mit Information, die bezüglich Menge und Geschwindigkeit das menschliche Maß weit übersteigt. Um diese Welt nicht erleben zu müssen, so argwöhnt Max Frisch, verdünnen wir sie durch Tempo. Bisher läßt uns diese Technik aber allein im Informations-Regen stehen. Sie bietet kaum jemandem eine Hilfe bei der gezielten Auswahl (außer vielleicht einigen Datenbank-Spezialisten), und bringt langsam aber sicher auch routinierte Nachrichtenredakteure zum Verzweifeln.

»In den Massenmedien wird jeder intellektuelle Rülps eines mittelmäßigen Wissenschaftlers, millionenfach verstärkt, über beliebige Entfernungen in die Welt gesendet. Alles wird konserviert, aufgezeichnet, abgeschrieben,

nachgedruckt und unendliche Male in verschiedenen Versionen von verschiedenen Autoren, die voneinander nichts wissen und nichts wissen wollen, wiederholt. Was daraus entsteht, ist bekannt: eine ungeheure, vielfach redundante Informationsflut.« Und auch das vorliegende Buch muß sich diese Kritik Erhard Oesers gefallen lassen [in RIEDL/KREUZER,1983:153f].

Unsere Teilnahmefähigkeit für Nachrichten aus der ganzen Welt ist begrenzt. Das führt notwendig zu einem Selektionsmechanismus, einem Filter, das die Schwere eines Schicksals oder den Wirkungsradius eines Ereignisses zum Hauptkriterium für seine Wichtigkeit macht, was aber relativiert wird durch die Distanz vom Informierten. Dieses entfernungsbedingte Abklingen kann wieder ausgeglichen werden etwa durch die Anzahl der Beteiligten, durch Kuriosität, Seltenheit oder besondere emotionelle Anklänge. Wie aber verhält sich unser Erleben, wenn wir von einem uns unbekanntem Unfallopfer im Nachbarort hören, oder von Hunderten von Toten auf der anderen Seite des Erdballs? Wir sind daran gewöhnt, daß dergleichen ständig irgendwo passiert, beseufzen die Katastrophe angemessen und gehen zur Tagesordnung über. Der persönliche Bezug und also auch die Erlebnistiefe sind so gering, daß die Nachricht für uns bedeutungslos ist. Auf dieser Kommunikationsebene scheinen wir der schieren Menge unbedeutender Reize und Sensationen sowie nicht in Zusammenhang gebrachter Fakten ohnmächtig gegenüberzustehen.

Ein Bereich, der über das hinausgeht, was man üblicherweise unter ›Nachrichten‹ versteht, ist eine Mischung aus kulturellen, vor allem aber technischen und wirtschaftlichen Datenströmen. Für viele von uns stellen sie das berufliche Umfeld dar. Entkleidet von gezielter Desinformation und ausufernder Inhaltsleere (also auch eines Großteils der Werbung, die sich überwiegend in diese beiden Kategorien eingruppiert läßt), befreit von Redundanz und Widersprüchen, und bereinigt von den (im Gesamtzusammenhang) ineffizienten Finanztransaktionen der Börsenspekulanten, die Datennetze benutzen wie riesenhafte Spielautomaten, so verbleibt nur noch ein sehr bescheidener Rest an pragmatischem Inhalt.

Und schließlich auf der Ebene, auf der für uns die Kriterien der Bedeutsamkeit erfüllt sind – persönlicher Bezug, tiefe Teilnahme, Zusammenhang – erweisen wir uns oft als fast völlig unfähig: Lehrende und Lernende, Führende und Geführte reden nicht selten meilenweit aneinander vorbei, Menschen von unterschiedlichem oder gleichem Geschlecht, Alter, Weltbild und Status verstehen einander nicht, und die ›Sprachschwierigkeiten‹ sind oft gerade da am größten, wo sie nach unseren Idealen völlig verschwinden sollten: bei Liebenden.

Nun bin ich an einem Punkt angelangt, an dem wohl gleichermaßen dem reflexartigem Einspruch der Fortschrittsgläubigen wie dem bereitwilligen Mißverständnis der Technikfeindlichkeit begegnet werden muß: Ein moralisches Urteil über die elektronischen Medien ist so unsinnig wie eines über Suppenlöffel. Worauf ich hinweisen möchte, ist, daß hier ein Moloch namens ›Kommunikation‹ sich selbst befriedigt, ohne wesentliche Effektivität zu entfalten – gemessen an seinen Möglichkeiten. Und diese wären in der Tat gewaltig: Immer häufiger wird darauf hingewiesen, daß modernste Informationstechnologie vielleicht der einzige Weg ist, mit dem die drängenden Probleme der Gegenwart noch bewältigt werden können. Die grundsätzlichen Erwägungen dazu beschäftigen sich mit den Grenzen der Komplexität. »Es läßt sich nämlich zeigen, daß, je komplexer ein System ist, die für einen Zustand potentiell gefährlichen Schwankungen um so zahlreicher sind. Wie ist es dann, so hat man gefragt, überhaupt möglich, daß Systeme von der Komplexität ökologischer oder menschlicher Organisation überhaupt existieren. Wie schaffen sie es, das permanente Chaos zu vermeiden? Wahrscheinlich besteht in sehr komplexen Systemen (...) eine sehr rasche Kommunikation zwischen allen Punkten des Systems. In diesem Fall garantiert die Keimbildungsschwelle der gefährlichen Schwankungen eine gewisse Stabilität. Daher bestimmt die Geschwindigkeit der Kommunikation die größtmögliche Komplexität, welche die Organisation eines Systems erreichen kann, ohne instabil zu werden« [PRIGOGINE/STENGERS,1980:181f]. Nicht nur Politiker und Manager, auch Verliebte sollten das beherzigen.

Energie

»Die Evolution der Arten läuft grundsätzlich in Richtung größerer ökologischer Wirksamkeit – sprich: weniger Energieverbrauch pro Körpergewicht. Gemessen daran, war die industrielle Entwicklung der letzten hundert Jahre ein Rückschritt, und die nun auftauchenden Schwierigkeiten sind eine natürliche Folge.«

FREDERIC VESTER [1980:406]

Vor etwa einer halben Million Jahren zähmte der Mensch das Feuer. Seitdem hat er vom Holzschitt auf erdgeschichtlich immer ältere Brennstoffe zurückgegriffen: Kohle, Erdöl, Erdgas, schließlich Uran, und jetzt liebäugelt er mit dem Ur-Element Wasserstoff (genauer gesagt dessen Isotop Deuterium), von dem er sich das energetische Schlaraffenland in Gestalt des Fusionsreaktors verspricht. Aus irgendwelchen Gründen wird dabei meist gerne

vergessen, daß eine solche Apparatur nicht erst mit ungeheurem technologischen und finanziellen Aufwand entwickelt und gebaut werden muß, um dann mit laufenden Kosten, Problemen und Risiken betrieben zu werden. Aus der sicheren Entfernung von 150 Mio. Kilometern können wir über einen solchen Reaktor verfügen, der garantiert noch einige Milliarden Jahre störfrei arbeitet, bis er dann mit einem – allerdings ultimativen – ›Super-GAU‹ den Betrieb einstellt: die Rede ist natürlich von der Sonne.

Wenden wir uns kurz dem Energiebudget unseres Heimatplaneten zu. Um nicht an den enormen Zahlen zu scheitern, führen wir eine Abkürzung ein: die Leistung eines Großkraftwerkes von 1000 MW (10^9 Watt) sei als Einheit gewählt und heiße ›1 GKL‹ (eine Großkraftwerkleistung). Damit ergeben sich folgende Verhältnisse:

Die von der Erde aufgenommene Strahlungsleistung der Sonne beträgt 120 Mio. GKL. Davon werden etwa zwei Drittel direkt in Wärme umgewandelt, rund ein Drittel schluckt die Verdunstung von Wasser. Circa 0.3% treiben das Wettergeschehen an, und nur knapp 0.8 Promille fließen über den Prozeß der Photosynthese in die Biosphäre. Das sind aber immer noch 100.000 GKL, von denen wiederum ein halbes Prozent (500 GKL) den Menschen erreicht. Dem steht ein technischer Energiefluß von 10.000 GKL gegenüber.

Die praktisch unerschöpflichen Quellen (Wasserkraft, Wind, Gezeiten, nachwachsende Biomasse, Erdwärme) erbringen zusammen ca. 18.000 GKL, also fast das Doppelte des gegenwärtigen Bedarfes. Bis zum Jahr 2000 werden davon allerdings kaum mehr als 3.000 GKL nutzbar gemacht worden sein. (Man beachte: die Sonnenenergie ist darin nicht enthalten!)

Die derzeit bedeutendste Energiequelle ist die Gruppe der fossilen Brennstoffe. Der Vorrat, der mit erträglichen Kosten abgebaut werden kann, wird auf 1.5 Mio. GKL geschätzt (das angehängte ›J‹ für ›Jahre‹ bedeutet, daß die Leistung dieser begrenzten Quelle nur für endliche Zeit verfügbar ist; hier z.B. 15.000 GKL über 100 Jahre). Damit reichen diese Energieträger theoretisch noch mehrere Generationen lang.

Da die Schätzungen der verfügbaren Uranvorkommen je nach Auftraggeber der Gutachten um den Faktor 500 (!) differieren und diese Unsicherheit durch die ebenso abenteuerlich hinauf und hinunter manipulierten Wirkungsgrade der ›Schnellen Brüter‹ zu einem Ratespiel ausartet (Angaben für seine gegenüber herkömmlichen Reaktortypen bessere Uranausnutzung liegen je nach dem Grad der Unterschlagung realistischer Randbedingungen zwischen 10% und 6.000%...), möchte ich davon absehen, irgendwelche beliebig unsinnigen Zahlen anzugeben. Gelänge dagegen die kontrollierte Fusion, so stünde damit

ein Energiespeicher zur Verfügung, der auch bei vorsichtiger Schätzung eine Million mal größer sein dürfte.

Und dann wären da noch die verschmähten 2.8 Mio. GKL, die (bei einem eingerechneten Wirkungsgrad von bescheidenen 10%) ständig an nutzbarer Sonnenenergie angeboten werden.

Die genannten Zahlen orientieren sich vor allem an Jantsch [1979:371ff] und Vester [1980:377ff], ich habe jedoch erheblich vereinfacht und interpretiert, um in aller Kürze ein ungefähres Bild der Verhältnisse zu zeichnen. Dabei gehen natürlich Einzelheiten verloren und Wertungen werden verändert.

Vor diesem Hintergrund blasen wir Jahr für Jahr einige Milliarden Tonnen Kohlendioxid aus Verbrennungsabgasen in die Luft, wohl wissend, daß damit der Treibhauseffekt angekurbelt wird, und berechnen derweil mit masochistischer Akribie die bereits einsetzende Klimakatastrophe. Viel eindringlicher als diese aufwendigen Simulationen erscheint mir folgende Veranschaulichung: Betrachten wir die Erde aus der Distanz etwa des Mondes, so wird uns klar, daß die Lufthülle mit ihrer ›Dicke‹ von weniger als einem Tausendstel des Erddurchmessers diese bescheidene Kugel nur als hauchdünner Film überzieht, viel dünner als vergleichsweise ein Apfel von seiner Schale umschlossen wird. Die ernüchternde Erfahrung dieser Endlichkeit müßte uns doch eigentlich zur Besinnung bringen, daß es so jedenfalls nicht weitergehen kann. Unverdrossen verbrauchen wir jedoch dieses feine Häutchen weiterhin als Verdünnung für schlichten Schmutz und tödliche Gifte, wobei wir aus unserem Bewußtsein erfolgreich verdrängen, daß wir diese beunruhigende Mixtur nebenbei auch atmen müssen.

Das verordnete Heilmittel soll nach Ansicht einiger Politiker, Wissenschaftler und Bürger die Kernenergie sein, und auch hier gilt wieder die Devise »Je mehr, desto besser«. Sie halten es für vernünftig, uns für eine wenige Jahrzehnte währende Übergangsfrist das ›Restrisiko‹ kaum vorstellbarer Katastrophen und die Verantwortung über mehrere hunderttausend Jahre sicherer Lagerung des tödlichen Abfalls aufzubürden. So sehr sind sie von der Machbarkeit und Wirtschaftlichkeit ihres Weges überzeugt, daß sie es für vertretbar halten, Kapital und Kreativität weitestgehend darauf zu konzentrieren, was den (erwünschten?) Nebeneffekt hat, Alternativen zu unterdrücken. Ist man diesen Weg aber erstmal ein Stück weit gegangen, fällt die Neubesinnung schwer: zu viele Milliarden sind bereits fixiert. Und wer besitzt schon die menschliche Größe, derart folgenschwere Irrtümer unumwunden einzugestehen? Ist dann schließlich die letzte Glaubwürdigkeit dahin, so bemüht man die dümmlichen Argumente des ›Technologie-

vorsprungs< und der ›Arbeitsplatzsicherung<, die wohl nicht oft genug widerlegt werden können, als daß man von ihnen abließe.

Das Dogma heißt nach wie vor: Mehr Energie = Wachstum = mehr Lebensstandard = mehr Lebensfreude. Tatsächlich bedeutet die Steigerung des Energiedurchsatzes durch unsere geschundene Biosphäre, daß wir sie immer stärker aufheizen, daß wir unsere Umwelt immer schneller ruinieren, ihre Ressourcen rascher aufbrauchen, und daß uns immer weniger Zeit bleibt, um zu verstehen, was denn eigentlich schief läuft. Dabei haben wir nichts nötiger, als eben diese Bedenkzeit, um das Ruder vielleicht noch einmal herumreißen zu können. Deshalb wäre die Verfügbarkeit der Fusionsenergie (die übrigens mitnichten ›sauber< ist, wie ihre Lobby behauptet), so paradox das klingen mag, vielleicht verhängnisvoll, weil ihr schieres Übermaß die Auswirkung der mit ihr begangenen Fehler dramatisch steigerte.

Selbst ein grundsätzlicher Befürworter der Kernenergie meldet hier Bedenken an und hofft »nicht einmal, daß es einen Überfluß an Energie geben wird, denn die Erfahrung zeigt: Hat unsere Gesellschaft genügend Energie zur Verfügung, wird Energie rücksichtslos verschwendet, und gerade das ist aus vielen Gründen, nicht zuletzt zum Schutz unserer Umwelt, nicht wünschenswert« [FRITZSCH in STADLER,1989:488f].

Ihnen wird aufgefallen sein – besonders wenn Sie der Kernenergie eher kritisch gegenüberstehen –, daß ich kein Wort über Harrisburg oder Tschernobyl verloren habe. Ganz einfach: diese und andere Unfälle sind einfach zu unerheblich. So etwas tolerieren wir ebenso, wie wir die Opfer des Individualverkehrs hinnehmen. Etwas anders verhält es sich mit der Strahlenbelastung im Normalbetrieb: Ich enthalte mich der diesbezüglichen Argumentation, da man erstens über die Schädlichkeit geringer Strahlendosen praktisch nichts weiß (so selten das auch von Gegnern wie Befürwortern eingestanden wird), und zweitens, weil die Beweisführung anhand von Einzelfällen oder scheinbaren Häufungen (Krebs, Mißbildungen, Fehlgeburten etc.) problematisch und stets anfechtbar ist. Hier lassen sich selbst mit umfassender Datenerhebung allenfalls langfristig statistisch gesicherte Aussagen machen, aber auch dann ist die Abgrenzung von anderen Einflüssen schwierig: die Wirklichkeit spielt sich eben nicht unter streng kontrollierten Laborbedingungen ab.

Im übrigen besteht kein wirklicher Grund zur Sorge: wenn auch bei »Schäden infolge nuklearer Ereignisse (...) in vielen Fällen eine Naturalrestitution nicht möglich ist«, so kann der Bürger doch – fußend auf »bewährter Rechts-tradition« – mit einem »gerechten Schadensausgleich« in Geld rechnen. Dieser ausschnittsweise zitierten Antwort der Bundesregierung auf eine Kleine

Anfrage zur Haftungsproblematik bei Reaktorunfällen (Deutscher Bundestag, Drucksache 10/5821,1986) ist nach meiner Lesart wenig mehr zu entnehmen, als daß die Bundesregierung keine Veranlassung sieht, »sich an Spekulationen über die finanziellen Auswirkungen eines hypothetischen Großunfalls zu beteiligen. *Spekulationen dieser Art liefern keine solide Basis für politische Entscheidungen*« (Kursivierung W.P.). Nun, man fragt sich, welche Kriterien eine solche Entscheidungsbasis zu erfüllen hat – und nach wessen Auffassung. Wir alle sind betrübt und empört über Leid und Schmerz, aber offenbar können uns nur solche Argumente wirksam erreichen, die sich in einer vertrauten Zahl mit der Einheit ›DM< ausdrücken lassen. Lassen wir uns also von der »bewährten Rechtstradition< des monetären Moraläquivalents inspirieren und versuchen uns an folgendem Rechenexempel: Für ein Kernkraftwerk der Leistungsklasse 1000 MW seien Gesamtkosten in Höhe von 10 Mrd. DM zu veranschlagen. Wenn damit alle volkswirtschaftlichen Kosten von den jahrelangen Gerichtsverfahren, über die Baukosten und Polizeieinsätze, die Bemühungen um Endlagerung bis hin zur Demontage nach der Stilllegung berücksichtigt werden, dann ist das gewiß ein traumhaft günstiger Preis. Die reinen Erstellungskosten belaufen sich mithin auf 10 DM pro Watt – ohne die laufenden Kosten für Abbau, Anreicherung, Wiederaufbereitung, Entsorgung und den übrigen Betrieb. Es ist gar nicht so einfach, mit irgendeiner anderen Technologie derart viel Geld zu verschleudern: Selbst die Kosten von Solarzellen liegen nur unwesentlich höher, wobei zu bedenken ist, daß während ihrer Lebensdauer (die der eines Kernkraftwerkes entspricht) kaum weitere Kosten und Risiken anfallen, und daß die Preisentwicklung bei einer Produktion im großen Stil noch wahre Sturzflüge erleben dürfte. Bedenkt man weiter, daß andere Technologien bereits heute schon weitaus günstiger dastehen, dann stellt sich doch angesichts der vielbeschworenen Unverzichtbarkeit von Großkraftwerken die bange Frage, ob wir uns nur für so dumm verkaufen lassen, oder ob wir es nicht vielleicht tatsächlich sind.

In *Neuland des Denkens* [1980] präsentiert Frederic Vester neben kritischen Analysen der gegenwärtigen Situation und der Hintergründe eine solche Fülle von seriösen Möglichkeiten ›sanfter< Energieerzeugung und Studien über ihre Realisierbarkeit ohne Wohlstandsverzicht, daß ich hier auf Einzelheiten verzichten möchte.

Aber was, bitte, soll sich in dieser aberwitzigen Welt diesbezüglich zum Besseren wenden, wenn Solardächer oder Windrotoren wegen ›Landschaftsverschandelung< untersagt werden – wovon bei Kraftwerken, Umspannstationen und Hochspannungsleitungen selten die Rede war. Hier geht es um Macht und Monopole, um Rechthaberei und Demotivierung. Und

wenn die sanfte Energie als »exotisch« diskreditiert wird, kann man dem doch nur entgegenhalten, daß eine nuklear beheizte Dampfturbine gewiß »ein exotischerer Weg ist, um Wasser zum Kochen zu bringen. Dennoch ist man auf der einen Seite bereit, der Menschheit mit ungeheuer komplizierten und unausgereiften Großtechnologien Risiken für ganze Generationen aufzuhalsen (...) Auf der anderen Seite schützt man Risiken und mangelnde Erfahrung vor, wenn es darum geht, Rohre zu verlegen (...) oder Kollektoren auf dem Hausdach anzubringen, was für viele Laien eine einfache Bastelarbeit ist« [ebd.:428]. Was ist dazu noch zu sagen? Wir könnten es anders haben, aber wir wollen nicht wirklich.

Gesundheit

»Viele medizinische Gelehrte glauben, die Geschichte der Medizin sei in Wahrheit die Geschichte des Placebo-Effektes.«

NORMAN COUSINS [in CAPRA, 1982:370]

Es soll nicht vernebelt werden, daß ich zu dieser Thematik besonders wenig profundes Wissen angesammelt habe. Aus Erfahrung, Gespräch, Selbstbeobachtung und Literatur gewann ich aber doch die Überzeugung, daß körperliche und seelische Gesundheit in kaum zu überschätzendem Maße aneinander geknüpft sind. Diese Erkenntnis ist natürlich uralte und geriet erst in jüngerer Vergangenheit dadurch in Vergessenheit, daß uns die Idee unterlief, durch massive chemische Intervention den mechanistisch aufgefaßten Körper bei jeder Störung wieder flugs in seinen Sollzustand versetzen zu können – entsprechend der Instandsetzung einer Maschine.

Was wir heute sehr zögerlich und widerstrebend zur Kenntnis nehmen, nämlich daß unsere Psyche erheblichen Einfluß auf die organische Gesundheit hat, war in der traditionellen Heilkunst aller Kulturen stets von größter Selbstverständlichkeit, und zahlreiche »Fossilien« dieses Wissens finden sich beispielsweise in der Sprache: wenn man entnervt »die Nase voll hat«, kommt einem kaum der Zusammenhang zwischen übermäßigem Streß, dem dadurch geschwächten Immunsystem und einem so begünstigten Schnupfen in den Sinn.

Nun reichen diese Wechselwirkungen aber weit über Banalitäten hinaus, soweit, daß in vielen Fällen esoterisch anmutende Therapien und schamanische Rituale solchen Patienten Linderung und Heilung brachten, die von der »modernen« Medizin und Pharmazie längst schulterzuckend aufgegeben worden waren.

Die meisten Vertreter dieser beiden rivalisierenden Lager halten mit der gängigen Schwarz/Weiß-, Gut/Schlecht-, Richtig/Falsch-Mentalität die Ideen und Methoden des jeweils anderen Lagers für unheilvollen, bestenfalls nutzlosen Unsinn, während den eigenen Dogmen die einzige Wahrheit innewohnt. Daß es aber dennoch beiden widersprüchlichen Ansätzen keineswegs an Erfolgen mangelt, sollte eigentlich stutzig machen. Und, einen Schritt weiter gedacht, müßte der eingangs erwähnte Placebo-Effekt, der in einschlägigen Anekdoten immer wieder für einen Lacherfolg gut ist, doch glasklar verdeutlichen, daß es hier nicht so sehr ankommt auf ausgepöbelte Pflückerchen und Tinkturen in absurden Verdünnungen einerseits, und plumpe Eingriffe in die kaum verstandenen Regelsysteme des Organismus mittels hochwirksamer synthetischer Substanzen andererseits – vielmehr ist es der Mensch, der sich selbst heilt. Es steht heute außer Zweifel, daß beispielsweise Immunprozesse und die körpereigene Produktion schmerzstillender Endorphine von der seelischen Verfassung beeinflusst werden [vgl. WATZLAWICK, 1981:105]. Die Requisiten dieser Heilung – teure bunte Kapseln oder die Fetische eines Schamanen – sind gegenständliche Krücken, deren der unvollkommene Mensch bedarf, um daran seine Kräfte aufzurichten und zu konzentrieren.

Letzte Zweifel beseitigen müßte ein Blick auf jene Spiritualität, die den völligen Verzicht auf solche Hilfsmittel erlaubt, verkörpert etwa in indischen Mönchen und Fakiren, die durch körperliche Übungen und Meditation eine ans Phantastische grenzende Selbstbeherrschung ihrer vitalen Prozesse erlangen.

Sicher werde ich mit der Verkürzung auf die Selbstheilungskräfte der Breite des Themas nicht gerecht; im Gegenteil wäre diese Behauptung – zur Absolutheit erhoben – nur noch lächerlich. Aber auch hier soll es ja in aller Kürze nur darum gehen, wie die Weichen gestellt wurden, und wohin sie uns geführt haben. Und dazu bedarf es einer weiteren Klarstellung: Nicht erst die moderne Medizin hat uns von den berüchtigten »Geißeln der Menschheit« (Infektionskrankheiten wie Tuberkulose, Typhus oder Cholera) oder von der verheerenden Kindersterblichkeit erlöst. Sie hatten ihren Schrecken allesamt schon vor Entdeckung der Antibiotika allein durch verbesserte Bedingungen bei Ernährung und Hygiene verloren.

Nichtsdestotrotz führte die reduktionistische Denkweise auch in der Medizin zunächst zu erstaunlichen Achtungserfolgen, durch die bestärkt sich eine Unzahl von Ärzten zu hochspezialisierten »Maschinisten« heranzubilden. Es darf nicht vergessen werden, daß diese Entwicklung besonders in der Notfall- und Reparaturmedizin wahre Wunder möglich gemacht hat. Aber neben der

umstrittenen Frage, ob es moralisch vertretbar sei, einem Todgeweihten sein würdevolles Ende zu versagen, indem man ihn mit gewaltigem Aufwand der Quälerei langwieriger Operationen und Verpflanzungen unterzieht, zeichnet sich auch immer deutlicher die Tatsache ab, daß die zugrundeliegende monokausale Vorstellungswelt mit so komplexen Phänomenen wie es Herz-Kreislaufkrankungen, Krebs, die ›modernen‹ psychosozialen Störungen oder das Altern sind, nicht zurandekommt.

Kostenexplosion in der pflegenotständlerischen HighTech-Medizin, schwindelerregender Konsum ärztlich verordneter chemischer Keulen, Selbstmedikation tausender Tonnen kleiner, bunter Leib- und Seelentröster - und eine dennoch immer kränker werdende Gesellschaft? Trotz aller Sensationsmeldungen aus den Operationssälen lassen die statistischen Daten (1990 mußte Deutschland-West 10% des Bruttosozialprodukts für die Gesundheit berappen – das sind schwindelerregende 304 Milliarden Mark) keinen anderen Schluß zu.

Natürlich ist die medizinische Praxis nur die eine Seite – auf der anderen steht der Mensch, dessen Gesundheit äußeren und inneren Einflüssen ausgesetzt ist. Die äußeren Bedingungen sind inzwischen in den meisten Teilen der Welt eher abträglich, was sattsam bekannt ist und an dieser Stelle nicht weiter ausgeführt werden soll. Nicht besser steht es um die innere Umwelt: Der Zerfall der Einheit von Körper und Geist führte dazu, daß wir den Verstand als unser Selbst auffassen, daß wir unser Denken *sind*, während wir einen Körper *haben*, dessen Unzulänglichkeiten und Betriebsstörungen nicht in unsere Eigenverantwortlichkeit, sondern ins Ressort von Spezialisten fallen, die alles wieder ins Lot zu bringen haben und uns geflissentlich mit Kritik an unserer Lebensweise verschonen sollen.

Es lohnt sich, die beiden Hälften unseres zweigeteilten Selbstverständnisses einander gegenüberzustellen: Denken Sie sich, Werbeplakate oder TV-Spots machten Sie unentwegt auf ungute Absonderungen Ihres Verstandes aufmerksam: dumme Witze, Unfreundlichkeit, Kränkungen oder glatte Lügen. Vermutlich wären Sie empört und fänden das äußerst geschmacklos. Dagegen lassen Sie sich pausenlos unterschieben, Sie belasteten Ihre Umwelt mit Schweiß, Zwiebelndunst und all Ihren unerfreulichen ›Problemzonen‹. *Das* (ob nun ›berechtigt‹ oder nicht) verärgert Sie keineswegs – vielleicht jagt es Ihnen sogar Angst ein, nicht genug dagegen unternommen zu haben. Und wer dreimal pro Woche eine Menge Zeit und Geld in Fitness-Studios läßt, wird um das Resultat dieser Plackerei beneidet. Investiert einer die gleiche Zeit beispielsweise in Meditation, so gilt er eher als suspekt. Dagegen ist der völlig stumpfe, wohl funktionsfähige, darüber hinaus aber eigenschaftslose Mensch in

unserer Gesellschaft durchaus gern gesehen. In eine Anstalt wird er erst verfrachtet, wenn die Symptome etwas origineller sind. Oder wenn er durch die Erkennbarkeit seiner Alterung an den eigenen, verdrängten Tod erinnert.

Ernährung

»Seit dem ersten Weltkrieg hat sich die Getreideerzeugung pro Hektar Anbaufläche zwar verdoppelt, die dafür hineingesteckte Energie in Form von Kunstdünger, Maschinen usw. jedoch verzwanzigfacht.«

FREDERIC VESTER [1980:248f]

Wir haben zu unterscheiden zwischen dem globalen Ernährungsproblem als einer Frage millionenfachen Hungerns und Verhungerns auf der einen Seite, und andererseits unserer offensichtlichen Unfähigkeit, mit dem uns verfügbaren Überfluß so umzugehen, daß er nicht ebenfalls Krankheit und Tod bringt – in der vergleichsweise unspektakulären Spielart degenerativer Zivilisationskrankheiten. Und natürlich gibt es zwischen diesen Verhängnissen Verbindungen.

Das grausame Problem des Welthungers muß hier nicht quantifiziert werden; auch spielt es eine untergeordnete Rolle, ob unser Planet auf Dauer zwei, vier oder acht Milliarden Menschen wird tragen können: schon jetzt ist die Pro-Kopf-Erzeugung von Nahrungsmitteln rückläufig. Der ›Bremsweg‹ des Bevölkerungswachstums wäre aus vielschichtigen Gründen sicher nicht kürzer als ein volles Jahrhundert – d.h., in einhundert Jahren *könnte* sich die Zahl der Erdlinge auf 11 bis 15 Milliarden stabilisiert haben [v. DITFURTH,1985:256f]. Nur äußerst hartgesottene Wachstums-Träumer sowie gewisse alte Männer können übersehen, daß das zu viele wären. Im übrigen kann keine Rede von einer absehbaren Einleitung dieses Bremsmanövers sein. Ungeachtet aller konstruierbaren Szenarien, Zeitkalkulationen und Hilfsprojekte besteht bezüglich der Unabwendbarkeit der Katastrophe – wie auch immer – kein Zweifel, lediglich ihr Erscheinungsbild bleibt eine bange Unbekannte.

Ein Reigen von Teufelskreisen schickt sich an, uns den Garaus zu machen: Die Intensivierung der Landwirtschaft denaturiert den Boden bis über die Grenzen seiner Regenerationsfähigkeit; Erosion und überproportional anwachsender Bedarf nach Düngung und Schädlingsbekämpfung sind die Folge. Die Infiltrierung von Nahrung und Trinkwasser mit krebserzeugenden und erbgutschädigenden Substanzen sind eine weitere Konsequenz, neben dem

Vordringen der Wüsten – aufgrund von Erosion, Landgewinnung durch Rodung sowie der wiederum dadurch angetriebenen Klimakatastrophe, der ihrerseits durch den ungeheuren Kohlendioxid- und Wärmeeintrag in die Atmosphäre Vorschub geleistet wird. Letztere sind Nebenprodukte der gewaltigen Energiemengen, die solches Vorgehen verschlingt – das einleitende Zitat gibt eine Vorstellung davon. Tatsächlich ist unsere Nahrungserzeugung derart ineffizient, daß wir in jede erzeugte eßbare Energieeinheit ein *mehrfaches* an nicht-eßbaren (und zumeist auch nicht erneuerbaren) investieren.

Die einzig erfolgversprechende und zukunftssträchtige Methode, ein gewaltiges Nahrungsmittelpotential zu erschließen, wäre der weitgehende Verzicht auf so ziemlich alles, was fatalerweise unter der Bezeichnung ›Veredelung‹ läuft. Das für mich herausragende Argument für überwiegend vegetarische Ernährung ist der verheerend schlechte Wirkungsgrad der Umwandlung von pflanzlichem in tierisches Eiweiß. Unter diesem Gesichtspunkt ist ein Viehmastbetrieb oder eine Legebatterie ein Kuriosum, das (abgesehen von zusätzlichem Aufwand an Energie und Arbeit) 70 bis 95 Prozent der eingesetzten Nahrung *vernichtet* – zu Abwärme, kaum genutztem Biogas und grundwassergefährdender Jauche entwertet. Wie weit sich der aufkeimende Umdenkungsprozeß ausbreiten wird, ist ungewiß. Die archaischen Assoziationen zu ›Fleisch‹ einerseits, die Geringschätzung von ›Grünzeug‹ andererseits sitzen tief. Letztlich wird aber auch darin bestenfalls ein Aufschub zu sehen sein, eine Fristverlängerung, nach deren Ablauf wir wieder – und um weitere Menschenmilliarden gewachsen – mit dem Rücken zur Wand stehen.

Es ist schrecklich einfach: solange wir auch die Toleranzgrenzen unseres Planeten hie und da noch ein Stück aufweiten können; sei es durch trickreiche Lenkung, sei es durch brutalen Eingriff – das exponentielle Bevölkerungswachstum überflügelt all diese rührenden Bemühungen mit Leichtigkeit und im Eilzugtempo. Die vorstellbaren Ereignisse, welche die Menschheit jenseits dieser Grenzen wieder zu einem tragbaren Faktor im Gesamtsystem der Biosphäre dezimieren könnten, beschäftigen nur wenige Köpfe, die überdies kaum Gehör finden. Verfügten einflußreiche Politiker nur über einen Bruchteil der Einsicht in vielschichtige Zusammenhänge und die Fähigkeit zur Extrapolation gegenwärtiger Entwicklungen wie mancher Science Fiction-Autor (ich denke etwa an John Brunners ausgezeichneten Roman *Schafe blicken auf*), so dürfte man seine Hoffnungen vielleicht ein wenig steigern.

Derweil Tag für Tag über einhunderttausend Menschen verhungern, befließigen wir uns im großen Stil der Vernichtung, Entwertung und Vergiftung von Nahrungsmitteln.

- Die *Vernichtung* vollzieht sich nicht nur auf dem vielbeklagten Wege des Einstampfens (vor dem Hintergrund einer bizarren Subventionspolitik), sondern wie oben dargelegt, in größtem Rahmen durch die Veredelungsverluste einer zu langen Nahrungskette.
- Die *Entwertung* wird betrieben beispielsweise durch Ästhetisierung, übertriebene Verarbeitung und Konservierung.
- Die *Vergiftung* schließlich ist unser innovativstes Betätigungsfeld, auf dem wir das Nahrungsmittel durch seinen gesamten Werdegang begleiten. Luft, Boden und Wasser sind bereits mit allerlei exotischen Ingredienzen befrachtet, aber damit nicht genug, mühen wir uns, das Aroma mit Antibiotika, Farb-, Geschmacks- und Duftstoffen, Konservierungsmitteln, Hormonen, Stabilisatoren, Antioxidationsmittel und dergleichen abzurunden. Viele Fertiggerichte vermitteln den Eindruck, Inhalt, Aussehen und Konsistenz hätten sich den Einfällen der Verpackungsdesigner und Farbpsychologen untergeordnet.

Der Kreis schließt sich: Irgendwer hat einmal darauf hingewiesen, wie ähnlich sich doch ein Neandertaler und ein ›moderner Mensch‹ seien – der Neandertaler schlingt hastig seine Nahrung herunter und sichert dabei ständig mit nervösen Blicken nach allen Seiten; genau wie der hektische Esser in einem *fast food*-Restaurant, der, von seiner Uhr getrieben, mechanisch den styroporverkapselten Standard zerkaut, und hinter einer Glaswand stehend nach links und nach rechts in das Gewimmel einer Fußgängerzone stiert. Nein, besondere Erfolge haben wir bei der Ernährung des einzelnen und der Masse nicht zu vermelden.

Ökologie

»Das Verhältnis des Menschen zu seiner natürlichen Umwelt ist hochgradig gestört. Der Glaube an die technische Machbarkeit führt zu Entgrenzungen, die ethische Orientierungen wiederum obsolet werden lassen. Die Frage nach Wert oder Unwert menschlichen Tuns wird zunehmend aus der Perspektive der Machbarkeit beantwortet.«

CLUB OF ROME [1990:9]

Die Ökologie (griech. *oikos*; Wohnung & *logos*; Lehre) sollte uns lehren, wie wir uns einvernehmlich auf diesem Planeten einzurichten haben. Die diesbezüglichen Resultate bilden die Streiflichter der vorangegangenen Abschnitte. Diese Aufzählung soll nicht abgeschlossen werden, ohne nochmals massiv Nachdenklichkeit zu schüren. Stellen wir uns dazu folgenden trivialen Kriminalfall vor:

- Ein Mensch bereichert sich, beispielsweise durch Scheckbetrug, um eine Million. Fällt schließlich Licht auf seine Untat, so stellt diese Summe eines der Kriterien zur Festsetzung des Strafmaßes dar. Von Vertretern sehr extremer Meinungen einmal abgesehen, wird das Rechtsempfinden der meisten Menschen dem im Prinzip folgen können. Nennen wir diese Begebenheit im folgenden ›*Betrug I*‹.
- Schwieriger wird das bei einem klaren Fall von Mord. Aber hier ist der strafrechtliche Hintergrund nicht von Interesse – es genügt, auf einen weitgehenden Konsens bauen zu können: Die Tötung anderer Menschen zum eigenen Vorteil ist moralisch indiskutabel. Zur Entwicklung des Gedankens, um den es mir geht, ist es nützlich, sich auf äußerst nüchterne Art bewußt zu machen: Was bedeutet ›Tötung‹ eigentlich? Da ja der Tod auf die eine oder andere Weise irgendwann sowieso eintritt, stellt dessen gewaltsame Vorverlegung etwas dar, was mit Zerstörung oder einfach Vorenthaltung von nach Jahren bemessener potentieller Lebenserwartung umschrieben werden könnte, um die das Opfer betrogen wird. (Wer das für Zynismus hält, der möge das nicht mir, sondern der Natur der Sache anlasten.) Nennen wir diesen Sachverhalt ›*Mord I*‹.
- Unproblematischer wird es wieder, wenn wir den Fall ›*Betrug I*‹ abwandeln: Ein Programmierer in einer großen Bank habe eine Möglichkeit gefunden und realisiert, sich all die zehntel und hundertstel Pfennigbeträge, die bei Rundungsvorgängen rechnerisch unter den Tisch fallen, auf ein eigenes Konto umzuleiten. Das sei einige Zeit unbemerkt geblieben und – bei der

enormen Zahl von Transaktionen – habe sich ein Betrag von wiederum einer Million akkumuliert. (Das Beispiel entstammt nicht meiner Phantasie, sondern dem Leben.) Wir ahnen zwar, daß die Bank sich solche Verluste letztlich bei ihren Kunden wieder hereinholt und sehen uns insofern selbst als Geschädigte an. Vielleicht schleicht sich trotzdem etwas heimliche Bewunderung oder gar Neid für diesen klugen Kopf ein. Aber vermutlich werden wir uns dennoch darauf besinnen, daß auch diese moralische Verfehlung zu bestrafen ist. Im Grunde hat sich dieser Mensch unzählige ›Mikroverbrechen‹ aufgeladen. Dennoch gerät unser Rechtsempfinden nicht in größere Not als im Falle von ›*Betrug I*‹: Wir addieren alles peinlich genau auf und machen unser Strafmaß wieder im wesentlichen an der Endsumme fest. Wir wollen den Fall mit ›*Betrug II*‹ bezeichnen.

Vielleicht ahnen Sie schon, was jetzt kommt. Es wird eine Geschichte sein von:

- Menschen, die Natur verbrauchen, die – aus welchen Motiven auch immer – Luft, Wasser und Boden vergiften, die Berge aus Plastikmüll auftürmen, die ihren erbgutverändernden und krebserregenden, chemischen und atomaren Abfall (mehr oder weniger tief verscharrt) tausend Generationen aufbürden. Menschen, die kaum etwas von den verwickelten Prozessen ihrer Umwelt verstehen, aber in größter Freizügigkeit in sie eingreifen. Menschen, die mit an Tollheit grenzendem Größenwahn daran gehen, vorsätzlich den genetischen Code höherer Organismen zu verändern. (Der Grad an Selbstüberschätzung, der uns glauben macht, wir könnten mit unserem Neandertalerhirn die gigantische ökologische Optimierungsleistung einiger Milliarden Jahre verbessern, ohne die verheerendsten Nebenwirkungen zu erleiden, verschlägt einem die Sprache.) Und die Geschichte handelt von Menschen, die durch den Kauf von Edelholz-Fensterrahmen das Abholzen der Regenwälder und die Klimakatastrophe fördern. Die durch Konsum irgendwelcher exotischer Gewürze letztlich abenteuerliche Gewaltregimes, politischen Terror und Folter stützen. Die durch Verwendung von Spraydosen die Hautkrebsrate, das Planktonsterben, damit das Fischsterben und als Folge sogar den Welthunger antreiben. Menschen wie Sie und ich also, die das alles nicht mehr hören können; erstens, weil wir wissen, daß es stimmt, und zweitens, weil wir scheinbar trotzdem so weitermachen können, als stimmte es nicht. Drittens wissen wir auch, daß wir uns damit etwas vormachen, und viertens zucken wir heftig zusammen, wenn dieses Dilemma jetzt ›*Mord II*‹ heißen soll.

Worauf ich hinaus will: Unsere Lebensweise nimmt bewußt und dulddend hin, daß ihre Begleiterscheinungen unzähligen Menschen – natürlich auch uns selbst – Tage, Monate oder Jahre ihres Lebens kosten. Es sind dies Goethes »ungeheure Fälle, wo alles auf dem Spiele steht«, in denen man »noch immer so fortlebt, als wenn von nichts die Rede wäre«.

Das einzige moralische Schlupfloch ist der Umstand, daß die Vernetzungen von Ursache und Wirkung zu unüberschaubar durch Raum (die gesamte Biosphäre) und Zeit (Jahrtausende der Zukunft) vermascht sind, um unseren Handlungen einen unmittelbaren Schaden zuzuordnen. Haben wir aber den »konzentrierten« und den »verteilten« Betrug gleichermaßen abgeurteilt, so ist nicht einzusehen, warum es für den »verteilten« Mord irgendwelche mildernden Umstände geben sollte, zumal wir uns immer weniger auf Unwissenheit berufen können. »Wir laden nicht nur Schuld auf uns, wenn wir offensichtlich kriminell handeln (...), sondern wir können unter Umständen auch schon schuldig werden, wenn wir ganz normal – eben: ganz den üblichen, akzeptierten Normen entsprechend – handeln. (... Diese Feststellung) soll jedoch nicht zuallererst der Selbstanklage dienen und auf Vergangenes gerichtet sein, sondern sie soll als eine Aufforderung für unser zukünftiges Verhalten gewertet werden« [DÜRR,1988:12]. Gerade bei Menschen, die Kinder zeugen, sollte man hier erhöhte Sensibilität vermuten dürfen. Daß der Wunsch zur Fortpflanzung eine ausschließlich genetische Determinierung ist, wäre wohl eine zu grobe Vereinfachung, »daß die Vermehrung unserer eigenen Erbanlagen *aber gar* keine Triebkraft unseres Handelns sei, wird wohl auch keiner behaupten wollen, wenn er sich zum Beispiel nur die ja bereits von Krankenkassen als behandlungsbedürftig anerkannte Gier vergegenwärtigt, mit der manche Menschen schier alles zu tun bereit sind, um nur *eigene* Kinder haben zu können« [MARKL,1985:49]. Erschreckend viele Menschen scheinen es aber tatsächlich bei der bloßen Erfüllung des genetischen Auftrages bewenden zu lassen, ohne ihn in den Rahmen einer langfristig tragfähigen Lebensführung zu stellen – auf eine bewußte, verantwortliche Entscheidung *für* Kinder, Umwelt und Zukunft können sich diese Mörder zweiter Art jedenfalls nicht berufen.

Mein Vorschlag: Legen Sie das Buch jetzt mal zur Seite. Lassen Sie Ihrer Selbstkritik freien Lauf und prüfen Sie Ihren Standpunkt zu diesem Gedankengang. Untersuchen Sie Ihre etwaigen Gegenargumente auf Stabilität. Um mehr bitte ich Sie nicht – wer bin ich denn...

Abermals: Aufklärung

»Eine Aufklärung über die Grenzen unseres Verstandes bedeutet (...) noch eine Chance für die Überlebensfrage unserer Spezies. Diese Chance wird jedoch nur dann wachsen, wenn wir schneller weise und bescheiden würden, als wir tüchtig und mächtig werden.«

RUPERT RIEDL [1982:337]

Spaltung des menschlichen Selbstverständnisses, naiver Reduktionismus, euphorischer Machbarkeitsglaube, Wachstumsdogma – und all das potenziert mit unserer schicksalhaft großen Anzahl von Individuen: das sind die miteinander verwobenen Ursachen, die uns mehr und mehr als Dornenkrone der Schöpfung erscheinen lassen, um ein Wortspiel Hubert Markls zu verwenden. Jeder Abschnitt dieses Kapitels hat einen charakteristischen Aspekt »moderner Zivilisation« in einem (wie ich hoffe) ernüchternden Licht gezeigt; hat die Selbstgefälligkeit ramponiert, mit der wir diesen Errungenschaften üblicherweise begegnen. Zwangsläufig ziehe ich dadurch den Vorwurf des Schwarzsehertums auf mich: nämlich aus dem Lager der berufsmäßigen oder sonst irgendwie zwanghaften Weißseher. Diese Kritiker kann ich vorab in zwei Gruppen teilen. Die einen verschließen sich vor den Tatsachen. Wer dieses erstaunliche Kunststück bis heute durchgehalten hat, für den ist es ein leichtes, auch meinem Gerede zu trotzen. Die anderen kontern mit dem »Ja, aber«-Argument und mögen mir pessimistische Einseitigkeit vorwerfen. Man solle schließlich auch das Gute und Schöne in der Welt sehen. Richtig! Aber kann man noch länger die Augen davor verschließen, daß die ernste Sorge darum berechtigt ist?

Die Aufklärung brach nicht aus heiterem Himmel über die Menschheit hernieder, vielmehr ist sie ihre Begleiterin von Anbeginn. Seit der »Greifkletterer« die Befähigung erwarb, Raum und Zeit in seiner Vorstellung zu repräsentieren, seit er zunehmend bewußte Ideen von der Wirklichkeit konstruiert und die Aspekte der Welt in seine Begriffe, Symbole, Kategorien und Ordnungen zwingt, seitdem bastelt er an einer pflegeleichten Alternative zu der zufälligen, unsicheren, ungenauen, schwer voraussehbaren, unruhigen und überraschenden Wirklichkeit. Zu groß war der Reiz (und ursprünglich auch der Nutzen!), sich nicht jenen Unwägbarkeiten zu stellen, sondern von der Möglichkeit der vereinfachenden Simulation ausgiebig Gebrauch zu machen. Das muß in der Entwicklung des Gehirns sehr rasch zur Implementierung von Vergangenheit und Zukunft geführt haben, da nur auf dieser Basis planendes Bewußtsein möglich ist.

Verständlicherweise ist dem Menschen die erdachte Welt seines Vorstellungsraumes ungleich vertrauter als die wirkliche Welt draußen – gleichgültig, wie verzerrt, unvollständig oder falsch sein ›Arbeitsmodell‹ auch sein mag. So kam es, daß das Vertrauen in unsere innere Repräsentation der Realität mehr und mehr wuchs, während der Glaube an die Realität selbst zerfiel. Derweil wir die Welt zugrunde richten, zweifeln die Philosophen an ihrer Wirklichkeit, wie Karl Popper treffend pointiert. Das gilt zumindest für die Solipsisten, wie sich die Extremisten des Idealismus nennen: sie anerkennen nur den reinen Geist, der sich die Welt als Fiktion erschafft. Die prinzipielle Unwiderlegbarkeit dieses Gedankens sollte nicht darüber hinwegtäuschen, daß sie als sein einziges Argument doch reichlich dürftig ist. Die Aufklärung wurde also nicht mit Descartes' »Cogito, ergo sum« eingeleitet, vielmehr hat sie eine lange Geschichte – ihre Spuren reichen zurück bis zu den ersten Felszeichnungen und zeremoniellen Begräbnissen vor rund 100.000 Jahren. Bereits damals überzog der *homo sapiens neanderthaliensis* die Welt mit naiven Ordnungsmustern und versuchte, seine Hirngespinnste von Sinn und Wollen magisch-rituell auf die Realität zu projizieren. Formal unterscheidet sich unsere heutige Lebenspraxis und Religionsausübung kaum wesentlich davon. Descartes aber war es schließlich, dessen »Ich denke, also bin ich« den Bruch mit der Außenwelt perfekt machte, dem Erleben das Vertrauen aufkündigte und sich nur noch auf Ausgeburten des (wie er meinte) reinen Geistes – Logik und Mathematik – einließ.

Die Tragik der Aufklärung liegt aber nicht allein in dieser unausgewogen kopflastigen Wirklichkeitssicht, sondern in ihrem Zusammentreffen mit der Machtfülle, die dem Menschen zugewachsen war, und die ihn sich in die Hybris versteigen ließ, die Welt an das Modell anzugleichen, das er in seinem Gehirn trägt – ein Gehirn, das dem des Neandertalers gleicht, denn unsere genetische Ausstattung ist seitdem unverändert. »Es gibt Leute, die glauben, man könnte ihm einen Straßenanzug anziehen und in die U-Bahn einsteigen lassen, ohne daß er dort besonders auffallen würde. Er war nur etwas grobknochiger als die heutigen Menschen, und sein Gesicht sah etwas urtümlicher aus – aber er war ein Mensch« [JOHANSON/EDEY in STADLER,1989:296f]. Dieses Wesen also ist von Anfang an damit beschäftigt, seine Welt zu ›verkopfen‹, wobei es aufgrund seiner technologischen Muskeln erst in der Neuzeit wirklich dramatische Ergebnisse zeitigt. Die Vorstellung, der Mensch habe früher in demütiger Zurückhaltung gelebt, ist ebenso romantisch wie falsch: ihm standen lediglich unsere Möglichkeiten noch nicht zu Gebote. Sein Dilemma ist wohl nie prägnanter formuliert worden als von Konrad Lorenz: »In der Hand die Atombombe und im Herzen die Instinkte der steinzeitlichen

Ahnen«. Ausmaß und Tragweite unserer Macht sind unversehens um etliche Nummern zu groß geraten. Sind die einen noch berauscht davon, so fühlen sich andere bereits verkatert. Gemeinsam ist ihnen, daß sie *viel* wollen, jedoch meist nicht recht wissen, *wovon*. Die Frustration der Bodenlosigkeit trifft uns empfindlich: »Der Logos, der in der Frühzeit an die Stelle des Mythos trat, verhieß eine Sicherheit, die weit über die Verlässlichkeit hinausreichte, wie sie der Mythos zu gewähren schien. Die Vollgestalt des Logos, wie er im Denken der Aufklärung transparent wird, hat diese Sicherheiten widerrufen. Übrig bleibt 'die Erkenntnis, daß wir in einem Feld von Ungewißheiten leben, die weder durch die theoretischen Versuche der philosophischen Rationalitätskonzeptionen noch durch Glauben oder gesellschaftlichen Konsens überwunden werden können' (O.Weinberger)« [GEYER in AUDRETSCH,1992:224]. Wie aber können wir uns in dieser Unsicherheit heimisch fühlen? Es fehlen Orientierung, weite Perspektiven, die Einordnung in einen großen Rahmen: »Unser gegenwärtiges Handeln hat sehr viel gemeinsam mit einer Bootsfahrt bei dichtem Nebel: Man wird die Fahrt zwar gewahr; die Richtung aber, in der sich die Bewegung vollzieht, ist unbekannt. Aber wir rudern begeistert weiter« [KEPPLER in STADLER,1989:473]. Wer in dieser Situation den Rat der Verzweiflung herbeiwartet, wird nicht nur schlecht, sondern auch zu spät beraten sein. Wir brauchen dringendst ein Weltbild, das in diesem Nebel als Leuchtturm dient. Die Bausteine dazu müssen notwendig unserem erkennenden Denken entspringen – und niemand außer uns selbst wird sie aufeinander türmen, um schließlich oben das führende Licht zu entzünden. Wer also sind wir und was wollen wir?

FÜNFTER TEIL

KORREKTUREN AM SELBSTVERSTÄNDNIS

*»Wenn einer, der mit Mühe kaum
geklettert ist auf einen Baum,
schon meint, daß er ein Vogel wär,
so irrt sich der.«*

WILHELM BUSCH

Ein Zeitalter neigt sich zum Ende, die Aufklärung geht in Selbstzersetzung über, und *Die Vernunft frißt ihre Kinder* – so der Titel eines Buches von Wulff D. Rehfus [1990], in dem er eine ebenso brillante wie scharfzüngige Analyse der fortschreitenden Orientierungslosigkeit vorlegt.

Der mittelalterliche Mensch verfügte über Fixpunkte – Glaube, Tradition, Recht –, die nicht in Frage gestellt wurden. Jenseits des Problems der Richtigkeit oder Wünschbarkeit erleichtert dieses Eingebundensein das Leben in vielen Details ganz beträchtlich, indem es Anleitung, Maßstäbe, Werte und Ziele anbietet. Seit der Aufklärung müssen sich alle diese Ordnungen vor der Vernunft rechtfertigen – nicht mehr, wie zuvor, umgekehrt. Was blieb, war bei den Empiristen letztinstanzlich die Natur, bei den Rationalisten nichts als die Vernunft selbst. Beides führt in schwere Begründungsnöte. Dem ›Prinzip Natur‹ wenden wir uns später zu. Betrachten wir zunächst die auf sich selbst gestellte Vernunft.

Da vor ihrem nagenden Zweifel nichts Bestand hatte, wandte sie ihn nach der Zerstörung aller anderen Ziele schließlich gegen sich selbst. Nun, da endlich alle Ordnungen wegkritisiert sind, steht der Mensch total befreit und völlig haltlos vor dem Nichts. Die entgrenzte Beliebigkeit dieser neuen Freiheit »rechtfertigt jegliches Denken und Handeln. Die offizielle Sprachregelung hat für diesen Tatbestand der Beliebigkeit ein anderes Wort eingeführt. Es wird von 'Pluralismus' gesprochen, und er wird gefeiert als Errungenschaft gegenüber Dogmatismus und Bevormundung. (...) Pluralismus besagt sogar, daß man von der Vernunft des einen Bereiches jederzeit in die Vernunft eines anderen überwechseln kann« [ebd.:113]. Die verschiedenen Vernünfte, von denen hier die Rede ist, sind die Splitter, die auf dem Amboß der Aufklärung zurückblieben: Da gibt es ökonomische und militärische Vernunft nebst technischen, wissenschaftlichen oder verwaltungsorientierten Spielarten, dazu eine für Frauenbewegung, Atomenergie, Straßenbau, Tierversuchsgegner oder Gesamtschule. Plattgewalzte Weltanschauungen werden als Autoaufkleber und

Ansteckplaketten gehandelt. Alle erheben absolute Ansprüche, verlieren oft die Relation zum Rest der Welt, und laufen Gefahr, faschistoide Züge anzunehmen. Die einzelnen Gültigkeitsbereiche sind aber viel zu beschränkt, um die übergreifenden Probleme wie Ökologie, Bevölkerungsexplosion oder Friedenssicherung bewältigen zu können.

Ein Rettungsversuch inmitten dieser allgemeinen Auflösung ist die formal übergeordnete juristische Vernunft. In dieser Situation kann sie sich aber nicht mehr auf ein kollektives Rechtsempfinden stützen. Es geht nicht mehr »um Gerechtigkeit, sondern um die juristisch einklagbare Regelung des Einflusses von Interessengruppen. (...) Gerade der Versuch, durch Gesetzesvorschriften die Gesellschaftsordnung gerechter zu gestalten, führt dazu, daß, wer die Gesetze und Ordnungen einhält, nicht nur weniger Geld verdient und mehr Zeit aufwenden muß, sondern auch als der Dummere gilt« [ebd.:125].

Die Bereiche des Rechtes zersplittern ebenso wie die Vernunft, die widerspruchsfreie Integration der unzähligen Gesetze gelingt nicht mehr. Angewidert und enttäuscht wendet sich die ›private Vernunft‹ von dieser ›öffentlichen‹ ab. Da ihre gewachsene Lebenserfahrung aber den Detailfragen in unserer unüberschaubaren Welt häufig hoffnungslos inkompetent gegenübersteht, und das Vertrauen in die ›Experten‹ schwindet, versucht sie die moralische Argumentation. Und damit sind wir beim ›Prinzip Natur‹ angelangt: »Die moralische Vernunft, so sieht es im Moment aus, versucht sich eine neue Beglaubigung zu verschaffen, die, nach Gott, autonomer Vernunft und Recht, die oberste Instanz des Denkens und Handelns werden soll: die Natur. (...) Ein Naturbegriff, der dies leisten kann, ist noch nicht entwickelt« [ebd.:128]. Soweit Rehfus' Darstellung.

Auf der verzweifelten Suche nach einem Lotsen, der uns die moralische Fahrinne richtigen Handelns weist, die in den trüben Untiefen des modernen Lebens immer unkenntlicher wird, mehrten sich also wieder Stimmen, welche die Natur dazu berufen sehen. Dabei kommt es fast regelmäßig zu zwei zentralen Mißverständnissen:

Das Mißverständnis der ›Unnatürlichkeit‹

Das erste ist – wie so häufig – eine Kategorienverwechslung beim Begriff der ›Natürlichkeit‹: Wo könnte sie enden? Beim Tragen von Kunstfaser-Hemden oder bei der Kleidung überhaupt? Beim Städtebau, der Kernspaltung oder dem Komponieren einer Symphonie? Ist es die Sprache, die Kultur oder die Wettervorhersage? Fallen wir aus der Natur, wenn wir Sex zum purem Vergnügen treiben, mit Messer und Gabel essen, uns das Rülpsen verkneifen

und die Haare schneiden? War es die Herrschaft über das Feuer, das erste Steinwerkzeug oder der aufrechte Gang?

In dieser Zusammenstellung wird der reichlich absurde Charakter der Frage hoffentlich offenbar. Und dennoch: woher kommen unsere negativen Assoziationen, wenn beispielsweise von ›Plastik‹, dem Inbegriff des Unnatürlichen, die Rede ist? Immerhin sind viele Kunststoffe der Substanz unseres Körpers ungleich verwandter als etwa Stein, Glas oder Metall. Und die Tautologie »Kunststoffe kommen nun einmal in der Natur nicht vor« hat nicht ein Quentchen mehr Gehalt als die Feststellung »Schimmel sind niemals schwarz«. Da in der Natur bindungsfreudige Atome herumvagabundieren, gibt es Moleküle. Da gewisse Moleküle andere, kompliziertere, konstituieren können; da sie sich selbst reproduzieren, Information tragen und Zellmembranen bilden können, sind Lebewesen möglich. Lebewesen wiederum erzeugen Stoffe und unterhalten Vorgänge, die es ohne ihre Existenz nicht gäbe. Deswegen verfielen doch niemand auf den Gedanken, Chlorophyll, das Blattgrün etwa als widernatürlichen Kunststoff zu bezeichnen. Diesen Begriff nun mit weltanschaulicher Abwertung verquickt an ein Produkt menschlicher Aktivität zu heften, ist ebenso abwegig. Daß sich nämlich einige Kohlenwasserstoffe auf elegante Weise zu langen Molekülketten – beispielsweise ›Plastik‹ – aneinanderhäkeln lassen, ist doch weder Aufforderung noch Verbot, dergleichen auch wirklich zu tun. Es handelt sich um eine schlichte Möglichkeit der Natur ohne jede moralische Qualität. Begreifen wir den Menschen als natürlich, weil die Natur ihn hervorgebracht hat, so ist es ebenso willkürlich wie sinnlos, zwischen ihm und seinen Erzeugnissen die Grenze zur Unnatürlichkeit zu ziehen: Nicht nur ein Ameisenhaufen, nein, auch das Empire State Building »ist ein natürliches Gebilde, ein Naturprodukt, denn es kommt von uns, die wir Bestandteil der Natur, und deren Produkte somit auch natürliche Produkte sind. Die Bezeichnung 'künstlich' ist also nicht als Gegensatz zu 'natürlich' zu sehen, sondern nur als Unterbegriff« [BINNIG,1989:17].

Die Wandelbarkeit der Werte

Das zweite Mißverständnis bei der Erhebung der Natur zur moralischen Instanz ist die Verabsolutierung irgendwelcher Wertordnungen.

So sind die Anforderungen an die Umweltbedingungen, unter denen Evolution und Leben stattfinden, keineswegs starr, vielmehr sind sie integraler Teil dieser Entwicklung und unterliegen somit dem zeitlichen Wandel. »The times they are a-changin'«, greinte Bob Dylan, und dieser Wandel kann zuweilen äußerst

drastischer Art sein; es verkehren sich dann ›richtig‹ zu ›falsch‹, ›lebensnotwendig‹ zu ›tödlich‹, und ›gut‹ zu ›böse‹. Carsten Bresch nennt einige solcher Wertwenden [in CLUB OF ROME,1990:47ff]:

- Waren zur Erschaffung der Materie anfangs ungeheure Temperaturen erforderlich, so sind diese für ihre späteren komplexen Entwicklungsstufen, Moleküle beispielsweise, absolut zerstörerisch.
- Die Atmosphäre der Ur-Erde enthielt keinen Sauerstoff, mithin filterte keine Ozonschicht die energiereichen ultravioletten Strahlen aus dem Sonnenlicht. Das war auch gut so, spielten sie doch eine wichtige Rolle bei der Bildung vorbiologischer Moleküle. Dagegen ist ihre Wirkung auf lebendige Muster tödlich, so daß diese sich nur in den Ozeanen entwickeln konnten. Dort begannen sie, die ganze Welt mit dem für damalige Verhältnisse verderblichen Sauerstoff zu vergiften. Dieser wiederum drosselte die UV-Strahlung auf ein erträgliches Maß, so daß das Festland für sauerstoffresistentes Leben freigegeben war, das sich im gleichen Zuge entsprechend anpaßte. Es handelt sich hier also um zwei ineinander verschränkte Wertwenden. Rückwirkend müssen wir den Sauerstoff in der jungen Welt als schlecht, UV dagegen als gut bewerten; heute ist es genau umgekehrt.
- Auf einer höheren Organisationsstufe stellt sich ein solcher Wandel besonders eindringlich dar: ist für den Einzeller die ungestüme Teilung die beste ›Zukunftssicherung‹, so bedeutet der Rückfall in diese Hemmungslosigkeit beim Vielzeller nichts anderes als Krebs.
- Als letztes Beispiel seien die Instinkte genannt, die effiziente, rasche und energische Reaktionen ermöglichen. Ohne jeden Zweifel war etwa automatische Aggressivität gegen alle Sippenfremden in der Frühphase der Menschheit nützlich für Überleben und Entwicklung. Heute wird der ungleich flexiblere Intellekt häufig von den archaischen Programmen primitiver Instinkte verzerrt, was fatale Konsequenzen haben kann, wie etwa Rüstungswettlauf und Rassismus beweisen.

Weitere Beispiele, die sich – wie der militärische Teufelskreis – auf den oberen Stufen der Komplexität zutragen, sind das Bevölkerungs- und das Wirtschaftswachstum. Zwar wissen wir um die Unmöglichkeit unbegrenzten Wachstums in einer endlichen Welt, dennoch scheint es für viele nichts Grauenvolleres zu geben, als wirtschaftliches Nullwachstum – wenngleich das doch zunächst einen Zustand höchstmöglicher Stabilität beschreibt.

Erheblich größer ist die Einsicht in das Unheil exzessiven Wachstums bei der Bevölkerungsexplosion. Dazu noch einmal Carsten Bresch: »Das früher immer so Nützliche treibt uns plötzlich zur Menschheitskatastrophe – und das um so mehr, weil gewisse religiöse Führer eine größere Verantwortung gegenüber einer jenseitigen Autorität verspüren als für das diesseitige Leiden ihrer Mitmenschen« [ebd.:47]. Unsere Ignoranz dieser Wertewende gegenüber wird schon heute mit unermesslichem Schmerz bezahlt und mag zu unser aller Grabstein werden. Wer die evolutionäre Wandelbarkeit von Werten erkannt hat, dem wird unumstößlich klar sein, daß es *schlecht* ist, wenn sich auf unserem ausgepowerten Planeten fünf Milliarden Menschen drängen; daß die ungestüme Fortpflanzung verheerende Folgen hat – und daß unsere biologische Determinierung diesem rationalen Einsehen meist hoffnungslos hinterher hinkt. Gewiß ist nach wie vor die Reproduktion das Erfolgskriterium der Evolution – jedoch treten neben die Gene mehr und mehr die *Ideen* als Objekte der Vermehrung. Johann S. Bach hat – neben einer Unzahl von Kindern – eine Musik geschaffen, die ihn nun schon so lange überlebt, und die weite Teile der Welt »erobert« und bereichert hat. Ein Zimmermann aus Galiläa, mutmaßlich kinderlos, schrieb kraft seiner Idee gar zweitausend Jahre Weltgeschichte. Richard Dawkins schuf für solche Gedankengebilde – in Anlehnung an das »Gen« – den Begriff »Mem«, und beschreibt, wie sich fruchtbare Meme von Gehirn zu Gehirn ausbreiten und vermehren [vgl. HOFSTADTER/DENNETT, 1981:141ff]. Das Ausmaß der physischen Fortpflanzung ist beim Menschen heute nicht mehr das A und O der Zukunftssicherung: es ist unübersehbar, daß wir – global betrachtet – eindeutig mehr neue Ideen als zusätzliche Menschen brauchen. Einst gebot die Arterhaltung das Zeugen, jetzt hängt alles vom *Überzeugen* ab, um ein durchaus tiefsinniges Wortspiel Wolfgang Wicklers [1971:137] zu verwenden. Das Vermehrungsgebot war sensationell erfolgreich, jetzt könnten wir uns die Freiheit nehmen, etwas daraus zu machen, statt daran zu ersticken. Gewisse alte Männer, von denen schon die Rede war, echauffieren sich ebenso unbotmäßig über solche Offensichtlichkeiten, wie über eine verbreitete Lebenspraxis, die den Geschlechtsverkehr nach freiem Ermessen in Lustgewinn und Zeugung trennt. Es wäre an der Zeit, daß jene alten Männer diesbezüglich zu wirklichkeitsnahen Konzepten kommen. Denn wenn die Evolution über deren heutige Vorstellungen richtet, können wir uns von ihr weder humanistische Ideale noch christliche Nächstenliebe erhoffen, ebensowenig wie das Verdienst, dergleichen hervorgebracht zu haben, uns mildernde Umstände verspricht.

Wir sehen also: nicht nur die Dinge und Erscheinungen, sondern auch ihre Wechselwirkungen entbehren vollständig irgendwelcher moralischen oder ethischen Bezüge, der Wertkonstanz oder gar der Absolutheit. Der Natur diesbezüglich eine wie auch immer geartete Führungsrolle anzutragen, ist völlig verfehlt. Holz ist nicht natürlicher als Kunststoff, sondern lediglich von einer niedrigeren Komplexitätsstufe hervorgebracht – eben der pflanzlichen Wachstums gegenüber jener einer hochtechnisierten Kultur. Verschließt man sich vor diesem Gedanken, so muß man konsequenterweise Holz (aus der Sicht der älteren mineralischen Welt) als etwas Widernatürliches ansehen. Noch einmal: Bruchstücke und Momentaufnahmen der Natur können keine Moral rechtfertigen, denn die Natur hat mit dieser Kategorie rein gar nichts zu tun. Wir sollten in diesem Zusammenhang auch bedenken, daß in ihr zwar »der Wert der Lust verwirklicht (wurde), zugleich läßt sich aber kein Hauch von Barmherzigkeit und Gerechtigkeit hinsichtlich der Vermeidung von Angst und Schmerz erkennen« [HASSENSTEIN in RIEDL/KREUZER, 1983:75]. Moral ist eine evolutionäre Erfindung des Menschen, und insofern bleibt uns zur Orientierung nur eben dieses Ursprungsprinzip – die Evolution. Ich fürchte, an dieser Stelle abermals der leidigen Nichtsalsigkeit entgegenzutreten zu müssen: wenn wir sagen, Moral sei ein Werkzeug der Menschheitsgeschichte, das den Mechanismen von Variation und Selektion unterliegt – nicht als stupider Daseinskampf verstanden, sondern als Koevolution mit den komplementären Elementen Konkurrenz und Kooperation –, so mindert das ihren Rang in keiner Weise. Im Gegenteil liegt unbestreitbar etwas Würdevolles darin, daß eine Gemeinschaft moralisch unvollkommener Individuen hohe Ideale und Leitbilder erschafft und sich ihnen mehrheitlich unterwirft, obgleich diese zum nicht geringen Teil zunächst doch unbequem, lästig oder teuer sind. Gegen den evolutionären Ursprung der Moral wird fleißig argumentiert und polemisiert, jedoch werden Sie sich bei Bedarf selbst damit auseinandersetzen müssen. Ich vermag nämlich hinter den vielen Worten keine Inhalte, sondern »nicht als« Angst auszumachen. Weil mir hier die Tugend der Geduld ermangelt, stimme ich Ernst P. Fischer: »Es ist sehr sinnvoll, mit Kritikern der Evolution zu diskutieren. Es ist weniger sinnvoll, dies mit ihren Gegnern zu tun« [1987:209]. Moral kann niemals ein unabänderlicher Satz von Instruktionen sein, da diese neuen Bedingungen und Herausforderungen unmöglich gewachsen sein könnten. Was wir brauchen ist eine Art Erstellungsanleitung für aktuelle Ethiken. Diese Metamoral – so jedenfalls unsere These – ist die Einsicht in den Evolutionsprozeß.

Der Leitfaden

»Der große Weg ist einfach,
aber die Menschen ziehen die Umwege vor.«
LAO-TSE

Die Natur entläßt munter ihre Innovationen – unter denen auch wir uns tummeln – auf den Parcours, oder besser gesagt: der Parcours mit seiner Innovationskraft ist die Natur, und Wertungen sind hier nicht vorgesehen. Die Spielregeln sind nur temporär, das heißt, wenn neue Ideen auftauchen, wie das Spiel interessanter zu gestalten sei, so haben sie gute Chancen, sich durchzusetzen. Lediglich Spielverderber – Teilnehmer, die den Ablauf strukturell gefährden – scheiden aus. Das ist alles. Die Natur hat das Verschwinden ihrer Erzeugnisse, das Aussterben unzähliger Arten leidenschaftslos hingenommen. Solche Katastrophen lassen sich durchaus als konsequente Auswege aus tief verfahrenen Situationen auffassen – solange man nicht selbst in der betroffenen Sackgasse steckt. Wir werden den Glauben an unsere Auserwähltheit hoffentlich noch rechtzeitig aufgeben. Gerade weil wir aber keine Sonderstellung innehaben, sondern nur das Bindeglied zur weiteren Entwicklung sind, ist nicht einmal die Erhaltung unserer eigenen Art als moralisches Endziel und oberstes Gebot zu rechtfertigen – zumindest nicht unter Anrufung der Natur als Schiedsinstanz. (Selbstverständlich soll aber das Überleben unserer Spezies zunächst dennoch unser vordringlichstes Ziel sein. Der Evolution ist mit unserer vorzeitigen thermonuklearen Austilgung jedenfalls nicht gedient.)

Von Anbeginn beschleunigt sich das Karussell der Entwicklung, und dem Bewußtsein beginnt zu schwindeln von dem dramatischen, unaufhaltsamen Schwung, den es selbst dazu beisteuert. Was die »Langzeitentwicklung der Intelligenz anbetrifft, so wird sie immer mehr zu einem Risikospiele für die Biosphäre, die ihr Gastrecht gibt, ein faustisches Geschenk für jene Spezies, die sie als ihren Besitz betrachtet« [LASZLO,1988:17]. Schwer zu schaffen macht uns dabei besonders die enorme, selbstverursachte zeitliche Raffung des Wertewandels: spielten sich die beiden erstgenannten Beispiele (Entstehung der Materie, Erfolg der Photosynthese) in Zeiträumen von Jahrmillionen ab, so sind wir heute vielfach aufgrund sich ändernder Voraussetzungen gezwungen, bereits innerhalb der eigenen Lebensspanne grundlegend umzudenken.

Wir sprachen bereits davon, daß Religion früher ein unbedingtes Rückgrat der Wertvorstellungen war und auch sein mußte, da deren rationale Rechtfertigung nicht gelingen konnte. Wenn wir nun so mancher Religion überdrüssig werden,

dann ist es völlig legitim, sie hinter uns zu lassen. Keinesfalls aber soll eine solche Befreiung das Kind mit dem Bade ausschütten: ebenso, wie wir aus einer zerschlossenen Brieftasche alles Wertvolle herausnehmen, bevor wir sie wegwerfen, müssen wir prüfen, welche noch gültigen bzw. korrigierbaren Wertvorstellungen unsere Glaubenssysteme in sich bergen. Und selbstverständlich brauchen wir wieder eine solide Einbindung dieser herauspräparierten Werte in ein zu verfeinerndes Weltbild – und das wird natürlich erneut Glaubensfragen beinhalten, ja auf ihnen aufruhend. Zur Zeit leiden wir noch heftig unter den Spätfolgen einer Wertentwurzelung durch Newtons sinnloses Uhrwerk-Universum, in dem ein verzerrter Darwinismus das *Gesetz des Dschungels* proklamierte.

Es gibt also keinen Anlaß, dieses Aufräumen als Verdrängung der Religion zu beklagen; vielmehr dürfen wir uns doch glücklich schätzen, wenn intuitiv erkannte, aber bisher nicht begründbare Wahrheiten nach und nach auch *verstanden* werden können. Denn, wie Einstein schrieb: »Die Gestaltung des moralischen Ideals sollte nicht an einen Mythos gebunden und mit einer Autorität verknüpft werden, daß nicht durch Zweifel an dem Mythos oder der Berechtigung der Autorität das Fundament des richtigen Urteilens und Handelns gefährdet werde« [1979a:91]. Die Naturwissenschaft unterstützt diesen Gedanken, indem sie den überschaubaren Zeitrahmen milliardenfach aufweitet – von der individuellen Lebensspanne bis hin zum Alter des Universums – und uns auf diese Weise überhaupt erst zu der evolutionären Perspektive verhilft, welche Mythos und Autorität ablöst. Die letzten Fragen bleiben der Religion und werden ihr stets bleiben. Hier aber bietet sich ihr die heilsame Chance, wenigstens einige sozusagen technische Details mit dem Auftrag an Experten abzugeben, die visionären Erkenntnisse der Mystiker zu systematisieren, sie klarer zu formulieren, sowie – und das ist wichtig – sie als weitaus *konsistentere* Bausteine in unser Weltbild einzufügen. Denn auch wenn Zeitgeist-Strömungen ihr Heil in oberflächlich interpretierten, wohlvermarkteten Mythen suchen, so findet sich dabei doch enttäuschend wenig über den Umgang mit Dioxin, Atommüll oder AIDS. »Nach allem, was uns bekannt ist, waren unsere Vorfahren und Traditionsspenden keine raunenden Seher mit seelischem Direktanschluß an die wabernden Tiefen und geheimnisvollen Hintergründe der Natur, sondern ihrer Verstandeskräfte höchst mächtige und zur Bewältigung eines schwierigen Daseins derer auch überaus bedürftige Vorzeitgenossen, die uns auch nicht in allem voraus waren, nur weil sie uns zeitlich voraus kamen. (...) Es entwertet den Inhalt von Traditionen, wenn man den Eindruck erweckt, daß sie das Tageslicht rationalen Denkens scheuen

müssen. Wahrheit wird im Licht erst wirklich schön und dadurch doppelt wirksam« [MARKL,1986,224f].

Es muß nachdrücklich betont werden, daß seriöse Wissenschaft nicht beansprucht, den Glauben überflüssig zu machen. Indem sie die Wirklichkeit systematisiert; indem sie ihre Parallelen, Zusammenhänge und Tendenzen aufzeigt; indem sie also eine logische Harmonie zwischen Sein und Bewußtsein nachweist, mag sie den Glauben wohl erheblich umgestalten, macht ihn aber doch vor allem um so glaubwürdiger, je näher sie uns jene wunderbare Ordnung bringt.

Die Wandelbarkeit der Werte lehrt uns, daß wir nie und nimmer aus herrschenden Zuständen ableiten dürfen, wie die Dinge sein *sollten*. Die Philosophie hat diesen Versuch längst als »naturalistischen Fehlschluß« entlarvt. Wie bei unserer Erörterung der Evolution bereits mehrfach anklang, können wir uns aber – ohne in diese Falle zu tappen – mit einigem Vertrauen an der Kontinuität ihrer Dynamik, dem bewährten Schema ihres Voranschreitens orientieren. Das bringt einen nicht zu unterschätzenden Vorteil mit sich, denn »Antworten in Form von Handlungsvorschriften können Gewissensfragen eher verhindern als hervorrufen«. Wie Wolfgang Wickler [1971:13] wollen wir also versuchen, »von den Konstellationen auszugehen, aus denen solche Handlungsvorschriften oder Gebote erwachsen, weil das manche Gewissensfrage geradezu erzwingt«.

Wenn wir uns dann noch auf den Minimalkonsens einigen, daß der Fortbestand der Natur und des Menschen (solange sich nichts Besseres findet...) wünschenswert ist, dann haben wir die Gelegenheit, das Gerippe einer Moral zu konstruieren. Diese wird dann weder schicksalhaft vorgegeben noch naiv-natürlich sein, sondern die Züge einer Evolutionären Ethik tragen: der ›Rote Faden des *Erstaunlichen Seins*‹ als allumfassendes Prinzip:

Die Evolution ist das einzige, was unbeirrt vom ersten Sekundenbruchteil des Urknalls bis zum heutigen Tag prinzipiell Kontinuität gewahrt hat. Offenbar haben wir nichts anderes, das dieser Vertrauenswürdigkeit auch nur entfernt gleichkäme: *die Evolution ist die älteste und bewährteste aller Traditionen*, und einzig die Tatsache, daß die Wissenschaften sich gerade erst zögernd der Komplexität – und damit der Realität – zuzuwenden beginnen, macht verständlich, daß die Evolution noch nicht als das verlässlichste und grundlegendste aller Naturgesetze (oder gar das einzige?) verstanden wird.

Worin liegt nun der Unterschied zwischen einer solchen Evolutionären Ethik und einem Moralsystem, das die Natur als ›gut‹, den davon getrennt gedachten

Menschen dagegen als ›Irrläufer‹ ausweist? Im letztgenannten Fall wäre konsequenterweise der Untergang der Menschheit als höchstes Ideal und Ziel allen Strebens zu fordern, auf daß die noch verbliebene Natur sich wieder stabilisieren könne. Arthur Schopenhauers lapidare Antwort auf die Frage nach unserem Daseinszweck ist dann auch »die Erkenntnis, daß wir besser nicht da wären«. Eine etwas weniger drastische Alternative liegt im Verzicht auf jeden weiteren Erkenntnisfortschritt – der ja in der Tat höchst gefährvoll ist –, und in einem »Zurück zur Natur« auch dies wiederum mit der Absicht, alles möge in ein harmonisches Gleichgewicht finden.

Der Grundirrtum dabei ist die statische, ausgeglichene Vorstellung eines solchen Zustandes, und darin liegt ein wesentliches Hemmnis für eine evolutionäre Haltung. Wie wir festgestellt haben, hat es ein so verstandenes Gleichgewicht nie gegeben. Und wenn wir darüber nachdenken, wird klar werden, daß wir uns das auch gar nicht wirklich wünschen – im Gegenteil erwarten wir Entwicklung und Veränderung in unserem Leben: Kirschblüte und Gehaltserhöhungen sind beifällig begrüßte Ereignisse. Das Heranwachsen von Kindern und das Zusammentragen eigener Lebenserfahrung erfüllt uns mit Genugtuung. Jeder Akt von Kreativität bringt Freude und Befriedigung. Wir sind gespannt auf das Ende eines Romans und das Aufflammen von Liebe (nicht nur im Roman). Wir trachten danach, uns zu bilden, machen Pläne und kaufen Lotterielose. Und noch der dumpfste Mensch hat seine Träume und Hoffnungen. Wir sind doch durchtränkt von dem Wunsch, unser Leben möge eine (wenigstens tendenziell) durch diese Fragmente charakterisierte Entwicklung nehmen, keinesfalls aber sich nur im Kreise drehen.

Würden wir unser Leben in seiner Dynamik annehmen, und »nicht als einen soliden Block, an dem sich Geld und Fett und 'gesichertes' Wissen ansetzen« [JANTSCH,1979:18], dann wäre alles im Grunde ziemlich einfach. Wirklich problematisch wird es durch unser unstillbares Bedürfnis nach Sicherheits-Garantien. Diese ersehnte Sicherheit kann nicht darin bestehen, daß alles immer unverändert bleibt: bleierne Langeweile und immerwährende Wiederholung sind nun wirklich kein erstrebenswerter Lebensinhalt. Zufriedenheit spüren wir vielmehr nur in der Kontinuität der Entwicklung. In diesem einfachen Übergang vom Anklammern an gegenwärtige Dinge und Zustände zum Teilnehmen am Wandel – im Annehmen des Lebens also – liegt ein notwendiger Bewußtseinsschritt zur evolutionären Einstellung. Die östlichen Philosophien, allen voran Taoismus, Buddhismus und Zen, haben das im Kern bereits vor vielen Jahrhunderten erkannt und nachdrücklich betont.

Wir haben diesen Schritt nicht vollzogen – betrachten wir nun die unheilvollen Folgen. Wie wir finden werden, sind es die weiter oben erwähnten

Mißverständnisse, die dem sozialen Rahmen schaden, während das Individuum ganz unmittelbar durch jenes sicherheitsheischende Anklammern beeinträchtigt wird.

Der einzelne: Leben im ›Jetzt‹

»All die Argumente der Moralisten – all die angeblichen Gründe, warum die Menschen keine bösen Handlungen begehen sollten – sie alle verblassen einfach zu nichts im Lichte der einen grundlegenden Wahrheit, daß böse sein leiden bedeutet.«

RAYMOND M. SMULLYAN [in HOFSTADTER/DENNETT, 1981:318]

Was also verbirgt sich hinter so einem sicherheitsbedürftigen Individuum? Wenn ich das Fenster schließe, die Vorhänge zuziehe, den Plattenspieler abstelle und dann bei gedämpftem Licht in meine vertraute Sofaecke sinke; wenn äußere Ablenkungen weitestgehend ferngehalten sind und also fast alles, was mir nun durch den Kopf geht, von innen kommt – wo hockt dann dieses ›Selbst‹, das sich mit beachtlicher Kontinuität über den skurrilen Film vorübertaumelnder Gedanken- und Empfindungsfetzen erhebt? Und – noch tiefer ansetzend – ist es nicht eigentlich sonderbar, daß dieses Konzept vom ›Ich‹ allenthalben (wenigstens in der westlichen Welt) ebenso bereitwillig wie unreflektiert aufgegriffen wird, obwohl doch niemand sagen kann, wo oder was so ein Selbst denn nun sei? Will man sich nicht mit prinzipiellen Unergründlichkeiten wie der ›eingehauchten Seele‹ oder Kants ›transzendentelem Bewußtsein‹ abspeisen lassen, so bietet sich an, die Aufmerksamkeit einmal nach innen zu lenken: *Selbst, erkenne Dich!* Nach allem, was wir unter dem Stichwort ›Unvollständigkeit‹ über die Grenzen möglicher Selbstanalyse gesagt haben, ist dabei mit Frustrationen zu rechnen – kein Grund, es nicht dennoch zu versuchen.

Was also geht vor, wenn wir auf uns aufmerksam werden? Zunächst macht sich ein Körper bemerkbar, der vielleicht nicht recht bequem sitzt (wir rücken ihn zurecht), dann hören wir, wie ungewohnt still es in der Wohnung ist (aber in einiger Entfernung zwitschert ein Vogel, und gerade beginnt der Kühlschrank zu summen. Apropos: ist eigentlich noch Wein da?) An dieser Stelle erinnern wir uns wieder, daß wir ja unabgelenkt auf unser reines Selbst schauen wollten. Also hinweg mit den nichtigen Anwandlungen, zurück zur Selbstschau. Nach vier oder fünf ruhigen Atemzügen fällt mir dann regelmäßig ein, daß Aristoteles noch geglaubt hat, man dächte mit dem Herzen, während das Gehirn eine Art Kühlaggregat sei. Ich dagegen habe gelernt, daß die

Gedanken in diesem käsigen Blumenkohlorgan stattfinden, und versuche nun – man spürt es ja tatsächlich nicht! – den Ort, wo mein Selbst residiert, in der Vorstellung vier Handbreit tiefer in meine Brust zu verlagern. Natürlich gelingt mir das ebensowenig wie mit meinem großen Zeh, obwohl ich den immerhin betrachten kann. Ist das wirklich nur eine Frage der Gewohnheit? Irgendwo hinter meinen Augen hockt es doch, mein Selbst... Ach so. Das hatte ich ja ›leer‹ lassen und erkunden wollen. Ganz schön schwierig. Erneut reißen wir uns zusammen. Sehr allmählich beginnen wir wahrzunehmen, wie die wirbelnden, sich wandelnden Gedanken und Empfindungen wie Wolkenfetzen über das hinwegziehen, was wir uns als den klaren Himmel des ungetrübten Selbst vorstellen, getrieben von einem steten Wind, über den wir scheinbar keine Gewalt erlangen können. Alles, was damit gelernt wurde, ist, diesen Wind zu spüren, ohne sich von ihm mitreißen zu lassen. Wie Alan Watts sagt: »Es hat keinen Sinn, den Schwall von Worten und Gedanken unterdrücken zu wollen, der in den meisten Erwachsenengehirnen abläuft. Wenn er nicht aufhören will, soll man ihm seinen Lauf lassen, ihm zuhören, als wenn es Verkehrslärm wäre oder das Gackern von Hühnern« [1975:65]. Obwohl das vielleicht schon monatelanger Übung bedurfte, haben wir aber noch nichts über die Natur des Windes oder die Beschaffenheit jenes Himmelsgewölbes verstanden: wir schauen dem Treiben nur geduldig zu und staunen über die Ablenkbarkeit unseres Geistes, der gerade eben noch hier etwas flüchtig kommentierte und nun schon wieder anderswo weilt. Aber das ist erneut keine unmittelbare Wahrnehmung, sondern ein Gedanke über das Denken: Unser Erfahren und unser Geist sind eben meist weit voneinander getrennt.

Wir haben also immer noch keinen Blick auf unser Selbst erhaschen können; haben nur Vergangenes aufgewärmt, Gegenwärtiges gestreift, Zukünftiges erhofft. Aber aus diesem Durcheinander von Gedanken und Emotionen – die je nach dem Zusammenhang ihres Auftretens zudem sehr verschieden wirken können – geht die Idee vom konstanten ›Ich‹ völlig unbeschadet hervor. Irgendwo, so spüren wir, gibt es diesen Fokus einer langfristig recht stabilen Identität. Hätten wir da nicht guten Grund, uns darüber zu wundern, daß die *Erfahrung* den Glauben an ein Selbst nahelegt, während der *Geist* ihm einfach nicht auf die Schliche kommt?

Man mag sehr unterschiedliche Schlüsse daraus ziehen. So kann man, glaube ich, mit Fug und Recht auf die oben angekündigten Unvollständigkeits-Probleme des Systems ›Ich‹ verweisen. Inwieweit diese Formalismen hier anwendbar sind, wissen wir freilich nicht genau, aber plausibel erscheint es schon.

Eine radikalere Hypothese verkörpert der Buddhismus. Er sieht das isolierte Selbst als gefährliche Illusion an, die wir götzgleich pflegen und konservieren, um einen Fixpunkt im Dasein zu haben. Dessen Wesen jedoch ist allein der Wandel, und die Widersprüchlichkeiten sowie die Trennung von unserer Erfahrung, die uns das einbringt, sind die Quelle allen Leids.

Diese Vorstellung einer Ichlosigkeit ist für viele so bizarr (und wohl auch absurd), daß sie hier unmöglich in wenigen Absätzen nahegebracht werden kann. Es scheint, als sei das Empfinden von ›Ich‹ oder von ›Ichlosigkeit‹ einfach eine sehr tiefsitzende, im wesentlichen kulturbedingte Gewohnheit, die man allenfalls unter größten Mühen versuchsweise zugunsten der anderen Position aufgeben kann. Die Wahrheit liegt mutmaßlich einmal mehr zwischen den Extremen. Meilenweit davon entfernt, das wirklich zu verstehen, spiele ich ausgesprochen gern mit dieser so überaus interessanten Perspektive. Wer ein brillantes Buch darüber lesen will, das ohne die in diesem Zusammenhang nicht immer ausbleibenden euphemistischen Phrasen auskommt, dem sei *Der Mittlere Weg der Erkenntnis* [VARELA/THOMPSON,1991] empfohlen. Die Autoren, die dem Buddhismus einiges abgewinnen können, sind bezeichnenderweise führende Kognitionswissenschaftler, also ›berufsmäßig Erkennende‹...

Sie stellen dar, wie in der wissenschaftlichen Erkenntnis jede absolute Grundlage der Außenwelt schwindet (davon haben wir bereits gesprochen), und führen dann den oben aufgegriffenen Gedanken vor, der auf eine zweite, *innere* Bodenlosigkeit hindeutet. Die westliche philosophische Tradition sucht verzweifelt nach solchen letzten Grundlagen – mal nach inneren, mal mehr nach äußeren –, fragt sich aber nie, was es eigentlich mit dem Bedürfnis danach auf sich hat, und bemerkt deshalb auch nicht die Verschränkung dieser beiden Bodenlosigkeiten.

Desungeachtet gilt jene Leere als schlecht, aber die immer neuen Vorschläge für Absolutheiten erweisen sich letztlich nur als »tiefe Quelle unserer Enttäuschung und Angst«. Das schürt unser Anklammern noch mehr: »Das bloße Fehlen einer festen Grundlage wird zur objektiven Grundlosigkeit, und diese soll weiterhin als letzter Bezugspunkt dienen«: der Nihilismus ist erfunden – endlich ist man auf etwas bezogen »indem man verzweifelt« [ebd.:200,325,334].

Will man Entfremdung und Verzweiflung entgehen, so gilt es, diese doppelte Bodenlosigkeit bewußt zu wagen. Das ist gewiß nicht einfach (vielleicht auch nur ungewohnt), es ist aber nichts Negatives daran: »Es unterscheidet sich nicht im geringsten von der alltäglichen Welt, sondern ist ebendiese gewöhnliche, bedingte, unbeständige, leidvolle, bodenlose Welt, aber als der unbedingte, höchste Zustand erfahren (...). Wird die Bodenlosigkeit akzeptiert

und bis zu ihrer letzten Konsequenz verfolgt, das zeigt der Buddhismus, so folgt daraus das von Bedingungen unabhängige Gefühl eines allem innewohnenden Gutseins, das sich in der Welt als spontanes Erbarmen äußert« [ebd.:337,343]. Denn es sind die gegenseitigen Abhängigkeiten, die alle Erscheinungen aus der Leere hervortreten lassen: erneut sei an Quantenphysik und Liebe erinnert... Die Autoren bahnen ihren *Mittleren Weg* zwischen den erkenntnistheoretischen Extremen einer vorgegebenen, objektiv erfassbaren Welt einerseits, und dem geistigen Konstrukt eines unabhängigen Subjekts andererseits. Das, was wir ›Ich‹ und ›Welt‹ nennen, bringt sich in jedem Moment gemeinsam hervor – und zerfällt bei isolierter Betrachtung. Die Bodenlosigkeit, aus der sich diese Aspekte aufschwingen, gilt es meditativ und wissenschaftlich auszuloten: »Wenn diese beiden planetarischen Kräfte – der Buddhismus und die Wissenschaft – zusammenfinden, was könnte dann nicht alles geschehen? Zumindest liefert die Reise des Buddhismus in den Westen einige der Ressourcen, die wir benötigen, um unsere eigenen kulturellen und wissenschaftlichen Prämissen bis an den Punkt weiterzuverfolgen, wo wir keine Grundlagen mehr brauchen und begehren, und uns so der Aufgabe widmen können, Welten ohne Grund zu bauen und darin heimisch zu sein« [ebd.:344].

Das brennende Verlangen, uns an vermeintliche Sicherheiten anzuklammern, wurzelt also in der Spaltung dessen, was wir als die Tätigkeit unseres unabhängigen Geistes empfinden, von unserem Erfahren der ›objektiven‹ Welt in der Unfähigkeit zum Gewahrsein des Augenblicks. Die zeitlich-kausale Konzeption der linken Hirnhälfte, von der wir uns zumeist dominieren lassen; die Selbstbeobachtung, die von diesem bewußten Teil unseres ›Ich‹ ausgeht – sie lassen uns vergessen, daß dieses ›Ich‹ einschließlich all seiner Erinnerungen und Sehnsüchte einzig und allein *in der gegenwärtigen Erfahrung* existiert. Der heilige Augustinus äußert sich ähnlich in seinen *Bekenntnissen*: »Es gibt drei Zeiten; Gegenwart des Vergangenen, Gegenwart des Gegenwärtigen, Gegenwart des Zukünftigen; denn diese drei sind in der Seele, und anderswo sehe ich sie nicht«. Mißachtung dieser Einsicht und ständiges Benennen und Relativieren von Empfindungen unter Bezugnahme auf Zurückliegendes und Erhofftes entleert den Augenblick: »Die Macht der Erinnerungen und Erwartungen ist derart wirklich, daß für die meisten Menschen Vergangenheit und Zukunft noch wirklicher sind, als die Gegenwart. Die Gegenwart kann nicht glücklich gelebt werden, wenn die Vergangenheit nicht bereinigt und die Zukunft nicht hell mit Versprechungen ist« [WATTS,1951:32]. Weiter verschlimmert wird dieser Realitätsverlust dadurch, daß uns das Weltgeschehen über den Kopf wächst, während die Medien uns ungerührt mit

Erfahrungen aus zweiter Hand überfluten: »Die Rede vom 'Hier und Jetzt' ist vor dem Fernsehapparat sinnlos. Das Erleben wird entlokalisiert und enttemporalisiert. (...) Die Realität wird simuliert, unser Leben ist nur vorgetäuscht« [REHFUS,1990:157f,164]. Und jene, die tatsächlich einmal versuchen, in sich hineinzuhorchen, müssen mit der Frustration fertig werden, daß sie oft »überhaupt nicht ihres Geistes gewahr werden, sondern bloß über ihre Gedanken nachdenken. Das hätte nur zur Folge, daß die eigenen Vorurteile über den Geist präsentiert werden« [VARELA/THOMPSON,1991:56].

Die zeitliche Dimension des Bewußtseins, die geeignet ist, unser Erleben immens zu bereichern, kann so – mangels Ausgewogenheit – zu seiner Verarmung beitragen. Paradoxerweise können Menschen so zwar entsetzliche Umstände aushalten, wenn ihnen nur ein Hoffnungsschimmer bleibt – wer, wie Nietzsche sagt, ein Warum hat, erträgt fast jedes Wie –, andererseits beraubt uns die prinzipielle Ungewißheit der Zukunft eines gegenwärtigen Wohlbefindens inmitten materiellen Überflusses.

Damit aber beginnt ein Teufelskreis: Das Leben gerät mehr und mehr zu einer Mischung aus Ärger über zurückliegende Fehler, Angst wegen vielleicht entgehender Möglichkeiten, und der ständigen *Vorbereitung* von Annehmlichkeit. Dabei bleibt keineswegs völlig unbemerkt, daß sich das Leben in Wahrheit ausschließlich im Augenblick ereignet, aber je mehr dieser bereits ausgegrenzt ist, desto bedrohlicher und verunsichernder erscheint der stete Wandel, der ihm innewohnt. Also ziehen wir uns noch weiter zurück und klammern uns an vermeintlich feststehende Bezugspunkte: »Wenn ich sicher zu sein wünsche, das heißt, beschützt vor dem Fluß des Lebens, so wünsche ich, getrennt vom Leben zu sein. Doch ist es gerade dieses Gefühl der Abgesondertheit, das mich unsicher macht. (...) Mit anderen Worten, je mehr Sicherheit ich bekommen kann, desto mehr werde ich haben wollen. (...) Der Wunsch nach Sicherheit und das Gefühl der Unsicherheit sind dasselbe. *Den Atem anhalten, heißt den Atem verlieren.*« [WATTS,1951:74f, Kursivierung W.P.] Und schon Dr. Faust verfügte für den Fall, daß er sich an den Augenblick anklammere (»Verweile doch! du bist so schön!«), der Teufel möge ihn holen. Dabei kennt jeder die Momente der Verzückerung, in denen wir – überwältigt von Schönheit, Freude, Glück – den Fluß des Lebens nicht mehr kommentieren und festhalten, sondern selbst dazu werden. Hinterher stammeln wir dann, uns hätten die Worte gefehlt; fraglos das beste, was uns passieren konnte. Denn nichts würde wohl die spontane Freude zuverlässiger zerstört haben. Ein Beispiel: der seltsame Moment des Orgasmus. Vermutlich liegt seine Verlockung nicht zuletzt darin, daß er uns kurz in die tierische Unschuld zurücktaucht und uns der Selbstbeobachtung entzieht, auf daß wir sprachlos

den Augenblick genießen – die lustlosen psychologischen und anatomischen Analysen müssen dann jedenfalls zurückstehen. Um nicht mißverstanden zu werden: dies ist beileibe kein Plädoyer für ein Leben, das sich ausschließlich in orgiastischen Wonnen erschöpft. Nicht sehr viele Menschen würden darin den Inbegriff des Glücks sehen. Goethe läßt seinen ruhelosen Faust diese erkannte Freudlosigkeit beklagen: »So tauml ich von Begierde zu Genuß, Und im Genuß verschmacht ich nach Begierde«. Vergessen wir aber auch nicht das dazu gegensätzliche Extrem der Lebensführung: »Zu allen Zeiten und in allen Kulturen hat die freiwillige, von keiner äußeren Instanz erzwungene Entscheidung zu einer asketischen Haltung hohes Ansehen genossen. Daß unsere gegenwärtige Gesellschaft verständnislos auf sie reagiert, wenn nicht gar mit Spott, stellt ihr kein gutes Zeugnis aus« [V. DITFURTH,1985:338].

Wie auch immer: Dank des Umstandes, daß ›Lust‹ und ›Unlust‹ – wenn schon nicht unbedingt inhaltlich, so doch wenigstens formal – einigermaßen klare, objektive Begriffe sind, überschreiten die Wissenschaften diese Begriffsebene ungern. So gibt es noch immer Behavioristen, die jede Art menschlichen Verhaltens auf das Suchen der einen und das Meiden der anderen meinen zurückführen zu können. Wieder erweist sich dieser Aberglaube als Ausgeburt der Nichtsalsigkeit. Die Reflexe einer Amöbe sind so vielleicht noch beschreibbar, schon bei einer Laborratte kommen mir dabei Zweifel, und dem Menschen wird dieses plumpe Konzept sicher nicht gerecht: ist es doch schwerlich zu übersehen, daß wir einen Gemütszustand kennen, der Regungen wie Lust und Unlust auf einer höheren Ebene integriert, wobei nicht ausschließlich gegenwärtiges und eigenes Erleben eine Rolle spielt; wir nennen ihn ›Glücklichsein‹. Glücksfähigkeit ist eine Systemeigenschaft (der technische Terminus sei entschuldigt) des Bewußtseins, durch die Empfindungen erinnernd, erlebend und erwartend in einen größeren Rahmen gestellt werden. Eine unmittelbare, begrenzte Unlust kann so zur Wahrung des höherstehenden Wertes fortdauernden Glücks klaglos hingenommen werden. Ungeachtet seines wesentlich komplexeren Inhaltes ist das Glück aber – genau wie die Lust – eine Gefühlsregung, der nur teilhaftig wird, wer Gegenwart empfindet. Das aber kann nicht lediglich passive, tagträumerische Entrücktheit bedeuten: soll nämlich das Glück(lichsein) nicht vom Glück(sfall) abhängen, so gilt es, zu planen, zu entscheiden und zu handeln. Dabei erweist sich das Glück als sensibler, selbstverstärkender Zustand: »Erwartetes Glück erzeugt unmittelbares Glück, befürchtetes Unglück macht unglücklich, auch wenn das Unglück nie wirklich eintritt« [GIERER,1985:232]. Glücklicherweise ist auch das Unglück instabil: Wohl jeder kennt gedrückte Stimmungen, in denen ein kleiner Erfolg, ein nettes Wort, ein Wetterumschwung zu einem Umklappen in

eine stabile, zuversichtliche Verfassung führen. Aber die Seltsamen Schleifen des Bewußtseins bewirken eine noch eigentümlichere Dynamik: »Monotones Glück erzeugt Leere und Unlust, also macht begrenzte Unlust glücklicher als reines Glück: Aussagen dieses metatheoretischen Typs können nicht widerspruchsfrei sein, auch wenn sie der Wahrheit relativ nahekommen« [ebd.:232].

Die Gefahr an der planenden Einflußnahme auf Glück ist, darüber die Empfindung desselben zu vernachlässigen und – angesichts der sich einstellenden Leere – noch intensiver auf zukünftige Genüsse hinarbeiten. Laufen dabei die Ziele zwangsläufig immer schneller ihrer Realisierung davon, nimmt das Ganze den Charakter einer unersättlichen, abstumpfenden Sucht an. Der Erkrankte ist in einem Teufelskreis gefangen, der ihm kein Glücksempfinden mehr ermöglicht, ihn aber nach immer phantastischeren Glücksverheißungen jagen läßt.

Das Planen wird von den meisten Menschen ohnehin eher im Übermaß betrieben, davon müssen wir also hier nicht reden. Wenden wir uns wieder dem so wichtigen Gegenpol, dem Gewahrsein des Augenblicks zu. Ein wunderschönes Beispiel dafür ist Friedrich Rückerts »Parabel« [in DITHMAR, 1970:254]: Ein Syrer flieht vor seinem wildgewordenen Kamel in den Schacht eines Brunnens. Dort an einen Brombeerstrauch geklammert – in der Schwebe zwischen dem wilden Kamel oben und einem hungrigen Drachen unten – läßt der Mann alle Hoffnung fahren, als er auch noch zwei Mäuse entdeckt, die an der Wurzel seines letzten Haltes nagen. In dieser größtmöglichen Unsicherheit greift er nach den Brombeeren:

»Sie dächten ihm zu essen gut,
Aß Beer auf Beerlein wohlgemuth,
Und durch die Süßigkeit im Essen
War alle seine Furcht vergessen.«

In der Auflösung der Allegorie erscheint das Kamel als Sinnbild der Lebensangst, der Drache verkörpert den Tod, und dazwischen nagt die Zeit in Gestalt der Mäuse am grünen Strauch der Welt. Der Mann, dem wir es gleich tun sollten, überwindet die Angst und geht auf im einzigen, was Bestand hat: der Lebendigkeit des Augenblicks. Im Erfahren der Gegenwart wird seine Angst gegenstandslos. Es ist nicht Mut, der seine Furcht unterdrückt; es ist die Aufgabe des Widerstandes gegen das Leben, die ihn überhaupt erst *erleben* läßt. Verwechseln wir die Situation dieses Mannes nicht mit einer mißgeschicklichen Episode: Hier ist die Rede von jeder Sekunde der vielleicht siebzig, achtzig Jahre, die uns gegeben sind. Vor dem Zusammenbruch dieses Widerstandes findet das Leben gar nicht statt. Wenn jeder Augenblick nur auf

Zurückliegende bezogen und zur Setzung künftiger Ziele genutzt wird, dann muß der Gedanke an den Tod unerträglich sein. Denn er beendet die Kette diesseitiger Hoffnungen – und stellt damit auch ihren Sinn insgesamt in Frage –, während die ersehnte Sicherheit einer sinnrettenden Jenseitsgarantie fehlt. Der Verdacht liegt nahe, daß unsere artspezifische Sehnsucht nach *ewiger Glückseligkeit im Jenseits* überhaupt nur darin wurzelt, daß im stürmischen Verlauf der Bewußtseinsentwicklung der Zugang zur *augenblicklichen Glückseligkeit im Diesseits* weitgehend in Vergessenheit geriet. »Seit damals konnten Menschen sehr selten, falls überhaupt je, den inneren Frieden bewahren, den ein zufriedenes Tier zu haben scheint. (...) Die Vorstellung, nach dem Tod für immer fort zu sein, stellte sich als ein dem menschlichen Geist unannehmbare Gedanke heraus. Unsere Ahnen begannen deshalb in der Hoffnung, das Unvermeidliche vermeiden zu können, mit dem Ableben zu verhandeln« [FRASER, 1987:433]. Die Verhandlungsergebnisse – Weltbildaspekte wie vor allem die Religion – erscheinen vielen Menschen in der gegenwärtigen Form nicht mehr akzeptabel, und deshalb wird tunlichst verdrängt, was an diese nun wieder offene Frage erinnert: Alter und Tod werden auf- und fortgeschoben; ideologisch (die »junge« Welt der Werbung), kosmetisch (Faltencreme), medizinisch (apparative Todesverweigerung für Sterbende), institutionell (Altenheime), und vor allem gedanklich. »Aber der Mensch braucht den Tod. Was wäre das Leben ohne die Gewißheit des Sterbens? Wen interessiert ein Fußballspiel ohne Schlußpfiff?« [REHFUS, 1990:54]. Die endlose Verlängerung der Hoffnungskette – jeden Wandel hartnäckig verleugnend sogar über den Tod hinaus – bringt nichts Neues: es bleibt bei der Leere des Augenblicks, die weiterhin durch Erinnerungen und lockende Erwartung kompensiert wird. Erst die Auseinandersetzung des Lebens mit seiner Begrenztheit verleiht ihm die Würze, die von der Ewigkeit nur verwässert würde. Ebenso, wie es »das menschliche Glück ist, in der Gefahr des Unglücks zu stehen« [ebd.:246], so erhält auch das Leben erst durch den Tod die Voraussetzung für Sinn. In diesem Bewußtsein liegt die Chance, sich einfühlsam, bescheiden, aktiv und neugierig auf die offene Evolution, auf das Leben, einzulassen. Dann könnten wir uns gelassen etwa auf folgenden Brauch besinnen: »Mancherorts wünscht sich der alte Mann, daß sein ältester Sohn oder seine Lieblingstochter ihm den Strick um den Hals legt und ihn henkt. Das geschieht regelmäßig auf dem Höhepunkt einer Feier, wenn es ein gutes Mahl gibt und alle – auch der, der zu sterben wünscht – froh und glücklich sind« [FREUCHEN in WICKLER, 1971:81].

Das soziale Individuum: Engagement und Verantwortung

»Daß die Natur in blinder Unschuld im Evolutionsprozeß ungerührt über die Leichen hinweggeht, die jede neue Umdrehung des Lebensrades unter sich drückt, mag sinn- und lehrreich scheinen, ist es aber nicht. Das Gesetz, nach dem der Mensch antrat, ist ein anderes. Es besagt: Wer Freiheit hat zu entscheiden, muß auch in eigener Verantwortung entscheiden.«

HUBERT MARKL [1986:47]

Der Mensch, sofern er einer unerschütterlichen Jenseitszuversicht ermangelt, *braucht* das Erleben des Augenblicks. Alles andere wird sich ihm früher oder später als Blendwerk erweisen. Unsere Not ist es, daß gegenwärtig den meisten Menschen unseres Kulturkreises beide Möglichkeiten – der Ewigkeitsglaube *und* das gegenwartsbewußte Leben – verschlossen sind. Die unbewältigte Leere, die Lebensangst ausstrahlende Todesangst und die persönliche Orientierungslosigkeit führen zur allgemeinen Gleichgültigkeit, zum Desinteresse für die überlebenswichtigen Belange der Menschheit. Mit geradezu defätistischer Häme beglückwünscht man die Erde zum mutmaßlich bevorstehenden Aussterben der eigenen Spezies.

Wenn wir einen vollbesetzten Zug auf eine falsch gestellte Weiche zurasen sehen, schießt uns das Adrenalin ins Blut und wir beginnen zu handeln: das Stellwerk anrufen, winken, schreien – vielleicht nichts Planvolles, aber wir *tun* wenigstens etwas, sogar ohne selbst betroffen zu sein. Und jetzt rast ein vollbesetzter Planet in die Katastrophe, überdies mit uns selbst an Bord, und wir rühren keinen Finger, sondern geben womöglich auch noch vor, das sei nur »natürlich« und völlig in Ordnung. Diese Bewältigungstechnik ist nicht mehr durch Angststarre oder Ignoranz allein erklärbar, sie ist auch eine bequeme Feigheit: kaum ist man vom Humanismus zum Zynismus konvertiert, schon gewinnt jedes Desaster an Unterhaltungswert. Und die Chancen, am Ende recht zu haben, stehen – in einer ohnedies heiklen Situation – gewiß günstiger, wenn man den Untergang nicht abzuwenden versucht, sondern ihn nach Kräften herbeiredet. Worin letztlich aber die Genugtuung einer solchen sich selbst erfüllenden Prophezeiung liegt, ist mir nicht zugänglich.

Eine andere, vielgeübte Strategie sucht die Ängste zu beschwichtigen, indem sie die Welt standardisiert auf alles, was Unbeschwertheit, Lust und Unabhängigkeit verkörpert: die lächerliche Welt unserer Luxus- und Genußgüterwerbung. Die freiwillige Beschränkung auf bereits Bekanntes – gastronomisches, kulturelles, unterhaltsames, zwischenmenschliches *fast food*

– stellt eine Verarmung der Komplexität der Menschenwelt dar: »Der Parasit degradiert auch seine eigene Ordnung. Die ist ein Vorgang, der von der Genesis nur unter einer Bedingung zugelassen wird: bei einer drastischen Reduktion der Außenbedingungen (...). Und der Organismus reagiert wieder mit fürchterlicher Tüchtigkeit. Die höheren Sinne schwinden, die niederen Gewebe wachsen in die Masse (...). Wir Menschen nun reduzieren selbst unser Milieu (...), indem wir fortgesetzt Freiheit für Sicherheit verkaufen« [RIEDL,1976:283].

Das Selbstzerstörerische im Menschen, von dem in diesem Buch wiederholt die Rede war, ließ Arthur Koestler ihn als *Irrläufer der Evolution* [1978] diagnostizieren. Mit der hier vertretenen Auffassung von Evolution ist dieser pessimistische Schluß nicht vereinbar. Zunächst ist der Mensch ganz unlegbar ein beispielloses Erfolgsprodukt, und außerdem hat sich die evolutionäre Entwicklung niemals zur Perfektion bekannt. Zwar läßt in der Tat die Koordination unserer Gehirnpartien viel zu wünschen übrig. Die Folgerung aber, wir seien damit zwangsläufig und aus dem gleichen Grunde wie beispielsweise die Beuteltiere zu Stagnation und Aussterben verurteilt, ist keineswegs zwingend. Denn im Erkennen dieser unserer Grenzen – und das haben wir dem Opossum und dem Schnabeligel voraus – liegt durchaus die Chance, sie zu überwinden oder zu umgehen. Und dazu müssen wir nicht notwendigerweise »zu einer Kombination wohlthätiger Hormone oder Enzyme (greifen), die den Konflikt zwischen alten und neuen Gehirnstrukturen löst, (...) und damit den Übergang vom Geisteskranken zum Menschen ermöglicht« [ebd.:119]. In der Tat gilt es, einen Übergang zu bewältigen, aber das ist ein typisch evolutionärer Schritt, an dem nichts als sein weites Ausgreifen und die dringliche Eile neu sind.

Wir sollten uns endlich als integralen Teil der Natur begreifen und aus der langen Reihe der Wertwenden lernen, daß es schon viele »präapokalyptische« Evolutionsphasen gegeben hat. Lange bevor der Mensch auf der Bildfläche erschien, gab es immer wieder Erfindungen mit schaurigen Nebenwirkungen. Es ist wahr: »Ohne Kreativität gäbe es eine ganze Menge Probleme nicht, aber ohne Kreativität gäbe es die Welt nicht. Wir müssen notgedrungen mit den Problemen leben« [BINNIG,1989:207]. Wir haben als Beispiel für solche bedrohlichen Innovationen die Photosynthese genannt, und waren zutiefst überrascht, weil wir doch darin schon fast den Inbegriff des »Natürlichen« sahen. Da die Natur auf Vielfalt setzt, fanden sich aber bislang zu jedem aufgeworfenen Problem potentielle Problemlöser in ihrem Sortiment. Unser Dasein beweist die Richtigkeit dieser Aussage. Und daß die Bewältigung der gegenwärtigen Krisen nur uns selbst obliegen kann, ist nicht anzuzweifeln.

Mindestens 15 Milliarden Jahre hat die Evolution ihr Geschäft der Komplexitätssteigerung unbeirrt betrieben, was ein professionelles Krisenmanagement auch in scheinbar ausweglosen Situationen unter Beweis stellt. Uns Menschen nun hat sie mit dem leistungsfähigsten problemlösenden Mechanismus ausgestattet, der auf diesem Planeten bisher entwickelt wurde: mit dem Großhirn. Dabei hat sich die Strategie der Vielfalt von den unterschiedlichen *Arten* auf die Varietät der *Gedanken* verlagert. Versuchen wir wenigstens, von dieser Ausstattung sinnvoll Gebrauch zu machen!

Was wir also tun können ist *lernen*. Bewußtes, absichtsvolles Lernen ist als modernste Erfindung der Evolution – die ja insgesamt ein erkenntnisgewinnender Prozeß ist – zugleich ihr vielseitigstes und machtvollstes Werkzeug. Ich habe versucht, in diesem Buch zu zeigen, welche Einsichten mir dabei wichtig erscheinen. (Ich bin allerdings noch nicht ganz fertig damit...) Wenngleich bisher kaum explizit die Rede davon war, dürfte ein weiteres Anliegen dieses Buches deutlich geworden sein: Wie auch immer man sich den tiefsten Fragen des *Erstaunlichen Seins* nähert – sei es auf naturwissenschaftlichem, sei es auf religiösem Wege –, man wird letztlich feststellen, daß man einiges wahrnehmen, einiges erforschen, einiges immer wieder reflektieren und einiges einfach *glauben* muß. Diese Einsicht verlangt das Ablegen etwaiger ideologischer Scheuklappen, und auch sonst manche Neubesinnung, denn »wenn wirkliches Neuland betreten wird, kann es vorkommen, daß nicht nur neue Inhalte aufzunehmen sind, sondern daß sich die Struktur des Denkens ändern muß, wenn man das Neue verstehen will« [HEISENBERG,1969:88].

Üben wir uns bereits im evolutionären Denken, so fiele es bedeutend leichter, unser reiches Faktenwissen zu strukturieren und zu bewerten; unseren Wünschen Ziele und unseren Möglichkeiten Grenzen zu setzen. »Wir reisen auf einem Schiff, auf dem sowohl der Kompaß wie der Nordpol mitgeführt wird« [RIEDL/KREUZER,1983:332]. Ohne klare Bestimmung von Position und Kurs werden wir die globalen Probleme der Menschheit sicher nie an der Wurzel lösen, sondern immer nur atemlos gegen aufziehende Katastrophen ankämpfen. Das dazu erforderliche Wissen ist interdisziplinär vernetzt. Ein Weltbild, das die Grundstruktur dieses Netzes vorgibt, erleichtert das Einordnen neuer Aspekte und fördert die Selbstorganisation seiner feinen Verästelungen, bis hinab zur Eigenverantwortlichkeit des Individuums.

Aber auch und gerade am oberen Ende gesellschaftlicher Dynamik, bei den Gesellschaftssystemen, hat die evolutionäre Sehweise etwas beizutragen. Wir haben betont, daß Gleichgewichtssysteme dem Zerfall preisgegeben sind. Dagegen können offene Systeme fernab vom Gleichgewicht zwar durch eigene

Aufschaukelung oder äußeren Anstoß über ihre Stabilitätsgrenze getrieben werden, durch Annahme einer neuen dynamischen Organisation bestehen sie jedoch im steten Wandel fort. In den quasistabilen Zuständen gilt das ›Gesetz der großen Zahl‹: in der Thermodynamik beschrieben durch Mittelwertgrößen riesiger Teilchenkollektive (Druck, Temperatur etc.), in der Soziologie ausgedrückt beispielsweise in Mode, Zeitgeist, Leitbildern oder prozentualen Stimmenanteilen bei Volksentscheiden. Beim Spiel mit den Stabilitätsgrenzen jedoch, im Loslassen, Überschreiten und neu Arrangieren dieser Eckpfeiler fällt die tragende Rolle dem Individuum zu. Die ›Masse Mensch‹ darf sich hier nicht viel zugute halten. Die wahren Blüten unserer Kultur – Symphonien, Bild- und Bauwerke, Literatur, religiöse und wissenschaftliche Theorien – wurden nicht vom dumpfen Mittelmaß hervorgebracht, sondern sind Einzelleistungen einsamer Größen. Die Masse bildet hier bestenfalls eine mehr oder minder stimulierende Umwelt, die nicht selten zunächst mit Verständnislosigkeit und Ablehnung reagiert: »Evolutionäre Kreativität hebt stets das Gesetz der großen Zahl auf, wirkt also elitär im positivsten Sinne«. Die ›Herrschaft des Durchschnitts‹ läuft Gefahr, die schöpferische Individualität zu dämpfen und ihrerseits von Systemzwängen beherrscht zu werden. Vermag die kreative Phantasie nicht durchzudringen, so »gibt es nur Gleichgewicht und 'Ausgewogenheit' – die Friedhofsruhe des geistigen, gesellschaftlichen und kulturellen Todes« [JANTSCH,1979:366]. Erst das lebendige Ungleichgewicht einer gesunden Gesellschaft macht es möglich, daß die kreative Ideen – sofern sie zur rechten Zeit am rechten Ort auftaucht – die gewaltige kulturelle Verstärkung erfährt, die sie dann ihrerseits Teil dieser Kultur werden läßt. Die allzu bequeme Passivitäts-Formel ›Was kann ich alleine denn schon ausrichten?‹ muß aus unseren Köpfen verschwinden. Engagement, Initiative und Verantwortung sind auf jeder Ebene gefordert. Gesellschaftssysteme erreichen immer wieder instabile Zustände, in denen Innovationskeime um sich greifen können. »Das Außerordentliche geschieht nicht auf glattem gewöhnlichem Wege«, so eine Einsicht Goethes in diese Nichtlinearität. Das Spektrum reicht von Modeworten über Sexualmoral und Umweltbewußtsein bis hin zur Revolutionierung des Systems selbst. Der Volksmund kennt diese Schwelleneffekte nur zu gut: Zwar vermag nicht jeder jedes Faß zum Überlaufen zu bringen (sehen wir das einmal im positiven Sinne), aber damit es überhaupt dazu kommen kann, müssen unzählige wenig spektakuläre Tropfen zunächst den Pegel weit genug hinauftreiben. Der Glaube an die Ohnmacht des einzelnen ist vielleicht »die gefährlichste Illusion, die ein Mensch überhaupt haben kann. Gefährlich ist sie deshalb, weil sie sich erfüllen kann: Wenn man an etwas glaubt, kann das Geglaubte Wirklichkeit werden,

auch wenn es nicht stimmt; man glaubt, man sei machtlos, und wird tatsächlich machtlos« [WEIZENBAUM in MEIER/STRECH,1991:260].

In diesem Licht erscheint die Durchsetzung der demokratischen Idee trotz ihrer markanten Schwächen absolut folgerichtig, da nur hier eine erträgliche Balance zwischen kreativem Ausprobieren und Sicherung des Erprobten gewahrt werden kann. Mithin kann auch der wohlmeinendste Diktator keine brauchbare Alternative sein. Denn auf allen Ebenen zu jeder Zeit das Richtige zu tun, ja auch nur die Notwendigkeiten zu erkennen, das überforderte ein menschliches Wesen hoffnungslos. Wollte man dagegen diesen Posten mit einem Gott besetzen, der uns das eigenverantwortliche Denken und Handeln erspart, dann tappen wir wieder in die Falle einer stupiden, weil zwangsläufig determinierten Langeweile. Das wäre etwa auf Fernsehserien-Niveau und gewiß nicht einem Gott gemäß. Die Einfalt mancher Leute trägt nun weit genug, um die Lösung am anderen Ende des Pendelschwungs zu sehen: im Chaos. Aber »selbst die höchste Freiheit entfaltet ihre schöpferische Chance nicht im Ausufern von Kopflosigkeit und Anarchie, sondern in den strengsten Gesetzen der Persönlichkeit« [RIEDL,1976:318]. Symptomatisch für diese Verwirrung sind weite Bereiche der Kunst. Sie ist in so hohem Maße Beeinflussung und allgegenwärtiger Spiegel der Gesellschaft, daß ihr die Rolle eines aufschlußreichen Indikators für deren Gesamtkonstitution zufällt. Hier liegt zur Zeit einiges schief, und so strauchelt auch die zeitgenössische Kunst. Sie hat sich jenseits aller Grenzen verirrt; findet, daß sie nun alles Beliebige tun und lassen kann, und macht sich deswegen offenbar selbst keinen rechten Spaß mehr. Erst das Wechselspiel »zwischen dem Ausdrucksinhalt und der Beschränktheit der Ausdrucksmittel ist, so scheint mir, die unumgängliche Voraussetzung dafür, daß wirklich Kunst entsteht. (...) Gibt es diesen Kampf nicht mehr, so stößt die Anstrengung der Künstler gewissermaßen ins Leere« [vgl. HEISENBERG,1969:30]. Man mag mir vorwerfen, daß ich eben nichts davon verstünde – das ist in der Tat völlig richtig und berührt damit indirekt den wunden Punkt: wer heute kein Kunstexperte ist, kann nichts mehr mit Kunst anfangen, weil sie nach dem Niederreißen aller Begrenzungen ihre Verbundenheit mit dem Leben verloren hat. Bei ihrer leidenschaftlichen Suche nach neuen Möglichkeiten des Ausdrucks ist sie für mein Empfinden hoffnungslos über das Ziel hinausgeschossen. Hier herrscht Zufall *ohne* Notwendigkeiten, und die uneingestandene Bedeutungslosigkeit wird mit beziehungslosen Titeln, stereotypem Geschwätz und – immerhin – phantasievollen Preisen kaschiert. Es ist richtig, daß Künstler, die ›Phasenübergänge‹ bewirkt und unsere Kultur bleibend bereichert haben, kaum jemals leichten Stand bei ihren Zeitgenossen hatten. Es ist aber ein

entscheidender Unterschied, ob dabei eine überkommene Ordnung mit einer neuen konfrontiert wurde, oder ob man lediglich medienwirksame Verdauungsgeräusche beim Verschlingen bestehender Kultur hervorbringt, und diese neudeutsch ›Performance‹ oder ›Happening‹ nennt. Die Krise im Selbstverständnis des Menschen wird auf diese Weise sicher eher noch weiter vertieft, denn wir *brauchen* die Kunst.

Wie wir es auch drehen und wenden: Das bewußte Sein ist eine janusköpfige Errungenschaft. Es verlangt dem Menschen Phantasie ab, denn: »Nicht nur sein Los, auch seine Pflicht steht nirgendwo geschrieben« [MONOD,1970:157]. Im wohlthuenden Ausleben schöpferischer Handlungsfreiheit spüren wir auch ihre Begrenzung, und diese Grenzen wiederum sind es, die uns die Freiheit des Willens erst bewußt machen. In diesem Zwischenraum mühen wir uns um Selbstverständnis und Orientierung. Denn das bewußte Wissen, daß wir unsere Ziele in gewissen Grenzen frei bestimmen können, bürdet uns die Verantwortlichkeit für unser Handeln auf: was wir tun, bedarf der Rechtfertigung. Das sündhafte (besser: *sündefähige*) Gewächs, das uns aus paradiesischer Unschuld riß, ist unser Großhirn gewesen. Niemand hat uns gefragt, ob wir es haben wollen. Die bohrenden Daseins-Kopfschmerzen, die es uns nun beschert, sind der Preis der Freiheit, die es uns gewährt, und all unsere Wissenschaft und Religion sind Versuche, eine Art philosophisches Aspirin für unsere dröhnenden Schädel zu finden. Hier gibt es nur die Flucht nach vorne: Wir brauchen mehr Vernunft und Sensibilität, um uns der Verantwortung stellen zu können. Wem das – im Schmollwinkel der Paradiesvertriebenen – zu anstrengend erscheint, der muß sich fragen lassen, ob diese zugegebene Mühe nicht doch dem Dasein eines Herings vorzuziehen ist, der sich ja mutmaßlich nicht mit solchen Grübeleien belastet. Wie dem auch sein: Es gibt kein Zurück. Eigentum verpflichtet, so haben wir befunden, und eigentümlich ist uns die erstaunliche Fähigkeit zu lernen. Sie verpflichtet uns mithin zu verstehen. Das Wissen – abermals ein Eigentum – nimmt uns erneut in die Pflicht, nach unserem Gewissen zu handeln. Was also zu dem biblischen Apfel zu sagen wäre: Eine *Warnung* vor den bittersüßen Früchten des Erkenntnisbaumes ist zweifellos angemessen – ihre *Tabuisierung* dagegen ist ein fauler Unsinn. Unser Appetit auf derlei Obst wächst, der Gärtner schweigt dazu: Es ist an uns, für Anbau, Veredelung und Genuß der Früchte einzutreten. Auch wenn karge Böden, Schädlingsbefall und Empfindungslosigkeit häufig ein schwieriges Unterfangen daraus machen.

Vertrauen, das zukunftssträngige Wagnis

»Ich bin überzeugt, daß wir die Erde lieben müssen, wenn wir sie retten wollen. Was man nicht liebt, wofür man keine Gefühle aufbringt, was einem nichts bedeutet, das ist für immer ausweglos verloren. Ohne ein Gefühl für die Erde, ohne eine subjektiv gefärbte Inspiration und Motivation, ohne ein mystisches Wissen um die Zugehörigkeit des Menschen zur Biosphäre, wird der kleine blaue Planet an Hoffnungslosigkeit und Zerstörungswahn zugrunde gehen.«

JOHANNES THIELE [in AUDRETSCH,1992:214]

Denken wir uns nun das Individuum günstigstenfalls glücklich, sensibel, kreativ und lernend – wie gelingt der Bogenschlag zum gesellschaftlichen Miteinander?

Wenn man zu dem erforderlichen Transfer bereit ist, dann gibt es ein statistisch zwingendes Plädoyer für ein vertrauensvolles Miteinander, für einen von Zusammenarbeit übersteuerten Egoismus, und – mit nur wenig Phantasie – für ein gesundes Maß an Nächstenliebe: Grund genug für die Evolution, uns zum sozialen Tier zu erziehen.

Festgemacht ist diese Argumentation an dem von Albert W. Tucker so genannten *Gefangenendilemma* [vgl. Watzlawick, 1976:103ff]. Dieses spieltheoretische Szenario geht von zwei Untersuchungshäftlingen aus, denen in einem Indizienprozeß je sechs Monate Gefängnis drohen – falls sie ihre Schuld leugnen. Würden sich beide gegenseitig anschwärzen, so betrüge die Strafe je zwei Jahre; gestünde dagegen nur einer, und belastete er als Kronzeuge den anderen, so ginge er straffrei aus, brächte aber seinem Komplizen die Höchststrafe von zwanzig Jahren ein:

#	A setzt auf	Strafmaß A	B setzt auf	Strafmaß B
1	Vertrauen	6 Monate	Vertrauen	6 Monate
2	Verrat	2 Jahre	Verrat	2 Jahre
3	Verrat	–	Vertrauen	20 Jahre
4	Vertrauen	20 Jahre	Verrat	–

Der leiseste Anflug von Solidarität sollte eigentlich imstande sein, beide zum »Dichthalten« zu bewegen (Variante 1), woraufhin sie nur ein halbes Jahr abzusetzen hätten. Aber bereits ein noch leiserer Zweifel, der andere könnte – der Verlockung sofortiger Freiheit erliegend – zum Verräter werden (Varianten

3,4), sorgt für allgemeine Verzweiflung, und so kommt es wahrscheinlich zu einem faulen »Kompromiß« (Variante 2). Das Scheußliche daran ist, daß der Verräter stets ebensogut oder gar günstiger abschneidet als der Anständige. Das kann zu zwei entgegengesetzten Schlußfolgerungen (ver)führen:

- Die erste – keine Kooperation – übersieht, daß es ja darum geht, ein *absolut* gesehen optimales Resultat zu erzielen, keinesfalls darum, nur besser davonzukommen als der andere. Denkt dieser aber genauso, dann verschlechtert sich das Ergebnis beider. Die Verlockung besteht darin, das eventuelle Vertrauen des anderen zu mißbrauchen.
- Die zweite Möglichkeit – Zusammenarbeit – erscheint demgegenüber wenig attraktiv: günstigstenfalls verbuchen beide zwar einen recht ordentlichen Nutzen, aber zu dem prinzipiellen Verzicht auf das »große Los« kommt noch das Risiko, völlig ausgebootet zu werden. Kurz: Heimtücke scheint die eigenen Chancen zu begünstigen, Vertrauen dagegen macht verletzlich. Die Qual der Wahl heißt also: Verrat (mit schlechtem oder *sehr* gutem Eigennutzen) bzw. Kooperation (mit gutem oder *sehr* schlechtem persönlichen Ergebnis). Einen logischen Ausstieg aus dieser Zwickmühle gibt es nicht, und wie es aussieht, neigte die menschliche Bedingtheit damit viel stärker dem Verrat und der Verweigerung zu – was aufgrund der Symmetrie des Problems allseits empfindliche Nachteile einbringt.

Glücklicherweise verziehen sich diese düsteren Wolken aber, wenn wir feststellen, daß unsere Überlegungen unvollständig sind, weil wir durch Herauslösen des Sachverhaltes aus dem sehr viel komplexeren Dilemma »Leben« entscheidende Beziehungen zerstört haben. Es sind dies die Erfahrungen und Erwartungen, welche die Beteiligten wechselseitig verrechnen. Wir haben Entscheidungen dieser Art am laufenden Band zu treffen, und natürlich nutzt es unserem »Ruf« und »Ansehen« – die ganz wesentlich Speicher früheren Verhaltens in Wahlsituationen darstellen – und den eigenen Zielen, wenn wir dabei unter Wahrung kollektiver Interessen verfahren.

In aller Regel sind wir also mit den kleinen Schritten eines lebenslangen *Wiederholungs-Gefangenendilemmas* konfrontiert. Was sich nun daraus theoretisch über das Herauskräftisieren von ethischen Leitlinien menschlichen Zusammenlebens ableiten ließe, hat man auf sehr viel einfacherer Ebene praktisch nachvollzogen. Auf Initiative des Politologen Robert Axelrod traten die unterschiedlichsten Strategien (Mißtrauen, Wankelmut, Zufall, Piraterie, Vertrauen – gepaart mit Schmollen, Vergeltung oder Unerschütterlichkeit im Falle des Verratenwerdens) in Gestalt einiger

Dutzend Computerprogramme gegeneinander an [vgl. HOFSTADTER, 1985: 781-802]. Nach tausendfachem »Jeder gegen jeden« stand der überwältigende Sieger des Turniers fest: das einfachste aller teilnehmenden Programme, der unscheinbare Vierzeiler AUGE UM AUGE des Psychologen Anatol Rapoport, dessen simples Konzept heißt: »Kooperiere in der ersten Runde; dann mach alles, was der andere Spieler beim vorangegangenen Spielzug gemacht hat« [ebd.: 788].

Die Rangfolge der aus den Einzelentscheidungen angesammelten Punktekonten weist eindeutig jene »anständigen«, geradlinigen Programme als Erfolgreichste aus, die zu einem Vertrauensvorschuß bereit sind, gegebenenfalls unmittelbar und angemessen Vergeltung üben, darüber hinaus aber nicht nachtragend sind. Dagegen ist allzuviel Nachsicht ebenso abträglich wie Verstocktheit oder Rachsucht; auch ein Übermaß an Kompliziertheit ist ungünstig: undurchschaubares Verhalten kommt nicht gut an. Es wird auch deutlich, daß altruistisches Verhalten unter Barbaren sehr vorsichtig zu dosieren ist, während im moralisch reiferen Umfeld eher das Wagnis des Vertrauens belohnt wird.

Aus Axelrods Resümee: »Anfangs mag es vielversprechend erscheinen, wenn man nicht anständig ist, aber auf Dauer kann es zur Zerstörung genau jenes Umfeldes führen, auf das man für das eigene Gedeihen angewiesen ist. (...) AUGE UM AUGE gewann das Turnier nicht deshalb, weil es den anderen Spieler besiegte, sondern weil es ihn zu einem Verhalten nötigte, das beide gut abschneiden ließ. AUGE UM AUGE erzwang beiderseitige Erfolge mit solcher Konsequenz, daß es eine höhere Gesamtpunktzahl erzielte als jede andere Strategie des Turniers. (...) Es gibt keinerlei Grund, dem anderen Spieler seinen Erfolg zu neiden, denn in einem Wiederholungs-Gefangenendilemma von langer Dauer ist der Erfolg des anderen virtuell Voraussetzung für das eigene gute Abschneiden« [ebd.: 793f].

Weit davon entfernt, zum Behaviorismus zu neigen, erfreuen mich solch anschauliche, auf das Wesentliche reduzierte Bekräftigungen dessen, was man *irgendwie* sowieso schon immer gewußt hat, ganz außerordentlich. Natürlich verfügt keines jener Programme auch nur über einen Funken Intelligenz, und schon deswegen kann ihr bescheidenes Verhaltensrepertoire nicht mit Urteilen wie »gut« oder »böse« belegt werden. Soweit entspricht das Modell etwa der chemischen und der biologischen Evolution. Diese *Werte* entspringen erst der bewußten Selbstreferenz, der Fähigkeit eines sich entwickelnden Systems, über die Dynamik seiner eigenen Entwicklung nachzudenken.

Der so wachsende Kodex hat nichts anderes zu leisten, als den gegebenen Umständen zu genügen, und wenn diese einmal das nackte Überleben in steinzeitlicher Umgebung, ein anderes Mal Streben nach Humanität für eine

übergroße Weltbevölkerung fordern, so ist klar, daß die Moral eines Neandertalers, eines Mitteleuropäers, eines Azteken oder eines Eskimos deutlich verschieden ausfallen muß. Von dem Unsinn des »Daseinskampfes« der Sozialdarwinisten kann dabei überhaupt keine Rede sein. Zwar gab und gibt es tatsächlich Entwicklungsprozesse, in denen eine rücksichtslose, rein eigennützige Durchsetzung der Stärksten ausgelesen wird. Aber wir haben gesehen, daß die Evolution ihre Methoden verfeinert. Dem *homo sapiens* jedenfalls entspricht das längst nicht mehr. Seine Moralsysteme verkörpern (im günstigsten Fall) schlecht und recht, und stets hinter den aktuellen Erfordernissen herhinkend, einen auf den größten gemeinsamen Nutzen hin optimierten Verhaltenskatalog. Der Übergang von der *face-to-face-society*, deren Mitglieder »sich sozusagen in die Augen schauen können müssen« zur modernen Großgesellschaft benötigt andere Voraussetzungen »als das Normensystem der Horde. Grundlage ist die Anerkennung des Rechtsprinzips, der Menschenrechte, (...) sowie das Prinzip der Rechtsgleichheit (...). Weitere Grundwerte sind das Einhalten von Versprechungen und Verträgen« [RADNITZKY in RIEDL/KREUZER, 1983: 110, 113]. Vor sehr langer Zeit äußerte Lao-Tse folgende Klage:

»Als der Weg verloren ging, tauchte die Tugend auf;
als die Tugend verloren ging, tauchte die Güte auf;
als die Güte verloren ging, tauchte die Gerechtigkeit auf;
als die Gerechtigkeit verloren ging, tauchte die Moral auf.
Die Moral ist eine Verkümmern von Vertrauen und Treue
und der Anfang der Verwirrung«

Der alte Meister hätte das vielleicht nicht so negativ formuliert, wenn er sich klarer gemacht hätte, daß auch der Weg des Tao Wandlungen unterworfen ist... »Ich glaube, daß die Moral nicht die Aufgabe hat, Stabilität zu erzeugen und zu erhalten, sondern vielmehr den Geist lebensfähig zu halten (...). Die so gewonnenen Glaubensinhalte und Moralkodizes stecken in jeder Sprache und in jedem Kunstwerk, jeder Maschine, jeder wissenschaftlichen Theorie und Verhaltensregel. Insgesamt sichern sie die dynamische Lebensfähigkeit der Gesellschaft« [FRASER, 1987: 265]. Jedenfalls bringt diese Entwicklung – egal ob beklagt oder als evolutionär akzeptiert – es mit sich, daß der Umfang des gesellschaftlichen Regelwerkes wächst, und damit auch seine Formalisierung, Institutionalisierung und Ritualisierung. Folglich läßt der unmittelbare Selektionsdruck auf das Individuum nach und verlagert sich langfristig auf das System: der beinharte Opportunist ohne jede Vor- und Rücksicht fällt nicht mehr der natürlichen Auslese zum Opfer, im Gegenteil, er mag sogar

vorübergehend zum vermeintlichen Erfolgstypus avancieren; wie wir aber vielleicht noch rechtzeitig begreifen werden, ist jedes System todgeweiht, das sich von solchen Individuen dominieren läßt. Letztlich richtet unsere Einbindung in die Weltgesellschaft und die Biosphäre über die Tauglichkeit unserer Moral. Wir alle werden das wohl noch sehr deutlich spüren.

Nun sind die gegenwärtigen Krisen und jene, die wir künftig auszuhalten haben, natürliche Elemente im evolutionären Prozeß. Das naive Ideal eines glückseligen Gleichgewichts ist, wie wir gesehen haben, ein Grundirrtum. Jeder Augenblickszustand eines dynamischen Systems trägt seine zwangsläufige Veränderung in sich. »Er kann gerade nicht bewahrt werden, wenn wir Ruhe bewahren. Er kann nur erhalten werden, wenn wir aktiv eingreifen. Nur wenn nichts geschieht, wird alles schiefgehen« [FISCHER,1989:154]. Die dynamische Weltsicht der Chinesen hat diese Bedeutung erfaßt: »Der Begriff, den sie für 'Krise' verwenden, *wei-ji*, setzt sich aus den Schriftzeichen für 'Gefahr' und 'gute Gelegenheit (Chance)' zusammen« [CAPRA,1982:21]. Die derzeitige Situation warnt uns nicht nur, sie ruft uns auf, die Menschheits-Katastrophe abzuwenden. Aus Fehlern lernt man, so heißt es – aber die Schwere der Fehler, die wir heute begehen können, läßt diese Redensart obsolet werden. Wir sind weit schlimmer dran als eine Laborratte: Ein Verhaltensforscher plant sein Experiment und macht sich vorbereitende Gedanken über den möglichen Verlauf und das Resultat. Davon kann im globalen Selbstversuch *Zivilisation* nicht die Rede sein: wir springen sorglos von einer Wunderlampe zur nächsten und setzen Scharen von Geistern frei – gute wie böse. Da wir uns aber nicht mehr viele ernste Fehler leisten können, brauchen wir eine Evolution unserer Fehlervermeidungsstrategien. Was in Konstruktionsbüros moderner Industriebetriebe längst gang und gäbe ist – akribische Einflußanalysen und Risikoabschätzungen selbst bei minimalen Veränderungen an einem Produkt oder Verfahren –, das haben unsere Regisseure für Politik, Wirtschaft, Bildung und Militär offenbar nicht nötig. Zukunftsforschung wird wohl solange eine belächelte Spielerei einiger weniger Universitäten und Institute bleiben, wie wir es uns noch leisten können, das tausendfache dieses Aufwandes zur Katastrophenbewältigung auszugeben. Noch viel schlimmer als dieses Mißverhältnis beim Einsatz von Kapital und Kreativität ist die Tatsache, daß wir uns auf diese Weise die Initiative aus der Hand nehmen lassen. Wir agieren nicht, wir reagieren nur auf Krisen, und das nimmt uns Atem und Weitblick für das Erreichen langfristiger Ziele. Eines dieser Ziele muß die globale Integration der Nationalstaaten sein – keinesfalls zu verwechseln mit der verhängnisvollen Utopie ihrer Auflösung in

einer Weltkultur. Wie ist diese Forderung evolutionär zu begründen? Der Mensch setzte von Anfang an, unverdrossen durch Streit und Betrug, auf Kooperation mit Artgenossen – von der Horde bis zu den Vereinten Nationen (die natürlich alles andere als ›vereint‹ sind, aber man beachte immerhin die dahingehende Absicht). Der Mensch als Elementarteilchen dieser Integrationsbestrebung – selbst noch recht provisorisch – steht vor einer entscheidenden Schwelle inmitten dieses Prozesses. Denn während uns das bewährte Einfügen in den Sippenverband noch genetisch nahegelegt wird, und wir den Nationalismus mitunter bis zur Selbstaufgabe erlernen (man massakriert und bombardiert, läßt sich erschießen und verbrennen für diese große Rotte), scheint unser Schicksal in der Tat davon abzuhängen, ob wir diese Ebene überwinden und allesamt Weltbürger, eben einfach Menschen und schließlich *Biosphäriker* werden: bewußte Partner einer komplexen Lebewelt.

Das derzeitige Stadium ist aus evolutionärer Sicht ebenso verständlich und notwendig wie störend und riskant. Jede erklimmte Integrationsebene muß durch eine Art ›Hautbildung‹ konsolidiert werden. Dieser stabilisierende Übergang bedingt einen egoistisch und eifersüchtig behaupteten Autonomiedünkel. Kann diese Phase nicht unter Wahrung der Identität überwunden werden, so erstickt sie auf Dauer jede weitere Entwicklung. Ein einfaches physikalisches Beispiel: Atome streben intensiv danach, ihre äußeren Elektronenschalen zu sättigen. Je weiter sie von diesem Zustand entfernt sind, desto heftiger bemühen sie sich, Elektronen zu ergattern, oder die oberste, unvollständige Schale zu veräußern, um die darunterliegende Makellosigkeit vorweisen zu können. In kameradschaftlichem Austausch gelingt das so brisanten Elementen wie Natrium und Chlor, die auf diese Weise die ›Wahlverwandtschaft‹ zu gewöhnlichem Kochsalz eingehen. Die polaren Eigenschaften dieses Moleküls zeigen, daß hierbei keine gleichmachende Verschmelzung stattfand, sondern eine lösbare Liaison eingegangen wurde, welche die Individualität der Partner fort dauern läßt. Diese und viele andere Entwicklungsmöglichkeiten bieten sich also Individuen, die eine Teilautonomie in der Kooperation suchen – ganz im Gegensatz zu den wirklich Autonomien: die Edelgase mit ihrer kompletten Elektronenkonfiguration sind unfähig, Verbindungen einzugehen und in Molekülen zu evolvieren.

So ist auch der Nationalismus längst von den Ereignissen überholt worden, sein kleinkariertes Denkmuster bestimmt aber bedrohlich unser Weltgeschehen. »Alle reden wir ungerührt von Supermächten, nie von Supervernunft« [RIEDL,1988:215]. Es gibt noch mächtige Hürden zu nehmen, bis unsere räuberischen Wappentiere klugen Eulen oder kooperierenden Ameisen weichen. Denn der integrative Sprung zu einer höheren Ebene der

Geschichteten Ordnung setzt stets gleichwertige Partner voraus. Es muß wohl zu den erstaunlichsten aller überindividuellen Leistungen der Menschheit gezählt werden, daß wir bezüglich der Gesellschaft die dafür nötigen Voraussetzungen zu schaffen uns anschicken – und seien die entsprechenden Absichtserklärungen auch noch lange nicht voll verwirklicht: wir formulieren Rechtsgrundlagen, in denen die Gleichwertigkeit aller Menschen niedergelegt ist – ihrer offenkundigen Ungleichheit zum Trotz. Dies ist ein frei(heitlich) erfundenes moralisches Postulat, das durch nichts zu begründen oder zu widerlegen wäre; es ist vielmehr eine evolutionär förderliche Übereinkunft im Rahmen des Humanismus. Dergleichen stand nirgendwo geschrieben – bevor wir uns dazu entschlossen haben. Da eine im Sinne dieses Buches ›gesunde‹ Moral dem Weg der Evolution folgt, ist es auch kein Zufall, daß diese Idee höchsten ethischen Stellenwert einnimmt.

Die Realität freilich sieht anders aus: Schon die faktische Ungleichbehandlung von Frau und Mann, von Schwarz und Weiß zeigt, wie fern wir vom Ziel sind. Trotz dieser schweren *inneren* Integrationsprobleme sehen wir uns gezwungen, gleichzeitig die noch weitaus schwierigere *äußere* Integration der Nationen herbeizuführen. Welche Klüfte könnten auf die eine oder andere Weise abgründiger sein als jene zwischen Indien und der Schweiz, dem Irak und den USA, Brasilien und dem Vatikan? An eine Überbrückung dieser Gegensätze wird man im allgemeinen noch nicht einmal denken, wenn von ›multinationalen Gesellschaften‹ die Rede ist. Dennoch befällt mich dabei regelmäßig eine tiefe Skepsis. Nirgendwo im Schichtenbau der Wirklichkeit wäre zu beobachten, daß etablierte Integrationsebenen *aufgelöst* würden. Verhielten sich Körperzellen derart, so wären wir unstrukturierter Pudding mit einer Haut drumherum. Stellten wir auch diese noch in Frage, so flössen wir bald als schleimiges Plasma durch die Lande. Und bewahrten nicht die funktionellen Gruppen der Moleküle trotz ihrer Vereinigung Distanz und Identität, so gäbe es keinen genetischen Code. Keine einzige Entwicklungstendenz seit dem Urknall hätte sich zu stabilisieren vermocht, würde sie nicht Grenzen gezogen und ihre Unverwechselbarkeit bewahrt haben. Mit einer Völkerverständigung kann mithin nur *Wechselwirkung*, keinesfalls aber *Homogenisierung* gemeint sein. Nicht erst die Ungleichgewichts-Thermodynamik, sondern bereits jeder Landwirt bestätigt uns, daß eine Monokultur gefährliche Anfälligkeiten aufweist: anfangs zwar rationell beherrschbar, wird sie doch bald schwächlich, verödet ihr Substrat und ermöglicht Schädlingen explosives Wachstum: »Der Begriff der Monokultur kommt bekanntlich aus der Biologie. Aber wie eine Ahnung enthält das Wort, was uns kulturell bevorstehen kann. (...) Wir leben ja wohl auch aus den Reserven unserer Ideen, Vorstellungen und Kulturen. Und

auch diesem tradierten Erbgut muß die Monokultur lebensgefährlich werden. Ein einziger machtparasitischer Gedanke, eine einzige Zivilisationskrankheit kann sie hinwegraffen. (...) Wir vergessen, ja leugnen (...) unsere Diversität und die Identität mit uns selbst. Und diese böse Fiktion läßt uns unsere lebenserhaltenden Reserven verwüsten; die genetischen, ethnischen wie die kulturellen. Diversität ist Recht des einzelnen wie Notwendigkeit für uns alle« [RIEDL, 1988:92].

Entscheidend im Sinne der gebotenen globalen Integration wäre vielmehr die Aufwärtsdelegation einiger Kompetenzen und Befugnisse an so etwas wie einen ›Weisen Rat‹, was eine teilweise Aufgabe der Selbstbestimmungsrechte darstellte. Aber da erhöbe sich sogleich allenthalben entsetztes Gezeter, wie wir das bereits tagtäglich aus dem vielbeschworenen Europa vernehmen können. Weltweit betrachtet müßte aber zunächst wie oben angedeutet eine gewisse Parität der Nationen bezüglich Bildung und Wohlstand verwirklicht werden, und daran zu glauben fällt unendlich schwer.

Wie dem auch sei, ich verspüre die eigentümliche Gewißheit, daß wir allenfalls noch am Rande des Abgrundes – getrieben von Tankerhavarien, verseuchtem Grundwasser, Reaktorkatastrophen, Ozonloch, saurem Regen, Hunger und Klimakollaps – zu einem weiter strukturierten, wenigstens provisorischen Miteinander gelangen werden. Nur: während man mit Trillionen Bakterien, auch noch mit Milliarden von Menschen Statistik der großen Zahlen betreiben kann, wird das bei einigen Dutzend Nationen schwierig und gerät mit einer Erde zum Vabanquespiel. Einen gewissen Trost mag man darin finden, daß – sollten wir an den Krisen tödlich scheitern – es ganz gewiß zahlreiche weitere Keime des Geistes im Universum gibt. Aber wie gesagt: jede Krise stellt auch eine günstige Gelegenheit dar. Alfred N. Whitehead ging noch weiter: Der Satz »Es ist die Aufgabe der Zukunft, gefährlich zu sein« avancierte zum meistzitierten philosophischen Gedanken unseres Jahrhunderts. Sehr konkret droht uns die Zukunft mit Auslöschung, wenn wir nicht die fast ausschließliche Wahrung unmittelbarer Interessen zugunsten langfristiger und übergreifender Vorteile aufgeben. Auf einer tiefer liegenden Ebene haben wir diese Lektion längst gelernt: Die Übernahme von Verantwortung für ein höheres Organisationsniveau des sozialen Systems; das selbstlose, aufopfernde Handeln für die Mitglieder der engeren Gruppe entfaltet so günstige Wirkungen, daß sich letztlich Altruismus vom Egoismus hauptsächlich durch die wechselseitige Einbeziehung anderer und die fehlende Unmittelbarkeit, nicht aber in der individuellen Begünstigung unterscheidet. *Kooperation ist einfach der reifere Egoismus*. Diese Einsicht ist von solcher Evidenz, daß sie bereits Eingang in unsere Gene gefunden hat: Nächstenliebe ist vielleicht etwas verworrener und

unkalkulierbarer als reine Eigennützigkeit, auf lange Sicht ist sie aber ganz gewiß ›effektiver‹. Vielleicht kann eine betont nüchterne Formulierung sie ein wenig von ihrem unzeitgemäßen Image befreien: Nächstenliebe ist ein ›Systemphänomen‹, das aus der evolutionären Integration vieler Egoismen hervorgeht. Hier ist wieder das Mißverständnis der *Nichtsalsigkeit* zu vermeiden: keineswegs soll ein hohes Ideal in niedere Triebe zerpfückt werden. Umgekehrt gilt es, sein Hervortreten aus der Wechselwirkung geringerer Qualitäten zu sehen. Das östliche Denken hat damit keinerlei Probleme, es konstruiert »keinen wirklichen Konflikt zwischen Egoismus und Altruismus; der scheinbare Konflikt entsteht nur durch das, was man dort *Unwissenheit* nennt. Der richtige Weg ist nicht, den Altruismus über den Egoismus siegen zu lassen, sondern (...) einfach zu realisieren, daß sie in Wirklichkeit eins sind« [SMULLYAN,1983:183].

Dabei kann kaum ein Zweifel aufkommen, daß sich aktive Nächstenliebe bewußt, aus freien Stücken und beglückt üben läßt. Und daß es ihr keinen Abbruch tut, wenn sie nicht nur ›von Herzen‹, sondern auch vom Verstand getragen wird. Im übrigen scheint mir diese Sehweise eine weitaus befriedigendere und robustere Basis für anständiges Verhalten zu sein als etwa die mögliche Anwartschaft auf jenseitigen Lohn. Da dieser aber nach christlicher Auffassung ohnehin nicht als Beweggrund dienen darf, könnte man da nicht der Einfachheit halber das ganze hinderliche Konzept von jenseitiger Belohnung und Strafe aufgeben, um endlich den Zugang zu der Einsicht freizubekommen, daß Anständigkeit ihre Belohnung bereits in sich selbst trägt, und andererseits, daß ›böse sein leiden bedeutet‹...

Bis zu dieser Ebene ordnet sich alles in das fraktale Muster der Evolution ein: eine Ganzheit entsteht im Zusammenwirken kleinerer Ganzheiten, sie konsolidiert sich durch Abgrenzung und *selbstbehauptende* Tendenzen, aber sie beginnt auch alsbald, am Aufbau einer noch höheren Ganzheit mitzuwirken, worin ihre *integrativen* Tendenzen zum Ausdruck kommen.

Die bisher oberste Schicht, die das soziale Menschenwesen ausentwickelt hat, wird nicht von unseren Genen getragen, sondern von erlernten Gefühlen: die Rede ist von Nationalstolz und Patriotismus. Wir dürfen nicht übersehen, daß sie in einer unglaublich abstrakten Selbstlosigkeit des Individuums wurzeln, und erst dadurch schädlich wirken, daß ihrer Begehrlichkeit bislang keine integrierende Ebene übergeordnet ist. Deswegen halte ich unsere Entwicklung zu einem Selbstverständnis als Biosphäriker im obigen Sinne für unabdingbar. Denn *alle* in der Natur vorkommenden Systeme (d.h. alle nicht ausgestorbenen) weisen eine solche hierarchische Architektur auf, in der jeder Teil seine Balance zwischen Individualität und Unterordnung hält. Es gibt

keinen Grund zu glauben, daß gerade wir einen fortdauernden Verstoß gegen dieses Prinzip überleben könnten.

Wie gesagt ist diese Integration in ihren tieferen Schichten genetisch bzw. gefühlsmäßig gelungen. Wie es scheint, bleibt als Sprungbrett zur nächsten Ebene – der eines globalen Verantwortungsbewußtseins – nur die kritische Vernunft. Immerhin sagt sie uns ja schon seit einer ganzen Weile, daß es so jedenfalls nicht mehr weiter geht. Nun ist die Vernunft aber ungleich schwieriger im erforderlichen Maß zu mobilisieren als die Emotion. Wir stehen hier in der Pflicht, weltweit wenigstens für ein unabdingbares Mindestmaß der untrennbaren Ansprüche Freiheit, Bildung und Wohlstand zu sorgen. Doch überheben wir uns nicht: wir haben Bildung genauso nötig; eine Bildung, die uns wieder Orientierung, Augenmaß und Weisheit verschafft. Und was den Wohlstand anbelangt: vermutlich sind wir durch seine Fülle ähnlich in unserer Freiheit beeinträchtigt wie die Ärmsten der Armen durch sein völliges Fehlen.

Wieder sind wir damit bei der Bildung angelangt. Wie soll sie aussehen? Das Experiment mit einem Schulsystem, das – ausführlicher und vernetzter, als dieses Buch es konnte – Physik, Chemie, Biologie, Geschichte, Sozialkunde und Religion um den roten Faden der Evolutionseinsicht rankt, könnte zumindest schwerlich unsinniger sein als die derzeit gängige Praxis, welche die natürliche Wißbegierde der Schüler mit zusammenhanglosen Einzelheiten niederkämpft. Im Gegenteil bestünde dabei die Hoffnung, eine ganze Generation in die Rolle umsichtiger junger Biosphäriker hineinzuerziehen. Vielleicht scheuen wir uns davor, weil wir ahnen, wie dann ihre Frage an uns lauten würde – der Kriegsgeneration ist sie ohnehin noch unangenehm vertraut: *Was habt ihr getan?* Versuchen wir eine aufrichtige Antwort. Zugegeben also, wir haben die Natur überfallen; haben sie vergewaltigt, verpestet und verstümmelt – aber wir hatten den Auftrag dazu! Das alttestamentarische Mehren und Unterwerfen ist nur Ausdruck des ersten evolutionären Grundgesetzes für alle zarten, bedrohten Seitentriebe des Artenstammbaumes, und das war der Mensch vor ein paar tausend Jahren ganz gewiß noch – man denke nur an die großen Seuchen, die ›Geißeln der Menschheit‹. Wir sind noch nicht sehr lange soweit, daß wir erkennen, des Guten längst zuviel getan zu haben. Es kann nicht oft genug betont werden, wie sehr diese dringende Einsicht durch gewisse alte Männer behindert wird, die selbstverantwortliche Regulation unseres weiteren Wachstums für unnatürlich halten. Dabei ist ihre Inkompetenz skandalös, denn »Geburtenkontrolle ist keineswegs eine Erfindung des Menschen. Sie ist in der Natur sehr häufig zu beobachten« [EIGEN/WINKLER,1975:61]: Selbst Frösche betreiben schon hormonelle Familienplanung, wobei die ›Pille‹ von den frisch geschlüpften Kaulquappen beige-

steuert wird, die ja ein vitaleres Interesse an der Bevölkerungspolitik haben müssen als die Alten. Ein sehr menschliches Problem, das allerdings in der Menschenwelt weit weniger elegant gelöst ist. Wir, die wir nicht einmal imstande sind, vernünftige Fünfjahrespläne für einen einzigen Staat aufzustellen, dürfen kaum erwarten, daß beim Zusammentragen der Heiligen Schrift (und diese Aufgabe wurde doch fraglos von Menschen geleistet) *alle* global und für jede Zukunft verbindlichen Weisheiten eingebracht wurden; auch solche, an die damals noch gar nicht zu denken war. Keine Badewannen-Gebrauchsanleitung weist darauf hin, rechtzeitig das Wasser abzudrehen, einfach weil das auch dem Dümmersten selbstverständlich ist. Ein Schöpfer müßte vor Wut über die weihrauchumnebelte Borniertheit kochen, mit der das gegenwärtige Überlaufen der Wanne besegnet wird. Genau das passiert aber der Welt, und der Frevel wider die Schöpfung ist nicht das Kondom, sondern die Dummheit. Wir werden einer künftigen Generation von Biosphärikern also antworten müssen, daß wir auch dann nicht gegen die Dummheit vorgegangen sind, als wir es längst besser wußten. Wir werden ihnen beschämt die zerdrückten Reste einer ehemals blühenden Natur übergeben, und sie werden klarer sehen als wir selbst, daß die Übernahme der Verantwortung für diesen ohnmächtigen, blutenden, entmündigten Patienten eine aufreibende, ungewisse und sehr teure Vormundschaft für sie bedeutet. Aber ihnen bleibt keine Wahl, denn jenseits von falscher Romantik und Sentimentalität wird ihnen auch klar sein, daß sie nach wie vor *von dieser Natur leben müssen*.

Dennoch könnte eine Umschau in unserer Wohlstandsgesellschaft eigentlich Zuversicht aufkommen lassen. Vielleicht fehlt noch der zeitliche Abstand zum vergangenen Jahrzehnt, um das Umdenken und die Wirkansätze würdigen zu können. Wer unter uns Wirtschaftswunderkindern und -enkeln hätte sich wohl träumen lassen, daß wir einst eigenhändig unseren Müll durchwühlen und in wiederverwertbare Häufchen sortieren würden? Daß unser Waschmittel-Kaufentscheid weniger auf porentiefer Reinheit und Weichspüler-Gewissen beruhte, als vielmehr auf kleingedruckten Inhaltsdeklarationen? Daß Supermärkte erfolgreich damit werben könnten, gewisse Artikel *nicht* im Sortiment zu führen, etwa Einwegplastikflaschen?

Wir leben in einer Phase ungeheuren Wandels, aber richtig offenbar wird das wohl erst in der Rückschau werden. Einerseits sind zwar die Regierungen damit beschäftigt, immer größere Wirtschaftskonglomerate zu konstruieren, in denen beispielsweise die Ökologie nicht einmal mehr von der ›Mittelmäßigkeit‹ beherrscht wird, sondern vom jeweils absoluten Tiefststand unter allen Beteiligten. »Es könnte ein Trugschluß sein, in immer weiträumigerem

Zusammenschluß und wirtschaftlicher, kultureller, politischer und administrativer Zusammenfassung und Vereinheitlichung von Völkern und Staaten stets einen Fortschritt zum Besseren zu sehen. Was dabei durch serielle Standardisierung an Effizienz gewonnen wird, könnte allzu teuer mit dem Verlust an risikoarmer, flexibler Erneuerungsfähigkeit kleinerer Organisationsformen bezahlt werden. *Small* muß nicht immer *beautiful* sein, es ist oft schwach und dürrig. Aber *big* bedeutet leider durchaus nicht immer groß und stark, sondern nur allzuoft fett und träge« [MARKL,1985:31f]. Während also die Volksvertretungen im Einheitsbrei rühren, wo Vernetzung von Vielfalt sinnvoll wäre, kommt andererseits auf der Ebene des einzelnen manches in Bewegung: Wengleich die individuelle kreative Fluktuation von oben herab völlig verkannt und eher verhindert wird, besinnen sich die Untertanen plötzlich auf eigene Konzepte für Energieerzeugung, Abfallvermeidung oder Landwirtschaft. Hier läßt sich Aktivität nicht einschüchtern vom Angstgegner der überkomplexen Verflechtung, »weil dies zunächst nur auf die triviale Feststellung hinausläuft, daß alles mit allem zusammenhängt oder daß alles viel komplizierter ist, als man es sich zunächst vorgestellt hat. (...) Die allgemeine Vernetzungsvorstellung scheint uns dabei gar nicht zu helfen, im Gegenteil: sie suggeriert eher die Unlösbarkeit von Problemen. Wir müssen uns damit abfinden, daß wir zukünftige Entwicklungen nur sehr mangelhaft prognostizieren können. Diese Einsicht hat jedoch auch ihre positive Seite. Sie empfiehlt uns nämlich bei der Lösung unserer Probleme, *robuste Lösungen zu bevorzugen (...), bei denen selbst ganz grobe Fehleinschätzungen nicht sofort zur Katastrophe führen*« [DÜRR,1988:281f, Kursivierung W.P.]. Schneller und wirksamer als die Politiker scheinen hier die kleinen Leute mit einem Mal die Übernahme persönlicher Verantwortung und Verpflichtung zu proben – und sei es auch nur beim Einkaufszettel –, nachdem die zurückliegenden Jahrzehnte vor allem damit verbracht wurden, individuelle Rechte zu fordern und Vergünstigungen einzuklagen. Kein Zweifel: in vielen diffusen Ansätzen deutet sich an, daß wir – nach *Egoismus, Sozialismus, Nationalismus* – den gewaltigen Klimmzug zum *Globalismus* üben. Mit diesem freizügigen Wortspiel hoffe ich den Kerngedanken auf das Wesentliche zu reduzieren. Die damit einhergehende Bedachtsamkeit läßt neben den alles realisierenden Machbarkeitswahn die engagierte Zielsetzung treten, gewisse Dinge und Entwicklungen zu verhindern. Das Ausmaß der gegenwärtigen Bewußtseinsbildung ist gewaltig. Seriöse Naturwissenschaftler beginnen, ihre revolutionären Einsichten in allgemein verständlicher Sprache darzulegen, wie etwa Erich Jantsch (*Die Selbstorganisation des Universums* [1979]), und bei aller Ernsthaftigkeit landen sie damit gelegentlich in den Bestseller-Listen, wie

beispielsweise Fritjof Capra mit *Wendezeit* [1982]. Im Rückblick auf Blüte und Niedergang früherer Leitbilder und Kulturen schlußfolgert er darin: »Die Umwälzung, in der wir uns heute befinden, könnte weitaus dramatischer werden als alle vorangegangenen, weil das Tempo des Wandels heute schneller ist denn je zuvor, weil die Veränderungen heute umfassender ausfallen und den ganzen Erdball betreffen, und weil mehrere größere Umwälzungen zeitlich zusammenfallen. (...) Während die Umwandlung im Gange ist, verweigert sich die niedergehende Kultur dem Wandel und klammert sich immer fester an überholte Ideen. (...) In einer Wendezeit, wie wir sie erleben, bildet die Erkenntnis, daß evolutionäre Wandlungen solcher Größenordnung durch kurzfristige politische Aktivitäten nicht verhindert werden können, unsere stärkste Hoffnung für die Zukunft« [ebd.:29,473f].

Und wäre da nicht die sogenannte ›Dritte‹ Welt, hätte man allen Grund, vor Optimismus überzuschäumen. Wie auch immer – »Der Mensch steht vor der Aufgabe, eine Welt zu schaffen, die es so noch nie gab und die daher keiner kennt. Er muß dies tun, indem er den Weg dorthin erfindet und entwickelt, während er ihn tastend geht. (...) Das Meiden aller denkbaren Risiken des Scheiterns ist kein höchstes sittliches Gebot. Fortschritt mit Augenmaß könnte der einzige Ausweg sein« [MARKL,1985:29,35].

Damit ist natürlich mehr als nur die Technik gemeint, mit der wir »zwar immer mehr aus immer weniger machen und unsere aufkeimenden Widersprüche unter immer neuen Formen der Rationalisierung verstecken. Aber auf mittlere und lange Sicht (...) werden selbst die wunderbarsten technischen Errungenschaften unsere Probleme nicht mehr bewältigen. Wir werden neue Wege beschreiten müssen, um mit den Vorräten und Segnungen unseres Planeten auszukommen, neue Wege, um jene Katastrophen zu vermeiden, die wir durch unsere Technologien und Gesellschaftsprobleme hervorgerufen haben, und neue Wege, miteinander zu kommunizieren und unser Leben zu bewältigen. Es ist an der Zeit, uns bewußt zu werden, daß wir den Endpunkt eines Zeitalters erreicht haben« [LASZLO,1988:81].

Bei solchen Überlegungen – das klang weiter oben schon an – ist man schnell mit allgemeiner Staatsschelte bei der Hand. Doch stünde uns hier nachdenkliche Besinnung gut: Das Staatswesen einer parlamentarischen Demokratie ist zur konsequenten Verfolgung von Zielen denkbar ungeeignet, wenn deren Realisierung Zeiträume beansprucht, die deutlich größer sind als Legislaturperioden, und wenn keine unmittelbar greifbaren Vorteile winken. Darin spiegelt sich aber nur unsere eigene Blindheit. Darüber müssen wir uns klar sein, wenn wir alle paar Jahre das Bündel ungeliebter Verantwortungen

zusammen mit unserer ›Stimme‹ abgeben – und dann krakeelen, wenn der Staat ökologische und ökonomische Todsünden und Unterlassungen begeht, um unserer kurzsichtigen Wunschliste Folge zu leisten. Wir müssen uns endlich von der Illusion freimachen, daß derlei Verantwortung überhaupt an irgend jemand oder irgend etwas gänzlich zu delegieren sei. Es ist in hohem Maße verlogen, oder doch wenigstens bequeme Scheinheiligkeit, wenn wir mit dem stolz plazierten Kreuzchen beim Urnengang unsere Belange in die Scheuklappenressorts von ›Experten‹ überantworten, um uns dann – aller Verantwortlichkeit ledig – selbstgefällig zurücklehnen: »Die Knopfdruck-Mentalität des modernen Menschen versperrt ihm die Einsicht, daß alle Änderungen Zeit und Mühe kosten. Wir müssen wieder lernen, Geduld zu üben. Nicht Zauberformeln und Ideologien, sondern persönliches Engagement, Tatkraft, Phantasie, Nächstenliebe werden uns unserem Ziel näherbringen« [DÜRR,1988:209]. Statt dessen leben häufig wir in dem Gefühl, gegen alles mögliche ›versichert‹ zu sein, aber das ist eine unheilvolle Illusion: Unser (mehrheitliches) Klagen ist direkte Folge unserer (mehrheitlichen) Lebensführung. Und wenn dann die Gesetze oder deren Fehlen genau diese Mißstände legitimieren, konstruieren wir uns daraus eine Moral, die eindeutig uns als von den Gesetzen verdorben entschuldigt – keinesfalls ein Anflug des umgekehrten Verdachtes. Wenn aber wir nicht umdenken, wird es auch der Staat nicht tun. Und wie es derzeit aussieht, sammelt er als mächtiger Widerspiegel die begehrlischen Ausstrahlungen unserer Kurzzeit-Moral, bündelt sie, und setzt damit die Zukunft in Brand.

Wir müssen uns bemühen, die Welt besser zu verstehen, um dann wählen zu können, welchen Weg wir beschreiten wollen. »Die Erkenntnis der Erkenntnis verpflichtet (...) uns zu einer Haltung ständiger Wachsamkeit gegenüber der Versuchung der Gewißheit. Sie verpflichtet uns dazu einzusehen, daß unsere Gewißheiten keine Beweise der Wahrheit sind, daß die Welt, die jedermann sieht, nicht die Welt ist, sondern eine Welt, die wir mit anderen hervorbringen. Sie verpflichtet uns dazu zu sehen, daß die Welt sich nur ändern wird, wenn wir anders leben« [MATURANA/VARELA,1984:263f]. Niemand wird uns von dieser Verpflichtung entbinden. Und am allerwenigsten befreit der Ruf nach unseren Institutionen davon, diesen Weg auch selbst zu beschreiten. Regierungen, so wäre zu wünschen, sollten dazu ihren Beitrag leisten, indem sie die kollektiv erstrebenswerten Visionen der Menschen klar formulieren, dafür werben und das Management der notwendigen Schritte betreiben. So enttäuschend das diesem Anspruch real gegenüberstehende Vakuum auch ist; es stellt eine Chance dar für die Vision einer sich selbst organisierenden Evolution. Offenbar muß diese Bewegung von unten kommen: Unzweifelhaft wachsen die

Chancen dieser Welt mit dem Anteil beherzter, gebildeter, engagierter und glücklicher Menschen. Vielleicht kann dieses mit konkreten Ratschlägen so sparsame Buch ein klein wenig im Geiste Saint-Exupéry's wirken. Sinngemäß schrieb er: Wenn man ein Schiff bauen möchte, so solle man nicht vordringlich Teilziele definieren und Arbeitspakete delegieren, vielmehr gelte es, die Sehnsucht nach der endlosen Weite des Meeres zu wecken...

Was bedeutet das alles? Die Evolution ist ein teilweise offener Prozeß, und sie schreitet nicht völlig determiniert voran. Wir haben also keine Überlebens-Garantie, ja wir haben nicht einmal besonders gute Aussichten. Aber wir alle sind ja nicht Zaungäste, sondern Akteure bei diesem Spektakel, haben den Vorzug, in einer beispiellos spannenden Phase zu leben, und können Einfluß ausüben. Ich schließe mich durchaus optimistisch Arthur Koestlers Resümee an: »Die Zeit drängt, die Geschichte beschleunigt sich auf schwindelerregenden Exponentialkurven, und die Vernunft sagt uns, daß die Chancen einer erfolgreichen und rechtzeitigen Entschärfung gering sind. Wir können indes nichts weiter tun, als so handeln, als ob wir noch genug Zeit dafür hätten« [1978:13].

Ebensowenig wie Martin Luther, wenngleich aus ganz anderen Gründen, ängstige ich mich vor einem *Ende*; im Gegensatz zu ihm treiben mich Unkenrufe aber nicht zur Gartenarbeit. Also: Vergessen wir die Apfelbäumchen – es gibt wichtigere, hoffnungsvollere und spannendere Aufgaben!

Epilog: Evolutionärer Glaube

»And I think to myself: what a wonderful world«

LOUIS ARMSTRONG

Gefragt nach der Bedeutung all dieser zusammengetragenen Gedanken würde ich mit einem kleinen Gleichnis antworten:

Stellen Sie sich einen Betrunknen vor, der – eingeschlafen in einer warmen Kneipe – zur Sperrstunde mit einem (Ur)Knall hinaus in die kalte Winternacht fliegt. Mühsam auf die Beine gekommen, torkelt er zunächst wild umher, stolpert von einer Straßenseite zur andern. Doch allmählich verschafft die Abkühlung ihm wachsende Klarheit; sein Schritt wird fester, sein Gang geradliniger, sein Fortkommen rascher: fast könnte man glauben, er habe ein Ziel. Vielleicht aber freut er sich nur einfach am Mysterium der Winternacht und – am Gehen. Für diesen Ernüchternden mag es die Faszination des Augenblicks geben – die Tiefe des Sternenhimmels, das Amüsement über den Kampf des eigenen Bewußtseins mit dem »Nebel«, das eigentümliche Geräusch des Schnees unter seinen Schritten – und sonst gar nichts. Und wenn er vor Freude in der Morgendämmerung zu tanzen beginnt, dann werden die Menschen, die ihm erstaunt begegnen, sich für diesen unerhörten Vorgang eine Ursachen ausdenken, einen Sinn daraufstempeln und – nachdem sie unmittelbar anschließend wieder vergessen haben, daß beides ihre eigene Erfindung ist – ein Auge zukneifen, über Ursache und Sinn peilen, und haarscharf das vermeintliche Ziel anvisieren. Dann erst nicken sie zufrieden und gehen weiter. Aber schließlich sind diese kleinen Marotten der Menschen ganz allein deren Problem... Der Tanzende jedenfalls bemerkt es kaum, so vereinnahmt ist er von den immer komplizierter und gewagter werdenden Mustern und Figuren.

Ich möchte nicht die Voreiligkeit begehen, den Begriff *Sinn* wegzuwischen, aber unseren diesbezüglichen Vorstellungen, die sich – seltsam genug – trotz engster Scheuklappensicht zu philosophischen Windbeuteln aufgeplustert haben, mangelt es doch letztendlich gewiß an Substanz. Halten wir es wie der König in *Alice im Wunderland*, der über das seltsame Gedicht des Weißen Kaninchens sinniert: »Wenn es keinen Sinn hat, können wir uns sehr viel Mühe sparen, denn dann brauchen wir ihn gar nicht erst zu suchen. Und doch, ich weiß nicht, einigen Sinn kann ich, glaube ich, doch darin entdecken«. Ich empfinde ähnlich in bezug auf das Dasein, und es liegt mir fern zu verhehlen, daß dies wieder »nichts als« ein Glaube ist: das seltsame Bedürfnis des

unvollständigen Systems ›Bewußtsein‹, Aussagen selbstbezoglicher und ganzheitlicher Art zu machen. Kurt Gödel mit seinem formalen Beweis und Lewis Carroll als Autor märchenhafter Geschichten waren nicht nur irgendwie seelenverwandt, sondern gehörten – als Mathematiker und Logiker – der gleichen Zunft an... Wissenschaftler, Märchenerzähler, Sie und ich: solange wir denken, glauben wir auch. *Wer den Glauben zerreden will, hat nicht nachgedacht.* Das ist zu wichtig, um einfach als rhetorische Unterschiebung zu stehen: machen wir uns also klar, wie bodenlos letztlich Wissenschaft und Glauben gleichermaßen sind. Religiöse Systeme bauen beispielsweise auf das Wirken eines Schöpfergottes, in dessen Existenz aus den verschiedensten Motiven vertraut werden kann. Die Naturwissenschaft hilft ihren Basisdisziplinen, Physik und Mathematik, mit ähnlich willkürlichen Setzungen, den Axiomen, an den Start. Welche dieser beiden Brillen wir uns auch aufsetzen mögen, entscheidend ist, daß die Struktur unserer Weltsicht damit vorgeprägt wird, und sei es nur insofern, als Licht auf Plausibilität und Überzeugungskraft ebendieser Struktur fällt: erprobt im Spiegel der Wirklichkeit fällt zunächst auf, daß wir die eigene Brille scharf und deutlich sehen können. Wir wissen fast nichts über diese Wirklichkeit, die wir da miteinander hervorbringen, und wir wissen ebensowenig über unser Sehvermögen. Für die Vermittlungsleistung der Brille kann es mithin kein absolutes Güteurteil geben, nur ein relatives Kriterium ist vorstellbar: die Bewährung in der alledurchdringenden Evolution. Folglich ist die Wahl einer dafür geeigneten Brille ein Projekt aus Zufall und Notwendigkeit, Versuch und Irrtum, Nachdenken und Intuition – und wird es, bei aller erfolgten und bevorstehenden Verfeinerung, auch immer bleiben: *Wahrnehmung, Weltbild und Wirklichkeit sind aneinander sich anschmiegende Variablen in einem lebendigen Prozeß.* Ebenso wichtig ist, daß all die theoretischen Ausschmückungen – seien sie theologischer, quantenmechanischer, soziologischer oder moralischer Art –, niemals und in keiner Weise zwingend aus unserer Wahrnehmung der Welt ableitbar sind. Einstein betonte klarsichtig, daß das Gedankensystem der Physik »nur durch freie Erfindung« entstehen kann. Dieselben Sachverhalte sind im Rahmen unterschiedlicher Theorien – vom Gott der Liebe oder von der kreativen Dynamik der Evolution – zunächst völlig beliebig beschreibbar. Im Prozeß des Daseins müssen sich diese Theorien jedoch bewähren, müssen uns Lebenshilfe spenden, müssen Veränderungen Rechnung tragen; müssen insbesondere immer umfassendere Lebensbereiche widerspruchsfrei berühren, um ihren Wert und ihre Vertrauenswürdigkeit zu wahren und zu mehren. Dazu ist Anpassungsbereitschaft und Kritikfähigkeit genauso wichtig wie Toleranz: Unzählige

Brillenträger mit den verschiedensten Gläsern finden sich im Leben zurecht, ohne ihre Glasstärke allen aufzwingen zu wollen – und ändern sich im Laufe des Lebens Sehvermögen oder Realität, so ist das kein Anlaß für Glaubenskriege um die ewiglich gültige Dioptrienzahl, sondern ganz selbstverständlich Aufforderung zur Anpassung der Brille. Die tragikomische, aber in Religion und Wissenschaft mehr oder weniger häufig anzutreffende Alternative ist ein Augenglas-Museum, in das sich kaum noch Besucher verirren, weil sie abgestoßen werden von den unbelehrbar blinden Wärtern, die ziellos darin herumtappen, überall anstoßen und so nach und nach die Exponate ruinieren.

Mit meinen hier unterbreiteten Spekulationen messe ich also dem *Woher*, *Wohin* und *Warum* wenig Bedeutung bei. Mein Interesse gilt vor allen Dingen dem fraktalen Muster des Tanzes, von dem oben die Rede war. In diesem Sinne will das vorliegende Buch verstanden sein. Mit den Schlüssen, die ich aus all dem ziehe, mit dem hypothetischen Weltbild, dem *Glauben*, den ich darauf gründe, lasse ich das Terrain des wissenschaftlich recht und schlecht Objektivierbaren weit hinter mir. Man kann mir dennoch gefahrlos dorthin folgen, denn – das sollte keiner Erwähnung bedürfen – Anspruch auf Unfehlbarkeit wird hier nicht erhoben. Und im übrigen: »Arbeitshypothesen, gleichgültig, woher sie kommen, braucht nur zu scheuen, wer selbst Bequemlichkeitshypothesen schützt« [WICKLER,1971:33]. Wer das tut, bringt sich in den Verdacht, weniger an Wahrheit interessiert zu sein, als vielmehr einfach stur irgend etwas glauben zu wollen.

Die Schöpfung – nicht auf einen Schlag in Szene gesetzt, sondern ein unaufhörlich fortschreitender Prozeß, dessen kreative Dynamik, die Evolution, wir bislang nur lückenhaft verstehen: mir persönlich gefällt diese Vorstellung, weil sie den Menschen nicht als Fertigprodukt sieht, das sich neben der überstrahlenden, unerreichbaren Größe und Perfektion seines Schöpfers in frustrierender Minderwertigkeit vorfindet, sondern als einen Niemand von Nirgendwo, ein »schrecklich primitiver Wilder, der sich mühsam bergauf kämpft« [BRESCH in RIEDL/KREUZER,1983:36], nur ein winziges Rädchen in einem ungeheuren Getriebe zwar, vergänglich und verzichtbar, aber einzigartig und verantwortlich mitwirkend an dieser Bewegung, die auf immer größere Räder übergreift... *Teilnehmen* am Wachstum – nicht einfach tölpelhafte Marionette eines unabwendbaren Schicksals. Es liegt keine Spur von Nihilismus darin zu glauben, daß das Universum »in Wirklichkeit nur der Scherz eines verdrehten Nichts ist und daß sich die Welt irgendwann als eine Skulptur aus reiner Abwesenheit, als selbstorganisierte Leere erweisen wird« [DAVIES,1984:214]. Im Gegenteil geht eine unwiderstehliche Faszination von dem Gedanken aus, daß

sich das Dasein am eigenen Zopf emporzieht; sich soweit strukturiert, daß seine Strukturen nun selbstbewußt dieses Geschäft weiter vorantreiben.

Die Interpretation unserer Teilnahme daran läßt mehrere Alternativen zu. Weshalb aber viele Religionen so kategorisch darauf beharren, dem Menschen nur durch ein irgendwie geartetes *individuelles* Überdauern seines Todes in Ewigkeit einen Sinn zuweisen zu können, ist mir unverständlich – zumal wir im Falle verwitternder Steine, welkenden Sauerampfers oder siecher Krokodile *nicht* zu solchen Konstruktionen greifen. Aber diese Tendenz ist wohl der mehrfach beklagten Entartung dieser Religionen anzulasten: in ihren originären Formen dreht sich noch alles um die *Überwindung* des Ich. Erst später beginnt sich das Ich anzuklammern und stellt sich dem Leben in den Weg. Aus verständnisloser Angst vor dem unleugbaren diesseitigen Wandel, der auch die Endgültigkeit des Todes einschließt, ersinnt man ein jenseitiges Wolkenkuckucksheim, in dem alles genau entgegengesetzt sein soll: »Wenn eine Kultur überhaupt zu einem Ewigkeitsbegriff vorgedrungen ist, dann ist dieser zu beschreiben als die Negation der dominierenden Merkmale ihres Zeitbegriffs. Wo Zeit als gerichteter Fluß verstanden wird, ist Ewigkeit als Stillstand denkbar, wo Zeit Entfaltung heißt, erscheint Ewigkeit als punktartige Kopräsenz, wo Zeit – wie in Indien – Bindung an einen Zyklus der Wiederkehr bedeutet, ist Ewigkeit Erlösung, wo Zeit die Sphäre des Werdens und Vergehens kennzeichnet, ist Ewigkeit die Sphäre des Seins usw. usw.« [ASSMANN in GUMIN/MEIER,1983:204f]. Das Staunen über die Einbindung in die allumfassende Bewegung läßt nicht zu, daß ich mich wegen der Nichtexistenz vor und nach meiner begrenzten Lebensspanne ängstige. Und geradezu lächerlich ist das Ressentiment vor dem Gedanken, irgend etwas anderes als ausgerechnet der Mensch könne der Schlußläufer der evolutionären Staffel sein. Allen Wheelis drückt den Grundgedanken fast poetisch aus: »Der Mensch hat den Weg nicht begonnen und wird ihn auch nicht beenden, aber jetzt ist er es, der ihn geht, der die Pässe überwindet, die Schluchten durchquert. Wessen Weg ist das, den wir da bewältigen? Nicht der des Menschen; denn dort erst fangen seine Fußtritte an. Nicht der des Lebens; denn auch hinter den Anfang des Lebens reicht der Weg noch zurück. Geist ist der Wanderer, er ist es, der jetzt das Reich des Menschen durchmißt. Wir haben Geist nicht geschaffen, haben ihn nicht in Besitz, können ihn nicht eingrenzen, sind nur seine Träger. Wir übernehmen ihn von unbeweinten und vergessenen Formen, tragen ihn durch den uns gesteckten Zeitraum, werden ihn, vermehrt oder verringert, weiterreichen an die, die nach uns kommen. Geist ist der Reisende, wir sind sein Transportmittel« [in HOFSTADTER/DENNETT,1981:121].

Auch würde das Ziel dieses Laufes keiner konventionellen Vorstellung vom Göttlichen entsprechen, und verkörperte doch auf überraschende Weise viele religiöse Themen. Gemeint ist die umfassendste Integrationsebene, das ›Dach‹ der *Geschichteten Ordnung*: eine ausentwickelte Systemhierarchie, in der das komplette System sich seiner selbst bewußt ist. Ganz in diesem Sinne erwägt Hoimar v. Dittfurth die Möglichkeit, daß die Evolution »dann ein natürliches Ende finden könnte, wenn sie schließlich ein Bewußtsein hervorgebracht haben wird, das groß genug ist für die Wahrheit des ganzen Kosmos« [1984:289]. Ich möchte dem hinzufügen, daß dieses Bewußtsein sicher nicht eine lediglich *quantitative* Erweiterung des unsrigen wäre. Assoziationen von Allmacht, Allwissenheit und Zeitlosigkeit mögen sich hier einstellen, und manche Glaubensinhalte werden in neuem Licht erscheinen. Mit Erich Jantsch könnte man dann sagen: »In einer Welt, die sich selbst erschafft, steht die Gottesidee nicht außerhalb, sondern liegt in der Gesamtheit ihrer Selbstorganisations-Dynamik (...). Gott wäre dann nicht der Schöpfer, wohl aber der Geist des Universums« [1979:47].

Was brauche ich die persönliche Gegenwart beim Zieleinlauf, oder auch nur die Repräsentation durch meine Art, wenn ich mir den Gedanken der Wiedergeburt neu erschließe: Myriaden von Kontinuumsknoten (oder welchen Teilchenbegriff wir auch immer wählen wollen), einst Bausteine einer längst explodierten Sonne – mithin nichts Geringeres als Sternenstaub! – durchwandern nach schier endlosen Einzelschicksalen einen Fokus hochgradig selbstorganisierter Wechselwirkung, in der die Bedeutung ihrer individuellen Existenzen weit hinter jene des gemeinsamen dynamischen Musters zurücktritt. So bestimmend ist dieses Muster, daß seine Konstituenten beliebig ersetzbar werden. Über deren unablässiger Fluktuation steht jahrzehntelang eine Struktur mit meinem Namen, so »wie der Regenbogen feststeht, so schnell auch die Tropfen, welche im Augenblicke seine Träger sind, wechseln«, um eine wunderschöne Metapher Schopenhauers zu verwenden.

Zwar erwartet dieses Muster – mein ›Ich‹ –, mit seinem Tode zu zerfließen, aber während seines Bestehens formuliert es auf seiner obersten Organisations-ebene den bewußten Gedanken – dieses Buch –, daß jenes Muster eine unverwechselbare Evolutionsstufe zu weit größeren Mustern darstellt, bei deren Manifestation immer komplexere Verbindungen geknüpft werden. Ewiges Leben lähmt die Evolution. Der Tod läutert die Materie und gibt sie wieder frei für den unausgesetzten Wandel. Wenn wir Entwicklung als notwendigen Bestandteil des Lebens auffassen, dann ist also auch der Tod unerlässlich – der Tod von Individuen, Ideen, Kulturen und Sternen. In diesem *unpersönlichen* Sinne bin ich mir einer Wiedergeburt gewiß: als bunter

Splitterregen aufgehend im immer pittoresker werdenden Muster eines allumfassenden Kaleidoskops. Goethe läßt seinen Mephisto sagen: »Ich bin ein Teil des Teils, der anfangs alles war«, und wir dürfen uns auch als ein Teil des Teils wähen, der letztlich alles sein wird. Ich glaube das aus dem gleichen Grund und mit derselben Zuversicht, wie ich daran glaube, daß morgen die Sonne aufgehen wird: dahinter steht die Verlässlichkeit uralter Tradition. Und die Evolution ist sogar wenigstens dreimal solange am Werk, wie sich die Erde um die Sonne dreht.

So, wie ich diese Entwicklung schildere, könnte sie nach Maßgabe unserer zweifelhaften Logik irgendwann ein Ende haben – dann nämlich, wenn alle Verbindungen bestehen; wenn die Komplexität nicht mehr steigerungsfähig, wenn alles Sein eins, wenn in der Selbstrepräsentation des Kosmos Atman zu Brahman geworden, wenn alle Wahrheit offenbar ist. Im Erreichen dieser Letztendlichkeit kommt alles Werden zum Stillstand. Das Spiel hat zu seinem (vielleicht einzig möglichen?) Ende gefunden – so, wie jedes Gedulds- oder Geschicklichkeitsspiel auf stets neuen Wegen zur immer gleichen Vollendung kommt. Es ist dies ein großer Augenblick: der winzigste Moment dieses reinen, konstanten Seins ist die Offenbarung, ist vielleicht der Inhalt des Begriffes »Gott«, und ist auch Ewigkeit, denn die Zeit wird ihre Bedeutung verloren haben. Jedoch, bei aller Erhabenheit – so könnte man fragen –, was ist langweiliger als ein fertiges Puzzle, als ein Bündel abgeräumter Mikado-stäbchen, als ein durchschrittenes Labyrinth? Ist nicht jetzt ein neuer Anfang attraktiv, ja, notwendig? Folgt nun die Wendung des Stundenglases, worin sich höchstes Sein in machtvollstes Werden wandelt: »Yin und Yang erreicht sein Maximum und macht dem Yang Platz? Wird das ein neuerlicher Urknall sein, die Erneuerung der Schöpfung nach Shivas kosmischem »Recycling?« Ahnungen, nichts als Ahnungen.

Ich habe versucht, in diesem Buch ein Bild zu entwerfen, in dem sehr verschiedene und doch im Kern gleichartige »Evolutionen« Wissen über die Wirklichkeit auf immer höhere Ebenen transportieren. So plustert sich ein unsteter Punkt zur Geometrie der Raumzeit auf, dieses Kontinuum gebiert die Kräfte, Kräfte formen Materie, Materie tritt in eine Phase der Selbstorganisation ein, und aus dieser dynamischen Ordnung keimt das Leben, erwacht der bewußte Geist... der Behauptung, die gegenwärtige Momentaufnahme sei nunmehr das Ende der Fahnenstange, kann ich nur ein kindliches »Warum?« entgegenhalten.

Lao-Tse hätte keinerlei Veranlassung gehabt, die folgenden Zeilen anders zu formulieren, wenn ihm bei der Niederschrift seines Tao-Te-King die

Erkenntnisse von zweieinhalb Jahrtausenden Naturwissenschaft bereits bekannt gewesen wären:

»Das, was Weg genannt wird,
ist unfaßbar und unvorstellbar.

(...)

und doch ist in ihm ein Wesen;
unergründlich und dunkel,
und doch ist in ihm ein Geist.
Sein Geist ist die Wirklichkeit,
und darin liegt Vertrauen.

(...)

Ich kenne seinen Namen nicht,
daher nenne ich es den Weg.
Ich finde keinen besseren Namen«

Ich könnte mir vorstellen, den Begriff »Gott«, wenn man ihn denn überhaupt benutzen möchte, auf diesen Weg anzuwenden. In Raymond M. Smullyans wunderbaren Dialog zwischen Gott und einem Sterblichen stellt ER klar: »Ich bin der kosmische Prozeß selbst. Ich denke, der zutreffendste und fruchtbarste Begriff, den sich der Mensch – jedenfalls auf seinem derzeitigen Entwicklungsstand – von mir machen kann, ist der, daß ich der Erleuchtungsprozeß als solcher bin. Diejenigen, die gedanklich den Teufel fassen wollen (auch wenn ich wünsche, sie würden darauf verzichten!), können ihn analog dazu als die unselige Zeitspanne bestimmen, die der Prozeß braucht. (...) Aber ist der Prozeß erst einmal richtig verstanden, so erscheint, wie ich dir versichern kann, diese schmerzliche Zeitspanne nicht mehr als unvermeidliches Handikap oder als Böses. Sie stellt sich dann als das innerste Wesen des Prozesses selbst dar. Ich weiß, für dich, der im Leidensmeer der Endlichkeit treibt, ist das kein vollständiger Trost, aber das Erstaunliche ist, daß, wenn du die Sache erst einmal grundsätzlich aus dieser Perspektive zu betrachten gelernt hast, eben dein endliches Leiden geringer zu werden beginnt – bis es zu guter Letzt verschwindet« [in HOFSTADTER/DENNETT,1981:319]. Das kommt meiner Auffassung ziemlich nahe, denn ebensowenig wie die Taoisten habe ich irgendeinen personalen Gott im Sinn. Man mißverstehe mich nicht: es ist keineswegs meine Absicht, Gott aus der Welt herauszudeuteln. Das ist, was die verkommenen Religionen in Wahrheit tun. Mir geht es nicht um die Frage nach Gott, sondern um das Gottesbild. Ich hülle ihn nicht in jenseitige Nebel und unergründliche Absichten, sondern finde ihn im Wirbel des Daseins – er *ist* dieser Wirbel. Gott ist nicht tot, im Gegenteil: er ist noch sehr, sehr jung, hat

gerade erst die Augen aufgeschlagen, wächst ungestüm, und ist lebendiger und bewußter als je zuvor. Keineswegs impliziert das einen Verstoß gegen das Gebot, welches völlig zu Recht darauf hinweist, daß jeder Versuch scheitern muß, sich ein Bild oder einen Begriff von dieser umfassendsten Ganzheit machen zu wollen. Denn dabei würde eine Reduktion auf bereits erkannte Aspekte versucht, und das kann nicht gelingen. Ich aber reduziere nicht, sondern bleibe im Gegenteil im größten überhaupt denkbaren Zusammenhang. Und damit endlich löst sich die Getrenntheit von Gott und der Welt in der gleichen Weise auf, wie wir den Dualismus von Geist und Gehirn hinter uns gelassen haben. Ich wünschte, wir besäßen schon die Reife, aus der Unterordnung unter eine von uns getrennt gedachte Autorität hervorzutreten; die Weisheit, das tatsächliche Einssein zu erkennen; und den Weitblick, uns nun selbst die richtigen Ziele und Gebote zu setzen.

Kopernikus, Darwin, Einstein und Lorenz haben uns nur scheinbar aus dem kosmischen Zentrum, aus der Auserwähltheit, aus der Sicherheit eines statischen Universums, und aus dem Glauben an den übernatürlichen Ursprung menschlicher Erkenntnis gerissen – nichts davon gab es je außerhalb unserer Einbildung. Unser Dank gebührt diesen Menschen, weil sie uns vielmehr von den langen Verirrungen westlichen Denkens wieder mitten in die Natur zurückgeführt haben. Um wie vieles attraktiver ist die daraus erwachsende Betrachtungsweise, die uns eine aktiv gestaltende Rolle als erkennende und empfindende Wesen in einer sich entwickelnden Wirklichkeit einräumt: »Hatte man zuvor vielleicht ein Gefühl des Verlustes empfunden, so mag an seiner Stelle nun ein Interesse, eine Leidenschaft für Fragen erwachen, die nicht mehr durch allzu beruhigende Gewißheiten unterbunden werden« [PRIGOGINE/STENGERS,1981:295].

Wir sind nicht dumpfe Objekte irgendwelcher Programme oder Heilspläne, sondern erkennende Mitgestalter der spannenden Unsicherheit des Lebens. Vorbei die Resignation angesichts der Unausweichlichkeit eines Uhrwerk-Universums; ausgestanden die bange Scheu vor den unendlich überlegenen, aber auch unendlich unverständlichen Absichten eines Weltenlenkers. Wer möchte, der probiere nun ein Weltbild aus, das sich um die unablässige, geradezu naturgesetzliche Komplexitätssteigerung der Wirklichkeit rankt, und erfaßt, wie sie dabei wachsende Erkenntnis über sich selbst in ihren immer empfindungsfähigeren Geschöpfen bewußt werden läßt. In diesem Weltbild, wir sagten es bereits, ist Raum für so verschiedene Dinge wie Quantentheorie und Liebe. Die *Halben Wahrheiten* finden sich so zu einer einzigen zusammen, deren hypothetischer Charakter selbstverständlicher Ausdruck ihres evolutionären Wesens ist.

Mag sein, ich habe Ihnen Teilchen und Wellen, Genetik, Hirnphysiologie, Relativität, Urkraft, Religion und Chaos nur aufgebürdet, um Sie auf solche Gedanken einzustimmen. Für alles andere können uns diese Erkenntnisse ziemlich gleichgültig sein. Hier aber erlangen sie den Rang von Bausteinen eines Weltbildes, das als zwanglose Synthese von Wissenschaft und Religion verstanden werden kann. Und das haben wir fürwahr bitter nötig, denn der Weg, den wir einschlagen, hängt empfindlich davon ab, wie wir uns selbst und unsere Rolle im Universum verstehen. Hier sei das Bild einer Welt vorgeschlagen, hinter deren überbordenden Vielfalt eine wunderbare Einheit erkennbar wird; einer Welt, der wir vielleicht nicht a priori Sinn unterstellen können; einer Welt jedoch, die uns mehr und mehr die Freiheit eröffnet, Sinnvolles zu tun. Aus allen möglichen Zukünften die richtige zu wählen – wahrscheinlich mangelt es uns dazu eher an der nötigen Phantasie als an den Mitteln, sie dann auch hervorzubringen. So soll denn die Neugier Triebfeder sein, uns für diese verletzliche Zukunft zu engagieren. Und so bescheiden unsere Rolle im kosmischen Spektakel auch sein mag, wir sollten sie mit Hingabe spielen. Sonst haben wir doch selbst keine Freude daran...

Erstaunliches Sein, überrasche uns!

Das Buch wird selbstbezüglich –

Etwa dreißig Monate lang war die Arbeit daran meine ›Haupt-Nebenbeschäftigung‹; mitunter – wenn mir etwas selbst noch nicht klar genug war, um es aus mir herauszuschreiben – geriet sie zu einem Stachel im Hirn. Was veranlaßt eigentlich dazu, sich solche Mühsal aufzuladen, wo doch Gerd Binnig gleich »Hundert Gründe, nicht kreativ zu sein« [1989:121ff] nennt, beispielsweise das Einbrechen in etablierte Denkstrukturen, das stets übergenommen wird; die Angst, Fehler (und sich damit lächerlich) zu machen; oder die Verletzbarkeit durch destruktive Kritik seitens derer, die selbst wenig zu sagen haben, aber gern alles schlecht machen, was nicht auf ihrem Mist gewachsen ist.

Nun, einerseits macht es ganz unbestreitbar Spaß. Auch gehört der unbescheidene Glaube an die Bedeutsamkeit dessen, was man verbreiten möchte, dazu. Dabei bekenne ich freimütig, daß hier kein wesentlicher Gedanke neu vorgeführt wurde; allein das Arrangement stammt von mir. Der eigentliche Anlaß dafür war meine Schwäche, daß ich wohl – wenn es ›schwierig‹ wird – recht fähig denke. Und so habe ich häufig die frustrierende Feststellung machen müssen, daß ich mich in Gesprächen über Grundfragen nicht sonderlich gut verständlich machen kann. Besonderer Dank gilt meiner geschätzten Freundin Irene Becker, die mir dabei keine Oberflächlichkeiten durchgehen ließ, und so dazu beitrug, mich auf meinen Weg zu bringen.

Andererseits weiß ich, daß das Zusammenwirken meiner beiden Hirnhälften – Intuition und Analyse – weitaus besser fruchtet, wenn dabei Papier und Feder eine Mittlerrolle übernehmen. Das ursprüngliche Ziel waren also ein paar zusammenhanglose Aufsätze über solche Themen, um Ordnung in meine Gedanken zu bringen. Sehr bald begann sich aber abzuzeichnen, daß an allen Ecken und Enden ungewollte Zusammenhänge Aufmerksamkeit geradezu erzwangen. Die Notizen entwickelten ein Eigenleben und schrien förmlich danach, in Beziehung zueinander zu treten. In diesem Stadium sah ich ein, daß die Eigendynamik, die Selbstorganisation der wechselwirkenden Ideen mir die Entscheidung längst aus der Hand genommen hatte. Und so willigte ich in den Beschluß dieses Buches ein, sich von mir schreiben zu lassen. Die Empfindungen, die damit einhergingen, kann ich nicht schildern. Schreiben Sie doch selbst ein Buch – ganz im Ernst! Es ist sehr erstaunlich, wie man bei Spiel und Kampf mit Worten gelegentlich von Einsichten befallen wird; plötzlich Dinge weiß, die man zuvor nicht wußte.

All den Menschen, denen ich Dank schulde – dafür, daß sie in meinem Leben sind; oder dafür, daß ihre Bücher mir geholfen haben –, spreche ich diesen Dank wärmstens aus, ohne sie mit in die Verantwortung für die verbliebenen Ungereimtheiten meiner hier ausgebreiteten Ansichten hineinzuziehen. Dank gilt aber auch all jenen Lesern, die sich auf dieses Buch eingelassen haben, und die nun nicht wegen solcher Fehler *en détail* seinen Grundgedanken von sich weisen. Ich erlaube mir diese nicht ganz ausgegorene Einmischung, weil mir die Alternative – zaghafte Zurückhaltung – ungleich schlimmeres Magen-drücken bereitet; hieße es doch, das Feld den ›Experten‹ und den Schwätzern zu überlassen. Im übrigen tröste ich mich damit, daß Goethe mir einiges würde nachgesehen haben: »Es ist eine so angenehme Empfindung sich mit etwas zu beschäftigen, was man nur halb kann, daß niemand den Dilettanten schelten sollte, wenn er sich mit einer Kunst abgibt, die er nie lernen wird«.

Auch jetzt, da ich es beschließe, sehe ich darin in erster Linie ein Buch für mich, bei dessen Entstehung ich vieles gelernt habe. Vielleicht sage ich das nur zum Selbstschutz, falls es niemand lesen will. Aber wenn die/der eine oder andere ein wenig von meinem neugierigen Staunen infiziert würde, dann bliebe kein Wunsch offen...

München, im August 1992

Literaturverzeichnis

Die zahlreich in den Text aufgenommenen Zitate sind nun wirklich kein Zeugnis der Belesenheit, sondern zollen im Gegenteil jenen neidvoll Respekt, die soviel mehr wissen. Dabei sind nur solche Bücher berücksichtigt, die engagiert etwas *vermitteln* wollen, und nicht aus schwindelnden akademischen Höhen verächtliche Weisheits-Almosen austeilen. Ich habe versucht, mit jeweils ein oder zwei knappen Sätzen einen Eindruck von Inhalt und Anspruch eines jeden Werkes zu vermitteln. Es kann dies selbstverständlich nur eine sehr persönliche Auffassung sein. Das gilt insbesondere für die Fußnote, die ein grobes Maß für den ›Schwierigkeitsgrad‹ sein soll. Und schließlich verweist der Fettdruck auf Titel, die für mich von herausragender Bedeutung waren.

ATKINS, PETER W., 1981: *Schöpfung ohne Schöpfer. Was war vor dem Urknall?* Aus dem Englischen von H.Kober. Rowohlt, 1987.

Die Tendenz alles Seienden zum Chaos als Nahrung für vorübergehende Bereiche der Ordnung. Ein systematischer Abstieg in die Einfachheit, mit der der Autor den ›unendlich faulen Schöpfer‹ Schritt für Schritt seiner Funktion enthebt.²⁾

AUDRETSCH, JÜRGEN (Hrsg.), 1992: *Die andere Hälfte der Wahrheit. Naturwissenschaft, Philosophie, Religion.* Beck, 1992.

Texte zur Frage der Vereinbarkeit unserer kulturellen Wahrheiten.²⁾

BINNIG, GERD, 1989: *Aus dem Nichts. Über die Kreativität von Natur und Mensch.* Piper, 1989.

Lebendiger, anregender und ungewöhnlicher Versuch über ein schwer faßbares Thema. Die Verallgemeinerung des Begriffes ›Kreativität‹ über den menschlichen Rahmen hinaus offenbart das zugrundeliegende evolutionäre Muster. Wiederholt ist auf das kreative Potential der Evolution hingewiesen worden, was aber hier überrascht, ist der umgekehrte Zugang über das evolutionäre Potential der Kreativität.²⁾

BREUER, REINHARD, 1981: *Das anthropische Prinzip. Der Mensch im Fadenkreuz der Naturgesetze.* Ullstein, 1984.

Über die zahlreichen ›Zufälligkeiten‹, die unser Universum erst möglich machten, und die möglichen Schlußfolgerung daraus.²⁾

BREUER, REINHARD, 1984: *Die Pfeile der Zeit. Über das Fundamentale in der Natur.* Ullstein, 1987.

Zehn Essays über Wiege, Leben und Tod des Universums. Themen wie Urknall, Zeit, Vakuum, Materie, Schwarze Löcher und künstliche Intelligenz werden gleichermaßen ansprechend wie präzise vorgestellt.¹⁾

BROCKMAN, JOHN, 1986: *Einstein, Frankenstein & Co. oder Die Geburt der Zukunft. Die Bilanz unseres naturwissenschaftlichen Weltbildes an der Schwelle zum dritten Jahrtausend.* Aus dem Amerikanischen von K.H.Siber. Scherz, 1990.

Hinter dem bedauerlichen Titel verbergen sich gekonnte Reportagen von den aufregenden Schauplätzen moderner Forschung.¹⁾

BRUNNER, JOHN, 1972: *Schafe blicken auf.* Aus dem Amerikanischen von H.Pukallus. Heyne, 1982.

Dieser Science Fiction Roman (bitte keine Vorurteile: es gibt deren auch gute) schreibt gegenwärtige Entwicklungen ökologischer und soziologischer Art in die nahe Zukunft fort. Daß das alsbald albatrumhafte Konturen anzunehmen beginnt, ist sicher nicht Schuld des Autors. Die vielschichtig vernetzte Handlung bedingt eine interessante Erzähltechnik.¹⁾

CAPRA, FRITJOF, 1975: *Das Tao der Physik. Die Konvergenz von westlicher Wissenschaft und östlicher Philosophie.* Aus dem Amerikanischen von F.Lahmann und E.Schumacher. Scherz, 1988.

Darstellung der modernen Physik seit der Jahrhundertwende, der Hauptströmungen östlicher Mystik und Religion, sowie gewisser Parallelen in den Aussagen beider Systeme.¹⁾

CAPRA, FRITJOF, 1982: *Wendezeit. Bausteine für ein neues Weltbild.* Aus dem Amerikanischen von E.Schumacher. Scherz, 1988.

Breit angelegte, akribische Studie der Menschheitskrise und ihrer Ursachen. Fast schon ein Standardwerk.¹⁾

CLUB OF ROME, 1990: *Die Herausforderung des Wachstums. Globale Industrialisierung: Hoffnung oder Gefahr?* Zur Lage der Menschheit am Ende des Jahrtausends. Berichte internationaler Experten an den Club of Rome. Scherz, 1990.

Das Jahrestreffen 1989 warnt vor folgenden Gefahren: Orientierung von Wirtschaft und Politik in der Dritten Welt am Vorbild der Industrienationen. Verselbständigung der weltweiten Finanzströme. Verlust kultureller Identität durch rapiden Wandel von Lebens- und Arbeitsbedingungen.²⁾

DAMMANN, ERNST, 1972: *Grundriß der Religionsgeschichte.* Kohlhammer, 1988.

Recht knappe Abhandlung der wichtigsten Religionen.¹⁾

DAVIES, PAUL C.W., 1984: *Die Urkraft. Auf der Suche nach einer einheitlichen Theorie der Natur.* Aus dem Englischen von E.P.Fischer. DTV, 1990.

Wenn es auch eher als Euphorie abgetan werden muß, wenn behauptet wird, daß die erreichte Vereinheitlichung der Physik »die Wirklichkeit ist, daß also mathematisches Modell und reale Welt perfekt übereinstimmen« – auch die Newtonianer müssen sich das eingebildet haben –, so ist der hier geschilderte Grad dieser Einheit doch überaus ehrfurchtgebietend.²⁾

DAVIES, PAUL C.W., 1986: *Prinzip Chaos. Die neue Ordnung des Kosmos.* Aus dem Englischen von F.Griese. Goldmann, 1990.

Mehr als eine populärwissenschaftliche Einführung in die Chaos-Theorie: Gedanken und Spekulationen über den Ursprung der Ordnung und des Bewußtseins.²⁾

DAVIES, PAUL C.W., 1986: *Gott und die moderne Physik.* Aus dem Englischen von K.A.Klewer. Goldmann, 1989.

Ein undogmatisches Buch voller Beiträge vor allem naturwissenschaftlicher Art zu Grundgedanken über Ursprung und Sinn, die dazu zwingen, manche persönliche Selbstverständlichkeit nochmals zu überprüfen.³⁾

DITFURTH, HOIMAR V., 1981: *Wir sind nicht nur von dieser Welt.* DTV, 1987.

Hinter dem etwas mißverständlichen Titel steckt eine allgemeinverständliche Schilderung des Evolutionsgedankens, und darauf basierend eine Entwicklungsgeschichte des Geistes.¹⁾

DITFURTH, HOIMAR V., 1974: *Zusammenhänge. Gedanken zu einem naturwissenschaftlichen Weltbild.* Knaur, 1990.

Es ist in der Tat beklagenswert, »daß ein Gebildeter zwar die Bedeutung kennen muß, die Sokrates, Thomas von Aquino oder Sartre für die Geschichte der Menschheit haben, daß er aber unbeschadet durchaus unwissend sein darf, wenn es sich um Newton, Darwin oder Einstein handelt«. Hoimar v. Ditfurth hat dazu beigetragen, das zu korrigieren.¹⁾

DITFURTH, HOIMAR V., 1985: *So laßt uns denn ein Apfelbäumchen pflanzen. Es ist soweit.* Knaur, 1988.

Detailreiche Zusammenstellung des Versagens der Menschheit auf fast allen Gebieten. Resignierter Versuch, das erwartete Scheitern mit unserer Stammesgeschichte zu rechtfertigen.¹⁾

DITHMAR, REINHARD (Hrsg.), 1970: *Fabeln, Parabeln und Gleichnisse.* DTV, 1988.

Umfassende Sammlung dieser Literaturgattungen von biblischer Zeit bis in die Gegenwart.¹⁾

DÖRNER, DIETRICH, 1989: *Die Logik des Mißlingens. Strategisches Denken in komplexen Situationen.* Rowohlt, 1992.

Brilliantes Buch über unsere Probleme beim Umgang mit Systemen. Bestürzend ist die Diskrepanz zwischen unserem reichen Wissen über diese Schwierigkeiten und unserer weitgehenden Unfähigkeit, dieses zu Recht so genannte Eunenwissen anzuwenden. Pflichtlektüre für Politiker und Manager!¹⁾

DÜRR, HANS P., 1988: *Das Netz des Physikers. Naturwissenschaftliche Erkenntnis in der Verantwortung.* DTV, 1990.

Ein Physiker, der sich für Frieden und alternative Energie auch öffentlich engagiert, schreibt hier über erkenntnistheoretische Gesichtspunkte moderner Naturwissenschaft und über das alte Problem der Verantwortlichkeit für ihre Erkenntnisse²⁾

EIGEN, MANFRED/WINKLER, RUTHILD, 1975: *Das Spiel. Naturgesetze steuern den Zufall.* Piper, 1987.

Das »Spiel« zufälligen Geschehens formt unter den »Regeln« der Naturgesetze sich entwickelnde Muster: Begriffe wie Evolution und Entropie werden sorgfältig dargestellt und mit Kugelspielmodellen veranschaulicht. Die Tragweite der Erkenntnisse daraus berührt Themen wie die Begrenztheit des Lebensraumes oder die Genmanipulation.²⁾

EINSTEIN, ALBERT, 1979a: *Briefe.* Aus dem Nachlaß herausgegeben von H.Dukas und B.Hoffmann. Diogenes, 1981.

»Liebe Nachwelt! Wenn Ihr nicht gerechter, friedlicher und überhaupt vernünftiger sein werdet, als wir sind, bzw. gewesen sind, so soll euch der Teufel holen. Diesen frommen Wunsch mit aller Hochachtung geäußert habend bin ich euer (ehemaliger)« gez. Albert Einstein.¹⁾

EINSTEIN, ALBERT, 1979b: *Aus meinen späten Jahren.* Ullstein, 1984.

Diese Essays aus den Jahren 1934-1955 weisen Einstein als kritischen und engagierten Beobachter seiner Zeit aus, als einen Menschen von staunender Demut.¹⁾

EINSTEIN, ALBERT, 1989: *Mein Weltbild.* Herausgegeben von Carl Seelig. Ullstein, 1989.

Stellungnahmen zu wissenschaftlichen und gesellschaftlichen Fragen.¹⁾

ENOMIYA-LASSALLE, HUGO M., 1988: *Zen-Unterweisung.* Kösel, 1988.

Einführung in die Praxis der Zen-Meditation aus der Feder eines Jesuiten, Religionsphilosophen und Zen-Meisters.³⁾

FEYNMAN, RICHARD P., 1985: *Sie lieben wohl zu scherzen, Mr. Feynman! Abenteuer eines neugierigen Physikers*. Aus dem Amerikanischen von H.-J. Metzger. Piper, 1991.

Schrille Autobiographie des Physik-Nobelpreisträgers.¹⁾

FISCHER, ERNST P., 1987: *Die zwei Gesichter der Wahrheit. Die Struktur naturwissenschaftlichen Denkens*. Goldmann, 1990.

Absage an die objektive Realität; Fortschreibung des Bohrschen Komplementaritäts-Gedanken in allen Bereichen der Wirklichkeit.²⁾

FISCHER, ERNST P., 1989: *Kritik des gesunden Menschenverstandes. Unser Hindernislauf zur Erkenntnis*. Goldmann, 1992.

Erstaunliches und Nüchternes über unseren mühsamen Zugang zur Wirklichkeit, über unsere Erkenntnisfähigkeit trotz und wegen des »gesunden« Menschenverstandes.¹⁾

FRASER, JULIUS T., 1987: *Die Zeit. Auf den Spuren eines vertrauten und doch fremden Phänomens*. Aus dem Amerikanischen von A. Ehlers. DTV, 1991.

Die erstaunlich facettenreiche Geschichte der Zeit in Kultur und Wissenschaft.¹⁾

GARDNER, HOWARD, 1985: *Dem Denken auf der Spur. Der Weg der Kognitionswissenschaften*. Aus dem Amerikanischen von E.D. Drolshagen. Klett-Cotta, 1989.

Historischer Überblick über den wissenschaftlichen Umgang mit »Fragen, welche sich mit der Natur des Wissens, dessen Komponenten, dessen Ursprüngen, dessen Entfaltung und dessen Anwendung befassen«, die Wechselwirkungen der Disziplinen und ihre Integrationsversuche.³⁾

GEO, 1990: *Themenheft Chaos + Kreativität*. Gruner und Jahr, 1990.

Unterhaltsamer, faszinierend illustrierter Einstieg in das Reich des Chaos.¹⁾

GIERER, ALFRED, 1985: *Die Physik, das Leben und die Seele. Anspruch und Grenzen der Naturwissenschaft*. Piper, 1988.

Die Kernthesen: Die Physik ist hinreichende Basis auch für Leben und Bewußtsein. Daraus folgt aber kein mechanistisches Weltbild, sondern eine teilweise evolutionäre Offenheit.³⁾

GOETHE, JOHANN W., 1790: *Faust I*. Insel, 1974.

Das meiste, was es zu sagen gäbe, steht hier schon lange geschrieben...

GUMIN, HEINZ/MEIER, HEINRICH (Hrsg.), 1983: *Die Zeit. Dauer und Augenblick*. Piper, 1989.

Natur- und geisteswissenschaftliche Beiträge zu einer Vortragsreihe der Carl Friedrich von Siemens Stiftung im Jahre 1981.^{2/3)}

HERBERT, NICK, 1985: *Quantenrealität. Jenseits der Neuen Physik*. Aus dem Englischen von T. Wess. Goldmann, 1990.

Immer wieder wird betont, die Quantentheorie sei das großartigste und umfassendste Werkzeug der Naturwissenschaft. Über der Tatsache ihres märchenhaften Funktionierens wird aber oft verdrängt, daß ihr Interpretationsspielraum bezüglich der zugrundeliegenden Realität immens ist. Hier werden nun die konkurrierenden Auffassungen mit vorbildlicher Klarheit diskutiert.²⁾

HEISENBERG, WERNER K., 1969: *Der Teil und das Ganze. Gespräche im Umkreis der Atomphysik*. DTV, 1988.

Die Geschichte der Atomphysik (1919-1965) und ihrer ethischen und erkenntnistheoretischen Aspekte. Der Chronist besaß als Mitbegründer der Quantentheorie neben der sachlichen auch die literarische Kompetenz für ein romanhaft fesselndes Buch.¹⁾

HOFSTADTER, DOUGLAS R., 1979: *Gödel, Escher, Bach. Ein Endloses Geflochtenes Band*. Aus dem Amerikanischen von P. Wolff-Windegg und H. Feuersee. Klett-Cotta, 1988.

Ich habe bereits an anderer Stelle versucht, dieses besondere Werk zu charakterisieren, und möchte mich hier nicht wiederholen.³⁾

HOFSTADTER, DOUGLAS R., 1985: *Metamagicum. Fragen nach der Essenz von Geist und Struktur*. Aus dem Amerikanischen von T. Niehaus et al. Klett-Cotta, 1991.

Noch eines seiner schwer beschreibbaren, fast tausendseitigen kreativen Feuerwerke. Es handelt sich um eine Artikelreihe für den Scientific American über so verschiedene Themen wie Sexismus, Musik, Kunst, Nonsense, Spieltheorie, artifizielle Intelligenz, Molekularbiologie und Zauberwürfel – und doch geht es letztlich immer wieder um Bewußtsein und Denken.³⁾

HOFSTADTER, DOUGLAS R. /DENNETT, DANIEL C., 1981: *Einsicht ins Ich. Fantasien und Reflexionen über Selbst und Seele*. Aus dem Amerikanischen von U. Enderwitz. DTV/Klett-Cotta, 1992.

Gemeinsames Zentrum dieser Aufsätze und Geschichten von Wissenschaftlern und Schriftstellern ist die Frage nach dem Ich: »Bin ich die Gesamtheit meiner inneren Zustände oder etwas, was diese inneren Zustände hat?«³⁾

HORSTMANN, ULRICH, 1983: *Das Untier. Konturen einer Philosophie der Menschenflucht*. Suhrkamp, 1985.

Ein sprachgewandtes Buch von ätzender Bosheit über das unermüdliche Streben des Menschen, ins friedvolle Nichtsein zurückzukehren – sei es mittels systematischer Umweltzerstörung oder ›Vermondung‹ unseres Planeten durch den ›antropofugalen‹ Akt der ›thermonuklearen Annihilation‹.²⁾

IVANOV, VJACESLAV V., 1978: *Gerade und Ungerade. Die Asymmetrie des Gehirns und der Zeichensysteme*. Aus dem Russischen von W.Petri. Hirzel, 1983

Die Zusammenhänge von Sprache und ihrer Entstehung mit den Eigenarten des Gehirns und seiner Entwicklungsgeschichte.³⁾

JANTSCH, ERICH, 1979: *Die Selbstorganisation des Universums. Vom Urknall zum menschlichen Geist*. DTV, 1988.

Die Entfaltung von Ordnung in der universellen Evolution als grundlegendes Prinzip des Kosmos. Überzeugende, interdisziplinäre Darstellung der Koevolution im Kleinen und im Großen. Eines der wichtigsten Bücher, die ich kenne.³⁾

KOESTLER, ARTHUR, 1972: *Die Wurzeln des Zufalls*. Aus dem Englischen von I.Schoppmeier. Suhrkamp, 1974.

Wissenschaftliches über außersinnliche Wahrnehmung, Esoterisches über die Physik.¹⁾

KOESTLER, ARTHUR, 1978: *Der Mensch. Irrläufer der Evolution. Die Kluft zwischen Denken und Handeln. Eine Anatomie menschlicher Vernunft und Unvernunft*. Aus dem Englischen von J.Abel. Fischer, 1990.

Zusammenfassung seiner wissenschaftlichen Arbeiten über »Evolution, Kreativität und Pathologie des menschlichen Geistes«.¹⁾

LAO-TSE: *Tao-Te-King*. Übersetzt von H.Knospe und O.Brändli. Diogenes, 1990.

Platz 2 in der Welt-Auflagenstatistik aller Zeiten.¹⁾

LASZLO, ERVIN, 1988: *Global Denken. Die Neu-Gestaltung der vernetzten Welt*. Aus dem Englischen von E. und G.Maltz. Goldmann, 1991.

Ein Vertreter der kleinen Gilde der Zukunftsforscher entwickelt seine Gedanken über die Menschheitsprobleme und mögliche Lösungsansätze.¹⁾

LEM, STANISLAW, 1971: *Die vollkommene Leere*. Aus dem Polnischen von K.Staemmler. Insel, 1985.

Lem erfindet hier ein gutes Dutzend Rezensionen, die sich über ebensoviele fiktive Bücher auslassen – und rezensiert kurzerhand auch noch diese skurrile Anthologie spöttisch in der dritten Person.¹⁾

MARKL, HUBERT, 1985: *Evolution, Genetik und menschliches Verhalten. Zur Frage wissenschaftlicher Verantwortung*. Piper, 1988.

Verschiedene Beiträge, ein Schwerpunkt: Die Verpflichtung einer technisierten Zivilisation zur verantwortlichen Selbstbestimmung.²⁾

MARKL, HUBERT, 1986: *Natur als Kulturaufgabe. Über die Beziehung des Menschen zur lebendigen Natur*. Knauer, 1991.

Ein engagiertes Buch über die Herausforderung der Evolution für ein mit Macht und Bewußtsein begabtes Wesen – den Menschen – und seine Verantwortung im Umgang mit der Natur. Markl ist einer der Autoren, die man flächendeckend zitieren möchte, da er neben seinen Gedanken auch seine Worte so treffend wählt.²⁾

MATURANA, HUMBERTO R./VARELA, FRANCISCO J., 1984: *Der Baum der Erkenntnis. Die biologischen Wurzeln des menschlichen Erkennens*. Aus dem Spanischen von K.Ludewig. Goldmann, 1990.

Biologische Aspekte einer Erkenntnistheorie, die »das Erkennen nicht als Repräsentation der 'Welt da draußen' versteht, sondern als ein andauerndes Hervorbringen einer Welt durch den Prozeß des Lebens selbst«.³⁾

MEIER, KLAUS/STRECH, KARL-HEINZ (Hrsg.), 1991: *Tohuwabohu. Chaos und Schöpfung*. AtV, 1991.

Beiträge über Chaos und Selbstorganisation in Erkenntnis- und Wissenschaftstheorie, Naturwissenschaft, Psychologie und Kultur.²⁾

MONOD, JACQUES, 1970: *Zufall und Notwendigkeit. Philosophische Fragen der modernen Biologie*. Aus dem Französischen von F.Griese. DTV, 1988.

Auch wer den Schlußfolgerungen nicht beipflichtet; wer den Menschen nicht als aberwitzigen, sinnlosen Zufall, als »Zigeuner am Rande des Universums« auffaßt, findet hier einen Meilenstein in der Tradition der Versuche, unsere Rolle im Universum zu verstehen; und darüber hinaus ein wichtiges Buch über molekularbiologische Evolutionsmechanismen.²⁾

PÖPPEL, ERNST, 1985: *Grenzen des Bewußtseins. Über Wirklichkeit und Welterfahrung*. DTV, 1987.

Interessantes und Verblüffendes über unsere Fähigkeit zur Erkenntnis im Zusammenhang mit Verhaltensforschung und Hirnphysiologie.²⁾

PRIGOGINE, ILYA/STENGERS, ISABELLE, 1980: *Dialog mit der Natur. Neue Wege naturwissenschaftlichen Denkens*. Aus dem Englischen und dem Französischen von F.Griese. Piper, 1990.

Der Entwicklung des mechanistischen Weltbildes zur Idee der Selbstorganisation. Der optimistische Zeitpfeil einer Ungleichgewichts-Thermodynamik.²⁾

REHFUS, WULFF D., 1990: *Die Vernunft frißt ihre Kinder. Zeitgeist und Zerfall des modernen Weltbilds.* Hoffmann und Campe, 1990.

Die selbsterstörerische Eigendynamik der aufklärerischen Vernunft. Analyse der persönlichen und öffentlichen ›Vernünfte‹ und ihrer Auflösung in Beliebigkeit.²⁾

RIEDL, RUPERT J., 1976: *Die Strategie der Genesis. Naturgeschichte der realen Welt.* Piper, 1989.

Über Mechanismen und Systembedingungen, Zufall und Notwendigkeit in evolutionären Prozessen, sowie deren Konsequenzen für die menschliche Erkenntnisfähigkeit.³⁾

RIEDL, RUPERT J., 1982: *Evolution und Erkenntnis. Antworten auf Fragen aus unserer Zeit.* Piper, 1987.

Ein souveränes Buch über die Begrenztheit unseres Erkenntnisapparates und die zugrundeliegende Evolutionstheorie.³⁾

RIEDL, RUPERT J., 1988: *Der Wiederaufbau des Menschlichen. Wir brauchen Verträge zwischen Natur und Gesellschaft.* Piper, 1988.

Die Aufklärung des Menschen über seine steinzeitlich schlichte innere Natur und die schwierige Komplexität der ihn umgebenden Welt definiert unabdingbare Lernziele für das Individuum und seine gesellschaftlichen Institutionen.²⁾

RIEDL, RUPERT J./KREUZER, FRANZ (Hrsg.), 1983: *Evolution und Menschenbild.* Hoffmann und Campe, 1983.

Referate und Diskussionen zum Umgang mit dem Evolutionsgedanken in Glaube und Wissenschaft.²⁾

RUSSELL, BERTRAND, 1958: *Das ABC der Relativitätstheorie.* Aus dem Englischen von U.Dobl/E.Seiler. Fischer, 1989.

Eine tatsächlich recht anschauliche Einführung.¹⁾

SCHMUTZER, ERNST, 1979: *Relativitätstheorie – aktuell. Ein Beitrag zur Einheit der Physik.* Harri Deutsch, 1981.

Kompakte Abhandlung der Speziellen und Allgemeinen Relativitätstheorie. Etwas mathematisch-naturwissenschaftliche Vorbelastung ist von Vorteil.²⁾

SCHRÖDINGER, ERWIN, 1944: *Was ist Leben? Die lebende Zelle mit den Augen des Physikers betrachtet.* Aus dem Englischen von L.Mazurczak. Piper, 1989.

Gedanken über Ordnung und Quantenmechanik in der Genetik vor der Entdeckung der DNS. Ein halbes Jahrhundert konnte diesem schön geschriebenen Klassiker wenig anhaben.¹⁾

SHAPIRO, ROBERT, 1987: *Schöpfung und Zufall. Vom Ursprung der Evolution.* Goldmann, 1991.

Kritische Gegenüberstellung der verschiedenen Theorien über die frühesten Lebensansätze auf der Erde.¹⁾

SMULLYAN, RAYMOND M., 1983: *Simplicius und der Baum. Philosophische Phantasien, paradoxe Scherzrätsel und eine historische Überraschung.* Aus dem Amerikanischen von T.Brandt und B.Babbel. Fischer, 1989.

Logeleien, die selbst unter sengender Sonne (das teste ich gerade) noch gut lesbar sind. Genial-ironisch das konstruierte Open-Air-Symposium mit Simplicius und einer Horde von Philosophen, Idealisten, Mystikern, Theologen, Psychiatern, Erkenntnistheoretikern, Moralisten und Zen-Meistern.¹⁾

SPIEGELBERG, FREDERIC, 1956: *Die lebenden Weltreligionen.* Aus dem Amerikanischen von D.Fischer-Barnicol. Suhrkamp, 1986.

Überblick über die bedeutendsten Religionen im historischen und gesellschaftlichen Kontext. Kein Nachschlagewerk, sondern anregender Lesestoff.²⁾

STADLER, KLAUS (Hrsg.), 1989: *Lust am Forschen. Ein Lesebuch zu den Naturwissenschaften.* Piper, 1989.

Ausschnitte aus 70 Texten von 51 Autoren. Beiträge aus allen Bereichen der Naturwissenschaft. Einladung zum informativ-genüßlichen Herumstöbern.¹⁾

VARELA, FRANCISCO J./THOMPSON, EVAN MIT ROSCH, ELEANOR, 1991: *Der Mittlere Weg der Erkenntnis.* Aus dem Amerikanischen von H.G.Holl. Scherz, 1992.

Ein Buch, dem ich großen Einfluß wünsche. Versuch einer Zusammenschau von westlichen Kognitionswissenschaften und Einflüssen der buddhistischen Tradition, insbesondere der Achtsamkeit/Gewahrseins-Meditation.³⁾

VESTER, FREDERIC, 1975: *Denken, Lernen, Vergessen. Was geht in unserem Kopf vor, wie lernt das Gehirn, und wann läßt es uns im Stich?* DTV, 1978.

Wissenswertes über die unbewußte Routinearbeit unseres Gehirns. Das Buch enthält einen Test, der Aufschlüsse über Gedächtnisleistung und individuellen Lerntypus gibt.¹⁾

VESTER, FREDERIC, 1980: *Neuland des Denkens. Vom technokratischen zum kybernetischen Zeitalter.* DTV, 1985.

Der Autor beläßt es nicht beim Aufzeigen der katastrophalen Folgen asystemischen Denkens für unsere Umwelt, sondern nennt auch fundierte Alternativen auf den Gebieten Energie, Technik, Werkstoffe, Ernährung und gibt auf äußerst praktische Art kybernetische Grundregeln für den Umgang mit komplexen Systemen an.¹⁾

VOLLMER, GERHARD, 1987: *Evolutionäre Erkenntnistheorie. Angeborene Erkenntnisstrukturen im Kontext von Biologie, Psychologie, Linguistik, Philosophie und Wissenschaftstheorie*. Hirzel, 1987.

Systematische Darstellung von Entstehung und Inhalt der Erkenntnistheorie. Reicher geistes- und naturwissenschaftlicher Hintergrund.³⁾

WATTS, ALAN W., 1951: *Weisheit des ungesicherten Lebens*. Barth, 1987.

Leidenschaftliches Plädoyer für ein ›gelebtes Leben‹, das im Augenblick liegt, und nicht in Dingen und Begriffen, Vergangenheit und Zukunft.¹⁾

WATTS, ALAN W., 1954: *Vom Geist des Zen*. Aus dem Amerikanischen von J.Schwalbe. Suhrkamp, 1986.

Informative und sensible Einführung in Ursprung und Eigenart des Zen.²⁾

WATTS, ALAN W., 1975: *Der Lauf des Wassers. Eine Einführung in den Taoismus*. Aus dem Amerikanischen von S.Schaup. Suhrkamp, 1983.

Sein letztes, von Ai Chung-liang Huang zu Ende gebrachtes Buch widmet sich der chinesischen Schriftsprache, dem Konzept von Yin und Yang sowie dem Tao.¹⁾

WATZLAWICK, PAUL, 1976: *Wie wirklich ist die Wirklichkeit? Wahn, Täuschung, Verstehen*. Piper, 1978.

Unterhaltsames über die Beziehung von Bewußtsein und Realität.¹⁾

WATZLAWICK, PAUL (Hrsg.), 1981: *Die erfundene Wirklichkeit. Wie wissen wir, was wir zu wissen glauben? Beiträge zum Konstruktivismus*. Piper, 1990.

Die unbewußte Konstruktion einer für ›objektiv‹ gehaltenen Realität in Wahrnehmung, Ideologie, Psychiatrie und Logik.²⁾

WICKLER, WOLFGANG, 1971: *Die Biologie der Zehn Gebote. Warum die Natur für uns kein Vorbild ist*. Piper, 1991.

›Der hier unternommene Versuch, unsere geltenden ethischen Grundforderungen auf biologische Notwendigkeiten zurückzuführen, ist (...) sowohl biologisch wie ethisch legitim. 'Zurückführen auf' ist jedoch etwas anderes als 'ableiten aus'‹.¹⁾

WOLF, FRED A., 1981: *Der Quantensprung ist keine Hexerei. Die neue Physik für Einsteiger*. Aus dem Amerikanischen von U.Rennert. Fischer, 1989.

Historischer und thematischer Einstieg in die Quantenphysik. Leicht lesbar und um möglichste Anschaulichkeit bemüht.¹⁾

YOUNG, ARTHUR, 1976: *Der kreative Kosmos. Am Wendepunkt der Evolution*. Aus dem Amerikanischen von W.Stifter. Knaur, 1990.

Recht eigenwilliger Versuch einer umfassenden ›Prozeß-Theorie‹ der Existenz mit Anklängen an die Zahlenmystik. Gesunde Kritikfähigkeit ist angeraten – dann aber öffnet sich hier eine Fundgrube anregender Gedanken.¹⁾

YOUNG, LOUISE B., 1986: *Die Selbstschöpfung des Universums*. Aus dem Amerikanischen von H.Deschler. Goldmann, 1991.

Die längst überfällige Gleichstellung der Kooperation neben der Konkurrenz im evolutionären Prozeß. Bezeichnenderweise aus weiblicher Feder.¹⁾

ZUKAV, GARY, 1979: *Die tanzenden Wu Li Meister. Der östliche Pfad zum Verständnis der modernen Physik: vom Quantensprung zum Schwarzen Loch*. Aus dem Amerikanischen von F.Lahmann. Rowohlt, 1988.

Weitgehend allgemeinverständliche Schilderung der Aussagen der modernen Physik und ihrer Bedeutung für unser Weltbild, wobei Parallelen insbesondere zum Buddhismus herausgearbeitet werden.²⁾

Anmerkungen:

- 1) Der Stoff ist so einfach und/oder so gut aufbereitet, daß sich das Buch flüssig lesen läßt, etwa wie ein Roman.
- 2) Die Thematik oder die Art ihrer Darstellung macht – je nach einschlägiger Vorbelastung des Lesers – mehr oder minder intensive Auseinandersetzung damit erforderlich.
- 3) Auf dieses Buch muß man sich einlassen. Das muß nicht heißen, es sei ›schwierig‹, aber es verlangt Ihre Beteiligung.