

Christian Blöss

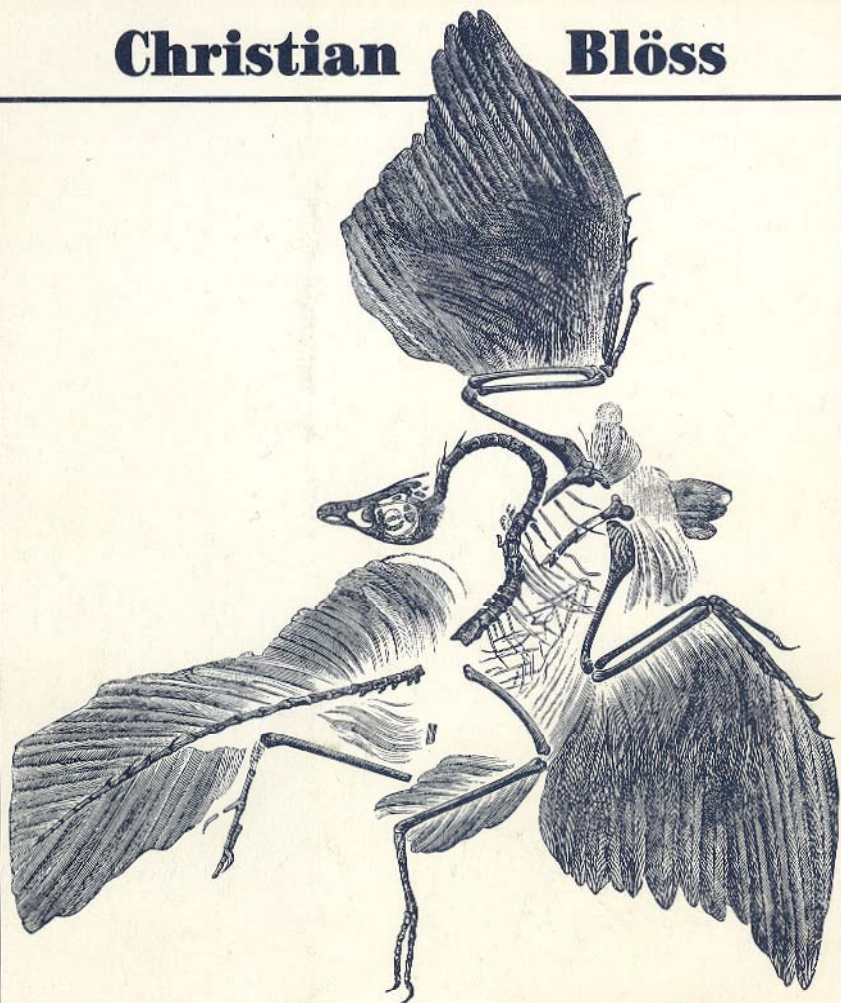
Jenseits von Darwin

**Globale Katastrophen
und die Entwicklung des Lebens**

Verlag Informationen für **IT&W**
Technik und Wissenschaft

Christian

Blöss



Jenseits von Darwin

Globale Katastrophen und
die Entwicklung des Lebens
Neue Perspektiven
der Naturgeschichte

Scarabäus bei Eichborn



Christian Blöss

Jenseits von Darwin

Globale Katastrophen und die Entwicklung des Lebens.
Neue Perspektiven der Naturgeschichte

(Stand 1. Auflage 1988)



- Archaeopteryx -

Inhaltsverzeichnis

Kleines ABC der Denk- und Merkwürdigkeiten	5
1. Die Kopernikanische Wende der Evolutionstheorie hat noch gar nicht stattgefunden	17
2. Naturgeschichte - Von Königslisten, Dunklen Zeitaltern und Revolutionen	25
3. Fossilien - Von den »Denkmünzen der Schöpfung« zu den »Schätzen der Paläontologie«	31
4. Die Epochen der Natur - Vom göttlichen Tranchiermesser zum hustenden Schmetterling	37
5. Das System der Natur - Von der »Great Chain of Being« zum Regelkreis	43
6. Die Ordnung der Natur - Vom schwangeren Stammbaum zum Fließgleichgewicht	49
7. Die Ordnung der Moleküle - Von der Schablone zum Hyperzyklus ...	57
8. Der Zufall - Von der göttlichen Fügung zum Evolutionstrigger	67
9. Die Zukunft des Katastrophismus	73
10. Natürlich: Der Mensch	85
11. Spekulationen	99
Literatur	105
Sachregister	109

KLEINES ABC DER DENK UND MERKWÜRDIGKEITEN

Amöben

Amöben sind Einzeller mit rudimentären Gliedmaßen, die zur Fortbewegung dienen. Sie können auch bewegliche Kolonien bilden, die dann als neue Organismen erscheinen. Ein berühmtes Beispiel ist der Schleimpilz »Dictyostelium discoideum«, der gewöhnlich als loser Zusammenhang einer Vielzahl von Amöben existiert. Es kann geschehen, daß alle Amöben zusammenströmen und eine Art Wurm bilden, der umherkriecht, indem er sich an Licht und Wärme ausrichtet. So ein Wurm kann aus bis zu vierzigtausend Einzellern bestehen. Wenn man das zuvor eingefärbte Kopfstück abtrennt und hinten anfügt, wandern diese hinten angehängten Amöben als Farbring wieder nach vorne. Irgendwann richtet sich dieser Wurm senkrecht auf, wobei die oberen Amöben einen Stiel produzieren, an dem nun alle anderen hochkriechen, um gemeinsam eine Kugel zu bilden. Die Amöben teilen sich, stoßen Sporen ab, worauf der Stiel zerfällt und die Mutterzellen veröden.

Bipedie

»Aber damit, daß die Hände nun nicht mehr zum klettern benutzt wurden, daß sie frei waren zur Werkzeugbenutzung (...) und Werkzeugherstellung, weiterhin auch zum längeren Tragen von Gegenständen, gewann das lenkende Hirn eine solche Bedeutung, daß alle Mutanten und alle Populationen, die über ein erblich größeres Hirn bzw. ein relativ größeres und noch feiner differenzierteres Vorderhirn verfügten, nun im Daseinskampf stark begünstigt waren, also durch Auslese gefördert wurden.« (Rensch 1970, 50)

»>Sie wollen sagen, sagte ein Student, >daß der aufrechte Gang die Einehe verursacht, die wiederum die Ursache für das Teilen des Futters ist, dessen Folge die Vermehrung der Nachkommenschaft sei. (...) Owen C. Lovejoy: >Die ganze Sache ist eine Fortpflanzungsstrategie.<< (aus: Johanson 1984, 418)

Chironomidae

»So begatten sich z.B. die Zuckermücken (Chironomidae) in der Luft. Der Hochzeitsflug der nur wenige Millimeter großen Zuck[er]mücke *Limnophyes pusillus* ist mehr ein Hochzeitsanzug, bei dem die Tiere ständig in der Luft mit etwa 200 Flügelschlägen pro Sekunde auf- und abtanzen. Obwohl dabei die Berechnung der Flugbahn des Geschlechtspartners ungleich schwieriger ist als bei der kreisförmigen Flugbahn eines Satelliten, und obwohl dabei die Einführung des Penis des Männchens in die Bursa copulatrix des Weibchens nicht unter Sicht erfolgen kann, weil die Genitalien der Tiere am Ende des vergleichsweise langen und schmalen Hinterleibs lokalisiert sind, funktioniert das System praktisch fehlerfrei. Die Koppelung muß deshalb weitgehend automatisch ablaufen, um die beiden Röhrensysteme des Spermakanal und der weiblichen Genitalien sicher zu verbinden und diese Verbindung ausreichend lange – bis zur erfolgreichen Spermapassage – aufrechtzuerhalten.« (Schmidt 1985, 226)

»Nach einer US-Statistik von 1893 starben bis dahin 433 Rangierarbeiter durch Unfälle beim Zusammenkuppeln von Eisenbahnwagen; weitere 11.277 wurden verletzt. Bei der Deutschen Bundesbahn sollten bis 1976 alle Eisenbahnwagen wegen der großen Anzahl von Rangierunfällen eine neue automatische Mittelpufferkupplung erhalten.« (Schmidt 1985, 225 f.)

DNS

»Es bedurfte nur einer kleinen Ermunterung, und ein paar Stunden später bekamen wir das noch fehlende Material. Mit Hilfe der glänzenden Metallplättchen bauten wir sofort ein Modell, das zum erstenmal sämtliche Komponenten der DNS enthielt. Nach ungefähr einer Stunde hatte ich die Atome an die Stellen gesetzt, die sowohl den Röntgenbefunden als auch den Gesetzen der Stereochemie entsprachen. Die Spirale, die sich daraus ergab, war rechtsläufig, und die beiden Ketten verliefen in entgegengesetzter Richtung. Mit einem Modell kann immer nur eine Person richtig spielen, deshalb machte Francis auch keinen Versuch, mein Werk zu prüfen, bis ich selbst zurücktrat und sagte, meiner Meinung nach stimme nun alles. Eine der Verbindungen zwischen den Atomen war zwar ein klein wenig kürzer als der optimale Wert, lag damit aber durchaus noch innerhalb der Grenzen der in der Literatur angegebenen Werte, so daß ich nicht weiter beunruhigt war. Francis bastelte noch ein Viertelstündchen herum, ohne einen Fehler zu finden; doch wenn ich ihn zwischendurch einmal die Stirn runzeln sah, wurde mir ganz schlecht im Magen. Aber jedesmal schien er am Ende zufrieden und prüfte dann, ob der nächste Kontakt in Ordnung war. So sah alles sehr gut aus, als wir uns zum Abendessen bei Odile auf den Weg machten.« (Watson 1986, 157)

Wir können in der Tat heute sagen, daß die Doppelhelix in der Biologie erreicht hat, wonach man sich in der Physik so gesehnt hatte. Nämlich die Auflösung aller Wunder in Form von klassisch mechanischen Modellen, und keinerlei Verzicht auf unsere gewohnten intuitiven Erwartungen ist erforderlich. Wahrlich, die Doppelhelix! Mit einem Schlag wird das Geheimnis der Genverdoppelung als lächerlich einfacher Trick entlarvt, und wer tiefe Lösungen erwartet hatte, fühlt sich so blamiert wie jemand, der stundenlang mit einem Schachproblem gerungen hatte und dem man dann die blamable einfache Lösung zeigte. Die Doppelhelix, fürwahr!« (Max Delbrück, zit. n. Fischer 1988, 73)

»Auf jeden Fall nimmt die DNA nach unserer Vorstellung die Rolle der Nahtstelle zwischen Physik und Biologie in dem Sinne ein, daß sie die ständige Kondensationsfläche für Bose-Kondensationen bildet. Sie ist die Trennphase zwischen Licht und biologischer Materie. (...) In Wirklichkeit steht in der Hierarchie der Regulation das elektromagnetische Signal an erster Stelle.« (Popp 1984, 142/149)

Evolutionstheorie

»Heute kann man die Evolutionstheorie ungefähr ebenso anzweifeln wie die Lehre, daß sich die Erde um die Sonne dreht.« (Dawkins 1978, 1)

»Die Evolution werd's schon richtn,
Des ghert zu ihre Pflichten.« (Löw 1985, 165)

»Wie konnte eine Lehre, die allen wesentlichen Fragen aus dem Weg ging, in Biologiekreisen allgemeine Anerkennung finden und von der Öffentlichkeit als Evangelium akzeptiert werden?« (Koestler 1978)

Fossilien

»Warum wimmelt also nicht jede geologische Formation und jede Schicht von Zwischengliedern? Die Geologie zeigt uns keineswegs eine ununterbrochene Kette organischer Wesen, und

das ist vielleicht der ernsthafteste Einwand, der gegen meine Theorie erhoben werden kann. Die Erklärung liegt jedoch meines Erachtens in der Lückenhaftigkeit der geologischen Urkunden.« (Darwin 1981, 429 f.)

»Ein Paläontologe auf der Suche nach Fossilien wirkt manchmal so, als versuche er, in einem Gebiet von mehreren hundert Quadratkilometern ein verlorenes Zehnpfennigstück wiederzufinden.« (Simpson 1984, 24)

»Seit Darwins Zeiten steht das Beweismaterial der Paläontologen ja im Widerspruch zum Gradualismus. Dennoch wurde die Botschaft der Fossilienurkunden einfach übergangen – ein merkwürdiger Tatbestand und ein beachtenswertes Kapitel in der Geschichte der Wissenschaft, das alle angeht, die sich mit der Fossilforschung befassen.« (Stanley 1983, 121)

Gradualismus

»Da alle lebenden Formen die unmittelbaren Nachkommen derjenigen sind, die lange vor der kambrischen Epoche lebten, so können wir sicher sein, daß die regelmäßige Aufeinanderfolge der Geschlechter nie unterbrochen war und daß keine Sintflut die Erde verwüstete.« (Darwin 1981, 677)

»Es scheint so, als stünden wir unter dem Einfluß einer Gehirnwäsche, wenn wir stillschweigend voraussetzen, daß das Gestein voll der verschiedensten Arten von Fossilien sei, die sich Seite an Seite emsig entwickeln. Wir wissen alle, daß das einfach nicht wahr ist. (...) Mit anderen Worten, wir haben es ganz offensichtlich mit einer ganzen Serie kleiner Katastrophen zu tun, gefolgt von einer größeren, dann von einer noch größeren und schließlich von einer ganz großen Katastrophe. (...) Es sind Katastrophen und nicht Leitfossilien, die unseren historischen Befund bestimmen.« (Ager 1984)

»Gradualismus wurde weder von Lyell noch von Darwin vor Ort, >in den Steinen, bewiesen, er wurde vielmehr als Vorurteil über die Natur eingesetzt. Die Wurzeln dieser Doktrin lagen sowohl in der allgemeinen Kulturströmung und Ideologie als auch in gewissen Schlußfolgerungen aus Naturereignissen.« (Gould 1984a, 16)

Homo sapiens

»In einer fernen Zukunft sehe ich ein weites Feld für noch bedeutsamere Forschungen. (...) Licht wird auch fallen auf den Menschen und seine Geschichte.« (Darwin 1981, 676)

»Infolge einer einzigen Störung in der Maschine – völlig belanglos für die Entwicklung des Weltalls – wurden aus dem Sternenstoff, der seinem Schicksal versehentlich entging, einige Stückchen Materie von falscher Größe gebildet. Ihnen ermangelte der reinigende Schutz einer hohen Temperatur oder die gleich wirkende ungeheure Kälte des Raumes. Der Mensch ist eines der grauenvollsten Ergebnisse dieses Versagens der antiseptischen Vorsichtsmaßnahmen.« (Eddington, nach Löw 1985, 160)

»Doch so logisch diese Geschichte im Zusammenhang auch erscheinen mag, in ihrem Entwicklungsgang von der Urmaterie zum Riesenmolekül, von der Zelle zum fertig aufgebauten Lebewesen, vom Fisch bis zum Primaten, vom kleinen verspielt-ausgelassenen Affen bis zum großen aufrecht gehenden Hominiden, der sich nach und nach eigene Werkzeuge und Geräte herstellt – für mich ist sie die phantastischste Geschichte, die ich kenne.« (Coppens 1975, 145)

Indizienbeweis

»Je weiter wir zurückdenken in die fossile Vergangenheit des Erdballs, desto mehr verliert sich der Gedanke in die Wahrscheinlichkeiten. Wie ein Kriminalist versucht der Forscher auszuwerten, was immer an Spuren vergangener Ereignisse in der Erdrinde zurückgeblieben ist.« (Potonee 1928, 21)

»Die damaligen Wissenschaftler verfuhrten vielfach nach A. Conan Doyles Sherlock Holmes, d.h., sie rekonstruierten aus nachträglich zusammengetragenen Beweisfetzen zurückliegende Vorgänge.« (Stanley 1983, 100)

»Eine intellektuelle Funktion in uns fordert Vereinheitlichung, Zusammenhang und Verständlichkeit von jedem Material der Wahrnehmung oder des Denkens, dessen sie sich bemächtigt, und scheut sich nicht, einen unrichtigen Zusammenhang herzustellen, wenn sie infolge besonderer Umstände den richtigen nicht erfassen kann.« (Freud 1912 – 15, 383)

Journaille

»Die Vererbungschemie (i.e. die Molekularbiologie) ist fast ausschließlich ein Produkt von Außenseitern, von Chemikern, Physikern, medizinischen Mikrobiologen, Mathematikern und Ingenieuren – nicht nur bezüglich der Idee, sondern auch bezüglich der Laboratorien, nicht nur in den Anfängen, sondern auch jetzt noch.« (Delbrück 1963)

»Nach der Feststellung, daß She1drakes Buch (= A New Science of Life, deutsch: Das schöpferische Universum, CB) seit vielen Jahren der beste Kandidat für die Einäscherung sei, meinte Nature<, es solle dennoch nicht verbrannt, sonder lieber einen ‘festen Platz in der Literatur geistiger Verirrungen< erhalten.« (Clark 1985, 390)

Katastrophismus

»Die imposante Tatsache einer allgemeinen Sintflut in nicht allzu ferner Vergangenheit stützt sich auf so stichhaltige und unwiderlegbare Beweise, daß die Geologie (auch ohne Kenntnis der Bibel, CB) von sich aus die Theorie von einer ähnlichen Katastrophe (nämlich der Sintflut, CB) hätte zu Hilfe nehmen müssen, um das Phänomen diluvialer Vorgänge zu erklären.« (Buckland ca. 1830, nach Toulmin 1985, 193)

»Von Anfang an war er (i.e. Goethe) der entschiedenste Gegner der Irrlehre von den wiederholten gewaltsamen Revolutionen unseres Erdballs, die im Anfange unseres Jahrhunderts (i.e. das 19., CB) sich entwickelte und besonders durch Cuvier zu allgemeiner Geltung gelangte. >Das Gewaltsame, Sprunghafte in dieser Lehre<, sagte er, >ist mir in der Seele zuwider, denn es ist nicht naturgemäß. Die Sache mag sein, wie sie will, so muß geschrieben stehen: daß ich diese vermaledeite Polterkammer der neuen Weltschöpfung verfluche! Und es wird gewiß irgendein junger Mann aufstehen, der sich diesem allgemein verrückten Consens zu widersetzen Muth hat! Nur wenige Jahre verflossen, bis diese Zuversicht sich erfüllte. Denn schon 1830 erschien Darwin’s ebenbürtiger Landsmann, der große Geologe Charles Lyell, und gab uns seine Continuitäts-Theorie, die heute allgemein angenommene Lehre von der allmählichen und ununterbrochenen Entwicklung der Erde aus natürlichen Ursachen.« (Haeckel 1882, 53)

»Niemand gab es ein Dogma (i.e. der Katastrophismus), das mehr darauf berechnet war, die Gleichgültigkeit zu nähren und die scharfe Kante der Wißbegierde abzustumpfen, als die Annahme der Nichtübereinstimmung zwischen den alten und den vorhandenen Ursachen der Veränderung. Er veranlaßte eine im höchsten Grade ungünstige Stimmung für die aufrichtige Annahme der Überzeugung von jenen geringen, aber unaufhörlichen Veränderungen, die jeder Theil der Erdoberfläche erleidet. (...) Aus diesem Grunde werden alle Theorien, welche plötzliche und heftige Katastrophen und Umwälzungen der ganzen Erde und ihre Bewohner voraussetzen, verworfen.« (Lyell: Grundsätze der Geologie 1841, 396 f.)

»Zum Guten oder zum Schlechten (...) haben wir uns ganz genau zu überlegen, wenn wir Macht in die Hände der Massen legen. Die Massen sind dumm, und Wissen wird von der Dummheit hinweggewischt. (...) Das Wissen, das hier fehlt, ist das Wissen über Geschichte.

Agitatoren, die es darauf anlegen, daß die Massen mit der Vergangenheit brechen und das Heil gegen die existierenden Übel oder Wege in die Zukunft in drastischen Veränderungen suchen, denen die Weihe der Erfahrung fehlt. Nur die Kenntnis der Geschichte kann diese Erfahrung bereitstellen. (...) Jenes Gesetz, daß die Natur keine Sprünge macht, kann durch die Geschichte der mechanischen Erfindungen gerade so gelehrt werden, um jedermann vorsichtig werden zu lassen, wenn er gehirnalbernen revolutionären Vorstellungen zuhört.« (Pitt Rivers 1891, 115 f.)

»Abgesehen davon, daß wir fossile Überreste keineswegs in so endloser Zahl finden, könnte man mir entgegenhalten, daß die Zeit nicht lang genug gewesen sei, um so viele organische Veränderungen herbeizuführen, da doch alle Abänderungen nur allmählich bewirkt worden seien. (...) Wer Charles Lyells großes Werk *The Principles of Geology* (von dem künftige Geschichtsschreiber sagen werden, es habe eine Revolution der Naturwissenschaft bedeutet) liest und nicht ohne weiteres zugibt, daß die verflossenen Zeiträume ungeheuer lang waren, der mag das (i.e. Darwins) Werk nur getrost wieder zuschlagen.« (Darwin 1981, 432)

»Eine Katastrophe als >causa deficiens< hätte – und das ist der Kern von Darwins Anti-Katastrophismus – eine ateleologische Begründung der fortschreitenden Progression der Lebewesen mit der Zeit unmöglich gemacht, sie wäre der Teufel in der Geologie gewesen, der die Kette der Lebewesen durchschnitten und keine Anhaltspunkte mehr für eine immanente Gesetzmäßigkeit ihres Wachstums und Fortschreitens geliefert hätte.« (Pertigen 1988b, 129)

»Ein Meteoritenschlag (...) ist für die erdgeschichtliche Forschung ein Schlag ins Gesicht, denn Erdgeschichte bemüht sich ja eben darum, die irdisch-historischen Voraussetzungen für den Eintritt eines erdgeschichtlichen Ereignisses, für das Eigenbild eines Stückes Erdgeschichte aufzuzeigen.« (Hölder 1962, 358)

»Mir erscheinen die fossilen Belege als katastrophisch, nicht in dem altmodischen apokalyptischen Sinne des Baron Cuvier und anderen, sondern in dem Sinne, daß nur die episodischen, die gelegentlichen Ereignisse für uns konserviert sind. (...) Für mich hat sich der Gradualismus zu etwas gewandelt, was ich katastrophischen Gradualismus< genannt habe.« (Ager 1984, 93/99)

»Für die Geologen ist es ein großer philosophischer Durchbruch, Katastrophen als eine normale Station in der Entwicklung der Erde anzunehmen.« (Kauffmann 1983)

»Womöglich ist der neue Katastrophismus bloß die Projektion der eigenen Zerstörungskraft an den Sternenhimmel.« (Rieppel 1985, 625)

»Falls kosmische Umwälzungen in geschichtlicher Vergangenheit stattgefunden haben – warum erinnert sich dann die Menschheit nicht daran, und warum ist es nötig,

Untersuchungen anzustellen, um etwas darüber ausfindig zu machen? (...) Es ist eine psychologische Erscheinung im Leben einzelner Individuen wie auch ganzer Völker, daß die allererschrecklichsten Erlebnisse der Vergangenheit vergessen oder in das Unterbewußtsein verdrängt werden. Erlebnisse, die unvergeßlich sein sollten, sind wie ausgelöscht.« (Velikovsky 1978, 9/267)

Leben, Entstehung des

»Glauben sie (i.e. die bibelfundamentalistischen Naturforscher) wirklich, daß in unzähligen Perioden der Geschichte unserer Erde gewisse elementare Atome gleichsam kommandiert worden seien, sich plötzlich zu lebenden Geweben zusammenschließen?« (Darwin 1981, 673)

» Nehmen wir z.B. eine Mutationsrate von 0.00001 an und weiterhin, daß das Auftreten einer Mutation die Chance für eine weitere Mutation in derselben Zelle verdoppelt, dann ist die Wahrscheinlichkeit, daß gleichzeitig in irgendeinem Individuum 5 Mutationen vorkommen wie 0.00000000000000000001. Bei einer Population von 100000000 Individuen mit einer Generationsdauer von nur einem Tag kann ein solches Ereignis nur einmal in rund 274000000000 Jahren erwartet werden, eine Zeitspanne, die das Alter der Erde um das Hundertfache übertrifft.« (Simpson 1945) (...)

Für die Funktionsfähigkeit – d.h. für einen Selektionsvorteil – einer beliebigen Stoffwechselkette, eines Regelkreises und zahlreicher komplexer Sinnesorgane müssen in zahlreichen Fällen weit mehr als 5 Mutationen gefordert werden.« (Schmidt 1985, 43)

Molekularbiologisches Dogma

»Und wenn die Kette der Entscheidungen (zur Bildung des genetischen Codes, CB) nun doch organisiert wäre? Wer lenkte die Auswahl ihrer zufälligen Verknüpfung? Sinnvoll könnten dies nur ihre eigenen Wirkungen sein. Dann aber wirkte die Wirkung auf ihre Ursache. Die Kausalität wäre verkehrt. Um dies als eine Unmöglichkeit klarzustellen, kannte die klassische Genetik schon damals nach Weismann die Doktrin, und das Dogma der molekularen Genetik vertiefte dies bald mit dem Erlaß: »Eine Rückwirkung des Körpers auf seine Gene ist nicht möglich!« (Riedl 1985, 150)

»Es ist weder beobachtet worden noch im übrigen vorstellbar, daß Information jemals in umgekehrter Richtung, das heißt: vom Protein zur DNS übertragen würde. Diese Erkenntnis beruht heute auf einer Reihe derart vollständiger und sicherer Beobachtungen, und ihre Konsequenzen insbesondere für die Evolutionstheorie sind derart bedeutsam, daß man sie als eines der Grundprinzipien der modernen Biologie betrachten muß. (...) Das ganze System (der Proteinsynthese durch DNS) ist folglich total konservativ, streng in sich abgeschlossen und absolut unfähig, irgendeine Belehrung aus der Außenwelt anzunehmen. « (Monod 1971, 138f.)

»Die Druckerschwärze über diesen Sätzen war noch nicht trocken, als diese kompromißlose Formulierung, d.h. das zentrale Dogma, durch die Entdeckung der umgekehrten Transkription schon überholt oder zumindest relativiert wurde.« (Schmidt 1985, 83)

»Die Verteidiger der orthodoxen Meinung ließen es nicht daran fehlen, alle diejenigen kräftig zu verleumden, die es wagten, einige Zweifel an der Universalität dieses Dogmas zu äußern; eine Situation, welche sich in der Geschichte der Wissenschaften mit betrüblicher Monotonie

wiederholt. Als ich die Möglichkeit eines Informationstransfers in entgegengesetzter Richtung vorschlug, war ich selbst das Objekt einer heftigen Schmähchrift gerade von dem Teil hervorragender biochemischer Kollegen gewesen, die Spezialisten auf dem Gebiet der Proteinsynthese sind. (...) Bald darauf dienten mir die Tatsachen als Beweismaterial, und nachdem Temins (1964) Hypothese verifiziert worden war, blies ein rauherer Wind für das zentrale Dogma der Molekularbiologie.« (Schoffeniels 1984, 69)

»Natura non facit saltum«

»Es ist sicher wahr, daß neue Organe selten oder niemals plötzlich bei einem Wesen erscheinen, als ob sie fair einen besonderen Zweck erschaffen worden wären – wie schon das alte, etwas übertriebene naturwissenschaftliche Wort sagt: >Natura non facit saltum<.« (Darwin 1981, 265)

»Sie haben sich mit einer unnötigen Schwierigkeit belastet, indem Sie das Natura non facit saltum so vorbehaltlos übernahmen.« (Huxley in einem Brief an Darwin, 25.11.1859)

»Neue Arten dokumentieren sich plötzlich in den geologischen Schichten (in geologischer Zeitrechnung) und verharren in ihrer Form mit nur geringen signifikanten Abänderungen bis zum Aussterben.« (Williamson 1981, 214)

»Wenn gezeigt werden könnte, daß irgend ein komplexes Organ existiert, das unmöglich in unzähligen, schrittweisen leichten Modifikationen geformt werden kann, dann würde meine Theorie vollkommen zusammenbrechen.« (Darwin 1859, 189)

»Der fertige Kiefer ergötzt den Ingenieur; dieselben Knochen vermochten ebenso den Kiemenbogen eines zahnlosen Vorfahren auszubilden. Aber können Sie sich eine stetige Serie von funktionsfähigen Zwischenstadien vorstellen? (Überflüssig zu erwähnen, daß wir fossile Zwischenstadien nicht besitzen.) Was taugt eine Ansammlung von Knochen, die sich aus dem Kiemen abgesondert haben, aber bei weitem noch nicht ausreichen, um einen Mund zu bilden? Stießen sie Millimeter um Millimeter vor, um endlich eine koordinierte Position um den Mund herum zu erreichen?« (Gould 1984a, 25)

Ontogenie

»Den engen, ursächlichen Zusammenhang, welcher nach meiner Überzeugung zwischen beiden Zweigen der organischen Entwicklungsgeschichte besteht, hatte ich (...) als einen der wichtigsten Begriffe des Transformatismus hervorgehoben und einen präzisen Ausdruck dafür (...) gegeben: Die Ontogenese ist eine kurze und schnelle Rekapitulation der Phylogenese, (...) durch sie ist es möglich geworden, die natürlichen Gesetze der Einheit in der mannigfaltigen Keimesgeschichte der Tiere nachzuweisen; für ihre Stammesgeschichte ergibt sich daraus die gemeinsame Ableitung von einer einfachsten ursprünglichen Stammesform.« (Haeckel 1903, 36 f.)

»Wenn diese Auffassung richtig ist, müßte man erwarten, daß bei der Ausbildung eines bestimmten Organs in einem festgelegten Stadium der Embryonalentwicklung nicht erst der Vorläufer dieses Organs gebildet wird, sondern gleich die neue (mutierte) Organanlage. Wären z.B. Mutationen der letzte entscheidende Faktor für die Entstehung der Lungenatmung, hätte man eigentlich erwarten müssen, daß entweder die Gene für die Anlagen der Kiemenbogen und Kiemen zu Lungenanlagen mutiert und gleichzeitig verschwunden wären oder daß die Mutation der Gene für andere Organe zu Lungengenen früher oder später zu einem

Verschwinden der Gene der Kiemen über eine Organatrophie durch Nichtgebrauch hätte führen müssen. (...) Der Tatbestand der biogenetischen Grundregel ist deshalb ebenfalls mit einer neodarwinistischen Interpretation der Evolution unvereinbar.« (Schmidt 1985, 188)

Pfauenfeder

»Der Anblick einer Feder in einem Pfauenschwanz macht mir übel, sobald ich sie anschau.« (Darwin in einem Brief an Asa Grey, 3. April 1860)

Quantenevolution

»Warum sollte die Natur nicht plötzlich einen Sprung von Struktur zu Struktur machen? Nach der Theorie der natürlichen Zuchtwahl erkennen wir klar, warum sie dies alles nicht tat. Die natürliche Zuchtwahl wirkt nur, indem sie aus den geringen aufeinanderfolgenden Veränderungen Nutzen zieht; sie kann nie einen plötzlichen Sprung machen, sondern schreitet in kurzen und sicheren, wenn auch langsamen Schritten vorwärts.« (Darwin 1981, 265)

»1944 erschien >Tempo and Mode in Evolution<, ein wichtiges Buch des Paläontologen George Gaylord Simpson. (...) Das phantasievolle und kühne Buch (...) untersucht den Evolutionsablauf anhand fossiler Daten. (...) In Buchbesprechungen von >Tempo and Mode< wurde die Quantenevolution verschiedentlich als häretische Abweichung kritisiert, in Wirklichkeit geht der Begriff auf eine wohlbekanntere Quelle zurück: Simpson war nur ein Paläontologe mehr, dem der plötzliche Wandel in den Fossilurkunden aufgefallen war. Doch die Biologen mochten ihre gradualistischen Glaubenssätze noch immer nicht aufgeben.« (Stanley 1985, 127 f.)

»So verkünden die alten Überreste von Mensch, Pferd und vielen anderen Tieren eine neue Botschaft: Die Evolution vollzog sich jeweils nur während kurzer Abschnitte des Gesamtgeschehens.« (Stanley 1983, 15)

»Es ist von einigem Interesse, daß die globalen Temperaturschwankungen ausweichlich in vielen Teilen Afrikas einen Wechsel im Regenfall und der Vegetation verursacht haben und mit Ausbreitungswellen der Artenvielfalt und Aussterbeereignissen korrelieren. (-) Vor etwa 2 bis 3 Millionen Jahren, als die Temperatur erneut einem Tiefpunkt zustrebte, stieg sowohl die Diversifizierung als auch das Aussterben bestimmter Arten dramatisch an.« (Vrba 1984, 134)

Radiation, explosive

»Neue Arten sind im Wasser wie auf dem Lande nur sehr allmählich, eine nach dem anderen aufgetreten.« (Darwin 1981, 468)

»Eines der erstaunlichsten Dinge, die wir beim Studium von Fossilien bemerken, ist die Art, wie neue Stämme unauffällig erschienen, eine Weile existierten, ohne große Wirkungen auszuüben, und sich dann plötzlich in zahlreiche verschiedene Formen aufteilten. Die Paläontologen nennen diese Erscheinung eine >explosive Radiation<.« (Taylor 1983, 117)

Saltationen

»Wenn sich eine Spezies in eine andere verwandelt, muß es per saltum geschehen – oder die Spezies kann zugrunde gehen.« (Darwin in seinem »Red Notebook«, 130; nach Clark 1985, 155)

»Wir sollten sehr vorsichtig sein mit der Behauptung, ein Organ könne nicht durch irgendwelche allmählichen Veränderungen entstehen. (...) so wäre es doch kühn zu behaupten, daß keine brauchbaren Übergänge möglich seien, durch die sich diese Organe schrittweise hätten entwickeln können.« (Darwin 1981, 251/256)

»Die (auf einer Konferenz in Chicago 1980) diskutierte Streitfrage war die Sprunghaftigkeit der Evolution. Ist diese Sprunghaftigkeit lediglich eine Täuschung, die durch die sporadischen Fossilienfunde entsteht, oder geht die evolutionäre Veränderung wirklich sprunghaft vor sich? Wenn wir die Evolution von den ersten mehrzeiligen Lebewesen bis zum Menschen überblicken, haben wir bald das Gefühl, daß von Zeit zu Zeit eine dramatische Änderung des Plans – ja geradezu der Lebensweise – stattfand, die sich absolut nicht mit der langsamen Akkumulation unmerklicher Veränderungen vereinbaren läßt, auf die Darwin seine Theorie gründete. Die Evolutionisten nennen solche Diskontinuitäten Saltationen, das heißt Sprünge.« (Taylor 1983, 85)

Theologisches

»Laßt unsere wissenschaftlichen Freunde dem Volk, das so rasch lernt, nur zeigen, daß es keinen Adam, keinen Christus, keinen Bund mit Gott, kein Jenseits gab und gibt und daß man nichts Gewisses weiß, und das Chaos des untergehenden Römischen Reiches wird hier bei uns beginnen; wir werden keine Gesetze und keinen Gottesdienst, kein Eigentum mehr haben, da sich unsere menschlichen Gesetze auf die göttlichen gründen.« (Family Herald, 1861, 268)

»Die Biologielehrer in den USA können in dieser Woche ein wenig leichter atmen. Am vergangenen Freitag hat ein kalifornischer Richter für Rechtens befunden, daß das Lehren der Evolution in den Schulen nicht zwangsläufig den religiösen Glauben derjenigen untergräbt, die an der biblischen Darstellung der menschlichen Genesis festhalten.« (Dickson 1981, 78)

»Aber glaubt, Gott habe jede biologische Art gesondert in dem von uns beobachteten Zustand erschaffen, dies aber absichtlich auf solche Weise getan, daß wir Evolutionsprodukte vor uns zu haben glauben, entschlägt sich jeder Logik. Ein solcher Glaube läuft letztlich auf Blasphemie hinaus, unterstellt er doch Gott eine erschreckende Verschlagenheit.« (Dobzhansky 1962, 185)

Untermenschen

»Immerhin hat auch diese Theorie (i.e. der Darwinismus, CB), wenn sie konsequent durchgeführt wird, eine ungemein bedenkliche Seite, und daß der Sozialismus mit ihr Fühlung genommen hat, wird Ihnen hoffentlich nicht entgangen sein. (...) Wir können nicht lehren, wir können es nicht als eine Errungenschaft der Wissenschaft bezeichnen, daß der Mensch vom Affen oder von irgend einem anderen Tiere abstamme.« (Virchow 1877, 12/31)

»Dann kommen wir zu einem Fund aus einer Sandgrube zu Heidelberg, einem einzelnen Kieferknochen, halb-menschlich, plump, völlig kinnlos, weit schwerer als der eines wirklichen Menschen und auch schmaler, so daß man nicht annehmen kann, daß die Zunge des Geschöpfes sich darin in artikulierter Rede zu bewegen vermochte. Die Größe und Stärke dieses

Kieferknochens läßt die Wissenschaftler vermuten, daß jenes Geschöpf ein schwerfälliges, menschenähnliches Ungeheuer war, möglicherweise mit riesigen Gliedmaßen und Händen, vielleicht von einem dicken Fell bedeckt, und sie nennen es den Heidelberger Menschen.« (Wells 1926, 32)

»Die Neandertaler besaßen ein großes Gehirn – sogar ein etwas größeres als wir. Wie aber könnten wir die Existenz einer anderen Menschenart mit größerem Gehirn zugeben?« (Stanley 1983, 176)

Verifizierbarkeit

»Es tritt in der jetzigen Phase der Evolutionstheorie immer bestimmter in den Vordergrund, daß wir in der Tat mit dem Selektionsmechanismus (Selektionen im weitesten Sinne genommen) die Gesamtkausalität der Evolution erfaßt haben.« (Heberer 1949)

»Kann man sich denn irgendwelche Naturbeobachtungen vorstellen, die widerlegen könnten, daß es die natürliche Zuchtwahl ist, die die Unterschiede in der Schnabelgröße verursacht? Die Theorie der natürlichen Zuchtwahl zeigt sich eher metaphysisch denn wissenschaftlich. Natürliche Zuchtwahl erklärt nichts, denn sie erklärt alles. « (Lewontin 1972, 181)

»(A. Remane) bezeichnete das Verfahren des Neo-Darwinismus, den Gegnern dieser Theorie die Beweislast zuzuschieben, als >Hirtenbübchen-Methode: Das Hirtenbübchen antwortet dem König auf die Frage, wieviele Sterne wohl am Himmel stehen: Hundert Millionen fünfhunderttausendsechs. Zählen Sie nur nach, Herr König!« (Schmidt 1985, 205)

»Das unangenehme an der Evolutions-Theorie ist ihr tautologischer Charakter: Die Schwierigkeit besteht darin, daß Darwinismus und natürliche Zuchtwahl, obwohl sie sehr bedeutend sind, Evolution durch das Überleben des Tüchtigsten erklären. (...) Nun gibt es, wenn überhaupt, kaum einen Unterschied zwischen der Erklärung >Die Überlebenden sind die Tüchtigsten und der Tautologie Die, die überleben, sind die Überlebenden<. Denn wir haben, so befürchte ich, kein anderes Kriterium für die Tüchtigkeit als das Überleben (...). « (Popper 1972, 241 f.)

Wunder

»Wer der Meinung ist, daß irgendeine alte Form sich plötzlich durch eine geheimnisvolle Kraft oder Neigung verändert habe, z.B. plötzlich Flügel bekam, der ist fast zu der Annahme gezwungen, daß viele Individuen im Widerspruch mit aller Analogie gleichzeitig variierten; (...) aber er wird für solch ein kompliziertes und wundervolles Zusammenpassen auch nicht den Schatten einer Erklärung beibringen können. (...) All das zusammengenommen heißt aber, wie mich dünkt, in den Bereich des Wunders eintreten und die Wissenschaft verlassen.« (Darwin 1981, 356)

Die Anzahl der Modifikationen der Reptilstruktur, die Vögel durchmachen mußten, um flugfähig zu werden, ist so groß, daß sie ein echtes Problem darstellt und unsere weitere Aufmerksamkeit verdient. (...) Wir müssen unsere Phantasie anstrengen, um uns vorzustellen, daß so viele wunderbar passende Veränderungen durch Zufall zustande kamen, auch wenn wir bedenken, daß zwischen dem Übergang der Wirbeltiere vom Meer aufs Land und dem Auftreten der ersten Vögel etwa 150 Millionen Jahre verstrichen. Ich für mein Teil kann mir vorstellen, daß während dieser Zeit jede einzelne Veränderung durch Zufall eintrat, aber was

mir nicht in den Kopf will, ist die Akkumulation der verschiedensten Veränderungen und ihre Integration zu einem einzigen funktionellen Muster.« (Taylor 1985, 101 f.)

X-Chromosom

Y-Chromosom

Zähne

»Wiman (...) fragte Zdansky, ob er selbst auch etwas beizutragen habe, das der Versammlung eine besondere Würze verleihen könne«. Ja, das hab' ich, antwortete Zdansky und lieferte prompt eine Beschreibung zweier hominider Zähne aus Chou k'ou Tien, komplett mit Fotos und Lichtbildern. (...) Wie Zdansky erwartet hatte, war die Neuigkeit eine Sensation: Seine Entdeckung wurde sofort Peking-Mensch genannt und als »der älteste menschliche Typus, dessen Überreste in den Schichten der Erde gefunden wurde«, bezeichnet.« (Reader 1982, 116)

»Wir Paläontologen spinnen unsere Geschichten aus schlecht erhaltenen fossilen Fragmenten in den unvollständigen Sequenzen, die sich in Ablagerungsgesteinen finden. Die meisten Säugetiere sind nur durch ihre Zähne bekannt – der härtesten Substanz in unserem Körper – sowie durch ein paar verstreute Knochen. Ein berühmter Paläontologe bemerkte einmal, die Geschichte der Säugetiere, wie sie aus den Fossilien bekannt ist, bestehe im wesentlichen darin, Zähne zu paaren, um leicht modifizierte Abstammungszähne hervorzubringen.« (Gould 1984h, 157)

1. DIE KOPERNIKANISCHE WENDE DER EVOLUTIONSTHEORIE HAT NOCH GAR NICHT STATTGEFUNDEN

Die vor-galileische Optik der Darwinschen Evolutionstheorie: Der Anblick einer Pfauenfeder erzeugt Übelkeit • Die Vorstellung schrittweisen Wandels der Arten: ein »Fall von Gehirnwäsche« • Wie Darwin auf die Füße gestellt werden könnte: Ein sich stabilisierendes Ökosystem erzwingt den genetischen Wandel • Darwin und das Benard-Experiment: Wo sind die Selektionsvorteile der Zwischenvarietäten? • Ironie der Wissenschaftsgeschichte: die ptolemäische Sichtweise des Kopernikus der Biologie

Für die Evolutionstheorie gilt zunehmend die Maxime vor-galileischer Optik: Schau bloß nicht hin. Wer es dennoch tut, den wird der Anblick der Natur faszinieren. Der Gedanke hingegen, die wimmelnde Komplexität ihrer Ordnungen erklären zu müssen, läßt einen möglicherweise »über und über kalt erschauern« – wie es einst Darwin angesichts der Aufgabe erging, die Evolution des Auges aus der Kumulation unzähliger winzigster Varietäten glaubhaft zu machen. Um die Wahrscheinlichkeit einer parallelen Entwicklung der verschiedenen hochkomplexen Augentypen errechnen zu können, bedarf es eines Computers mit mindestens zweistelliger Exponentialdarstellung.

Es wird sich als ein Treppenwitz der Geschichte herausstellen, daß der Siegeszug des Darwinismus unbemerkt mit dem größten praktischen Falsifizierungsversuch einhergegangen ist, der je für die Wissenschaft geleistet wurde. Homo sapiens führt vor, was ein kleiner und egoistischer Selektionsvorteil für die Ordnung des Ganzen bedeutet: nichts Gutes. Die Ergebnisse seiner zivilisatorischen Bemühungen fügen sich in das System der Natur nicht ein, sie stören nachhaltig. Das als Desaster angesprochene, vom Menschen verursachte ökologische Ungleichgewicht der Natur ist ein Hinweis auf die Korrekturbedürftigkeit des entscheidenden Darwinschen Paradigmas: die ohne Sicht und Rücksicht auf die Ordnung des Ganzen betrachtete Variation des einzelnen Lebewesens.

Wenn von der Umwandlung des Kiemenbogens zum Kiefer gesprochen wird, dann rückt nur die größere Überlebensfähigkeit eines zur Amphibie gewandelten Fisches ins Blickfeld. Sie sei die Meßlatte für natürliche Zuchtwahl und das Ergebnis dann Evolution. Welche allgemeinen Zusammenhänge in der Biosphäre »zugleich« entstehen müssen, damit für die Amphibie Lebensfähigkeit besteht und auch bestehen bleibt, danach wird in den seltensten Fällen gefragt.

Liegt es daran, daß es zu kompliziert wird, weil man vom Hundertsten ins Tausendste gerät und schließlich die Waffen strecken muß? Schließlich kann man ja nicht die ganze Biosphäre miteinbeziehen

Das Rätsel, wie das Ökosystem zu einem stabilen Gleichgewicht gelangen konnte, ist ein viel größeres als das der Veränderung oder der »Entstehung der Arten«. Moderne Evolutionstheorie setzt seit Darwin den Spaten der Analyse bei der kleinsten Einheit an, zu Anfang bei der Art, dann bei der Zelle, dem Zellkern und mittlerweile bei den Nukleinsäuren der DNS. Hier soll die Dynamik der Evolution ihren Ursprung haben. Doch es scheint so, als würde das Pferd vom falschen Ende her aufgezäumt werden.

Richtig ist, daß sich für jedes Lebewesen mit seinem mehr oder weniger vollkommenen Satz an Überlebensstrategien eine Varietät denken ließe, die für den Überlebenskampf besser gerüstet wäre. Unabhängig von der Tatsache, daß die Entstehung dieser Varietät eine Frage des Managements und nicht des Zufalls auf molekular-biologischer Ebene wäre, wird man sich die Frage stellen müssen, ob der Natur eine solche Varietät überhaupt passen würde. Darwin hat die Illusion in die Welt gesetzt, daß die Geschichte der belebten Natur eine stetige Folge von sich parallel entwickelnden und verzweigenden Arten ist. Aber noch nie ist es Darwinisten möglich gewesen, für das Problem, worin denn zum Beispiel die Selektionsvorteile der Varietäten zwischen Reptil und Säuger bestanden haben mögen, etwas anderes als ein Schlupfloch angeben zu können: Es müssen aber welche bestanden haben – denn sonst hätte es die Säuger nicht gegeben. Der darauf folgende Stoßseufzer ist tief, muß aber stumm bleiben: Hätten wir doch wenigstens eine Zwischenvarietät gefunden. Derek Ager diagnostizierte das methodische Nicht-zur-Kennntnis-Nehmen des dieser Ansicht radikal widersprechenden paläontologischen Befundes als einen Fall von Gehirnwäsche. Darwin auf die Füße zu stellen bedeutete eine Umkehrung seines Arguments vom Selektionsvorteil: Eine Art entsteht nicht durch die Kumulation einzelner Änderungen, die jeweils irgendeinen Vorteil im Überlebenskampf bedeuten, sie entsteht vielmehr, weil sie sonst für die Reproduktion des Ganzen fehlen würde.

Darwins Ansatz mündete in das Paradigma von der zufälligen Mutation, die dem unerbittlichen Urteil der natürlichen Zuchtwahl unterworfen wird. Also forscht man nach Möglichkeiten der Mutation und dem ihr zugrunde liegenden Mechanismus auf molekularer Ebene. Man versteht wohl recht gut, wie Reproduktion geschieht, aber Anzeichen für ein nichtschädliches, geschweige denn progressives Zusammenspiel von »Zufall und Notwendigkeit« im molekularen Bereich finden sich nicht. Darwinistisch orientierte Forschung kann mit der Frage, wie »Natur« auf eine Tierart wirkt, damit diese sich gegebenen Anforderungen anpaßt, nichts anfangen, weil das »zentrale Dogma« der modernen Molekularbiologie eine von »außen« kommende Wirkung auf das Genom ohne Ausnahme für unmöglich erklärt. Evolution sei ausschließlich das Ergebnis einer Selektion von Mutationen, die ein Widerhall des gegen Einflüsse von außen blinden und tauben, sich sinn- und regellos verändernden Genoms sind. Aus dem Chaos der Varietäten filtere die natürliche Zuchtwahl diejenigen Exemplare heraus, die unter den gegebenen Umständen erfolgreicher um das Überleben kämpfen können. Der Selektionsdruck ist im Darwinismus nur der Gegendruck, erzeugt durch ein auf den überquellenden Topf von Varietäten gepreßtes Sieb, das nur die den Lebensumständen besser angepaßten Exemplare passieren. Aber das Ergebnis wäre – um in dem Bild zu bleiben – ein Brei und bestünde nicht aus den unzähligen aufeinander abgestimmten Bausteinen, die im Aufbau des Organismus wie in der ganzen Biosphäre zu erkennen sind.

Darwin hätte wahrscheinlich der Metapher von der in sich abgestimmten Maschine der Natur zustimmen können. Seine Zeit war noch geprägt von der Vorstellung Gottes als eines Maschinenbauers, dessen Zielsetzungen zwar unerforschlich, aber letztlich doch von der Wohlfahrtspflege für den Menschen bestimmt sind. Daß Ordnung bei Reglementierung der Einzelelemente von alleine entstehen kann, wäre als Persiflage der Gottesidee und nicht als ihre Verwerfung erschienen.

Hätte man Darwin das Ergebnis des Benard-Experiments gezeigt, bei dem sich in einer von unten erhitzten Flüssigkeitsschicht nach einer Weile schlagartig wabenförmig geordnete Konvektionsbereiche ausbilden, hätte er sofort erkannt, daß hier die Frage nach Zwischenstadien von der ruhenden zur geordnet strömenden Flüssigkeit sinnlos ist: Ordnung ist eine Begleiterscheinung spezieller Randbedingungen. Morphologisch »benachbarte« oder ähnliche Variationen dieses Muster haben keine Chance, in die Realität zu treten. Es gibt hier weder

für die einzelnen Atome noch für das Gesamtsystem einen »Selektionsvorteil« auf dem kurzen Weg der Strukturbildung.

Darwin und alle ihm folgenden Biologen hatten größte Mühe, Selektionsvorteile von Zwischenvarietäten in der Biosphäre sinnfällig zu machen, etwa für die Verbindungsglieder vom ersten lichtempfindlichen Nerv bis zum Auge. Darwin begnügte sich letztlich mit der Warnung, daß man doch vorsichtig mit der Behauptung sein solle, daß diese keine Vorteile besessen hätten. »Vorsicht« bedeutet die Erwartung, daß die Einsicht noch kommen werde. Nach hundert-unddreißig in dieser Hinsicht ereignislosen Jahren hat sich diese Vorsicht allerdings erübrigt. Wir wissen weder, wie die Koordinierung von Zwischenvarietäten zustande kommt, noch worin wohl ihr jeweiliger Selektionsvorteil bestanden haben mag. Dabei sollte man den Begriff Koordination nicht mit Planung verwechseln. Selbst eine »ungerichtete« Mutation, d.h. letztlich die sichtbare (oder spürbare) Änderung eines Merkmals, tritt koordiniert auf. Im Genom werden keine »Regler geschoben« oder »Knöpfe gedreht«, sondern es finden unterschiedliche Umgruppierungen statt, die in komplexer Weise aufeinander bezogen sind. (Das Thema wird ausführlicher im 7. Kapitel behandelt.) Wenn es schon so schwierig ist, die fortlaufende Entstehung von Varietäten aus sich heraus in Verbindung mit einem Selektionsvorteil glaubhaft zu machen (resp. diese aus den Gesteinen auszugraben), warum läßt man den Druck, der hinter der Evolution vermutet wird, nicht gleich auf der Ebene der Varietätenbildung ansetzen? Warum Darwin eine solche Frage nicht formulierte, ist klar. Er wollte diese Frage ja gerade aus der Wissenschaft hinauswerfen, denn die Antwort darauf hieß immer nur Gott. Darwins Installation des Zufallsregimes ist letztlich nur eine hilflose anti-theologische Geste, die zum Verständnis der Regelung innerhalb der Biosphäre nichts beizutragen vermag.

Nach dem gegenwärtigen Stand der Wissenschaft brauchen wir uns über Entstehung von Ordnung – allerdings nicht in der Biosphäre, sondern auf physikalisch-chemischem Gebiet – nicht zu wundern. Es gibt zahlreiche Experimente zur dynamischen Strukturbildung. Während man hier das über makroskopische Dimensionen koordinierte Verhalten von Mikroteilchen hinnimmt, wollen die Biologen die Möglichkeit ähnlicher Wechselwirkungen in der Biosphäre nicht erwägen. Wenn im Reagenzglas unter gewissen Bedingungen eine chaotische chemische Suppe zeitlich und räumlich geordnete Strukturen ausbildet, unterstellt kein Mensch außerweltliche Ursachen für den Vorgang des koordinierten »Verhaltens« von Atomen, als würden – wie Darwin es polemisch formulierte – »elementare Atome gleichsam kommandiert (...), sich plötzlich zu lebenden Geweben zusammenschließen« (1981, 673). Diese Strukturbildung wirkt vielleicht phantastisch, aber unserem Verständnis nach ist sie das zwangsläufige Ergebnis von speziellen Randbedingungen. Es spricht in diesem Sinne nichts dagegen, in der Biosphäre ein ähnliches Phänomen zu sehen. Wenn im Reagenzglas die Phasenübergänge Mikrosekunden dauern, dann könnten sie in der Biosphäre Jahre in Anspruch nehmen. Wenn wir auch nur wenig davon verstehen, wie die Bestandteile der Biosphäre miteinander wechselwirken, wenn diese in einen neuen, dynamisch stabilen Zustand übergeht, so bedeutet allein die Fragestellung einen ganz anderen Forschungsansatz als denjenigen, der aus der Theorie der natürlichen Zuchtwahl folgt. Die kausale Richtung wird umgedreht. Nicht mehr die zufällige Variation auf der Mikroebene wirkt in die Biosphäre, sondern eine aus speziellen Randbedingungen »erzwungene« neue Ordnung wirkt in das Genom hinein, um die Arten zu zwingen, die der neuen Ordnung entsprechende Gestalt anzunehmen.

Dieser nur ganz grob skizzierte Ansatz ist ganz und gar nicht neu. Für die Entstehung der Urzelle ist er längst im Gespräch, auch verschiedene Phänomene des Sozialverhaltens werden mit ihm gedeutet. Die Konsequenzen für die Evolutionstheorie werden aber nicht bedacht. Würde ernsthaft damit gearbeitet, wäre es mit der darwinistischen Theorie zufälliger

ungerichteter Mutationen vorbei. Mutationen wären vielmehr gerichtet. Das System allerdings, das da einem stabilen Fließgleichgewicht entgegenstrebt, wäre ohne jeden Sinn.

Ein solcher systemtheoretischer Ansatz für Evolution wirft ein ganz neues Licht auf einen uralten Agenten der Naturgeschichte: den Katastrophismus. Für das Märchen von der graduellen Entwicklung der Biosphäre ist er Gift. Darwin hatte das sofort erkannt und diesem Thema so gut wie keinen Raum mehr in seinen vielen Büchern gegeben. Einerseits verwunderlich, denn eine katastrophische Entwicklung der Natur war seinerzeit anerkannt, verifiziert und innerhalb einer theologisch orientierten Wissenschaft auch als Indiz göttlichen Einwirkens legitimiert; andererseits ist diese Amnesie auch verständlich, denn das scheinbar chaotische und zerstörerische Einwirken auf den sich evolvierenden Zoo der Erde hätte jede Chance der Rekonstruktion einer zusammenhängenden Kette der Varietäten zunichte gemacht.

Katastrophen könnten sich als der eigentliche Trigger der Evolution herausstellen. Dabei müssen keine gewaltigen oder »gewalttätigen« Ursachen vorliegen. Die Katastrophe liegt nicht in dem Meteoriteneinschlag, sondern in der Unfähigkeit der Biosphäre, sich neu einstellenden Randbedingungen anzupassen. Artensterben muß kein Produkt gigatonnenschweren Staubbiederschlages sein, es kann auch aus dem Niedergang eines einzigen, aber sehr wichtigen Bakterienstammes resultieren, dem die verdoppelte Konzentration eines Spurenelementes den Garaus macht. Katastrophismus ist nicht die Wissenschaft globaler Kataklysmen, sondern die Wechselbeziehung zwischen Randbedingungen eines komplexen Systems mit ihm selbst. Da kann »graduelle Variation« dieser Randbedingungen ganz schnell zu nachhaltigen Umstellungen innerhalb des Systems führen.

Hundertunddreißig Jahre nach Darwin können wir die vorhandenen Indizien für die Naturgeschichte anders deuten und mit neuen Einsichten über die Entstehung von Ordnung in Einklang bringen. Aber es liegt noch ein tiefgehender Irrtum über die Leistung und auch die Absicht der Darwinschen Theorie vor, die trotz aller berechtigten und zum Teil gerade wegen unberechtigter Einwände bis heute die wesentliche Grundlage der Evolutionstheorie bildet. Stets wurde Darwin in seiner Leistung mit Kopernikus verglichen. In diesem Vergleich liegt auch eine Wahrheit, aber sie gestaltet sich anders, als es gemeinhin dargestellt wird. Beide, Kopernikus und Darwin, hätten den Menschen jeweils eine entscheidende Illusion geraubt: daß der Mensch im Mittelpunkt der Welt stehe und daß die belebte Natur für das Wohl der Menschen eingerichtet sei. Ungeachtet des wahren Gehalts dieser Aussage geht sie dennoch am Kern beider Bemühungen vorbei. Kopernikus war Revisionist. Er wollte seinen Zuhörern nicht die Wahrheit um die Ohren schlagen, sondern deren wachsendes Mißtrauen und keimende Ungläubigkeit gegen eine Welt besänftigen, die vom geozentrischen Standpunkt aus immer konfuser erschien. Das heliozentrische Weltbild war für Kopernikus mit weniger den Zweifel an Gott bestärkenden Widersprüchen behaftet. Sein »Weltbild« war allerdings falsch – bis auf die Vermutung, daß die Sonne im Mittelpunkt steht. Auch Darwin war ein »Kopernikus«. Richard Dawkins trifft das Richtige, wenn er sagt, daß man die Evolutionstheorie ungefähr ebenso anzweifeln könne wie die Lehre, daß sich die Erde um die Sonne dreht. Es hat eine Evolution gegeben, aber die gegenwärtig etablierte Theorie des Neo-Darwinismus darf man in dieses Diktum nicht miteinbeziehen. Wir befinden uns gewissermaßen in dem Stadium, in dem es zu begreifen gilt, daß die Planetenbahnen keine Kreise, sondern Ellipsen sind. Von einer »Himmelsmechanik« oder einer Theorie der »Entstehung des Sonnensystems« sind wir noch meilenweit entfernt. Auch wie das »Sonnensystem« zu einer Ordnung gefunden hat, ist nach wie vor ein einziges Rätsel. Ähnlich wie Kopernikus unüberwindliche Schwierigkeiten mit Indizien für eine Nichtkreisförmigkeit der Planetenbahnen bekommen hätte, kann eine Evolutionstheorie Darwinscher Prägung dem wichtigsten, zugleich von ihr selbst erarbeiteten Befund nicht ins Auge schauen: Die belebte Welt weist eine Ordnung auf,

die sich nicht aus der Aneinanderreihung von Zufällen erklären läßt. Das Zusammenspiel in der Biosphäre und auf molekularem Gebiet ist so prägnant und zugleich so überwältigend, daß dabei die zentrale Arbeitshypothese des Darwinismus versagt: die Entstehung der Arten durch natürliche Zuchtwahl zufälliger Mutationen. Eine der Hauptursachen für das Weiterbestehen des Neo-Darwinismus ist die »kausale Lehre«, die sich bei einer Verwerfung der Darwinschen Hypothese auftut. Deshalb wird nach dem Motto verfahren: lieber irgendeine Erklärung als überhaupt keine. Eine bemerkenswerte Parallele zwischen diesen beiden Vätern der Neuzeit zeigt sich in ihrem Anspruch, in der Erklärung der Natur dürfe es keinen Betrug geben. Kopernikus opferte das geozentrische Weltbild, um den Verdacht gegen den christlichen Gott auszuräumen, er sei verschlagen und verberge seine Absichten hinter einem verwirrenden Himmels-Szenario. Das Vertrauen in den göttlichen Heilsplan sollte wieder gefestigt werden. Darwin trennte – als erster Zoologe konsequent – Gott und Natur, installierte aber als säkularisierten Ersatz einen der Natur innewohnenden Plan zur Vervollkommnung und Verbesserung: »Da alle lebenden Formen die unmittelbaren Nachkommen derjenigen sind, die lange vor der kambrischen Epoche lebten, so können wir sicher sein, daß die regelmäßige Aufeinanderfolge der Geschlechter nie unterbrochen war und daß keine Sintflut die Erde verwüstete. Wir dürfen deshalb auch vertrauensvoll eine Zukunft von riesiger Dauer erhoffen. Und da die natürliche Zuchtwahl nur durch und für den Vorteil der Geschöpfe wirkt, so werden alle körperlichen Fähigkeiten und geistigen Gaben immer mehr nach Vervollkommnung streben.« (Darwin 1981, 677)

Die Behauptung, die Darwinsche Evolutionstheorie habe nur dem exaltierten britischen Fortschrittsglauben des 19. Jahrhunderts Tribut gezollt, wäre zu simpel. Sicher aber konnte Darwin sich es nicht leisten, einerseits die Evolution als geschichtliches Ereignis zu behaupten, andererseits aber einzugestehen, daß es etliche Rätsel und Widersprüche hinsichtlich ihres Wirkmechanismus gebe, von deren Lösung allerdings die Gesamttheorie ihre Plausibilität beziehe. Biologen, Paläontologen, Geologen usw. haben mehr als 100 Jahre gebraucht, die Rätsel »zu retten«, d.h. die wesentlichen Fragen aus der durch Darwin und seine Nachfolger erzwungenen Einbalsamierung mühsam wieder herauszuschälen und vorsichtig ans Licht zu bringen.

Darwin war ein ehrlicher Gelehrter. Deshalb finden wir auch sämtliche Einwände gegen seine Theorie von ihm selbst fein säuberlich aufgezählt. Er schrieb: Wer unsere geologischen Urkunden für annähernd vollständig hält, muß meine Theorie verwerfen.« (Darwin 1981, 467) Der Paläontologe Steven M. Stanley vermerkt dazu: »Die Fossilüberlieferung hat, soweit bekannt, der Idee des stufenweisen Wandels von jeher widersprochen, doch wurde selbst die Geschichte dieses Widerspruchs durch alle möglichen historischen Umstände verschleiert. So sind sich nur wenige moderne Paläontologen des bemerkenswerten Umstandes bewußt, daß die meisten ihrer Kollegen im vorigen Jahrhundert nach Darstellung des Biologiehistorikers William Coleman den Widerspruch zwischen ihrem Beweismaterial und Darwins These der Artumwandlung durch langsame Summierung winziger Varietäten erkannten.« (Stanley 1983, 88)

Darwin war aus verschiedenerlei Gründen Anti-Katastrophist. Auf jeden Fall, weil der Katastrophismus im Rahmen der überkommenen Physikotheologie fast durchweg als Werkzeug Gottes verstanden worden war, mit dem das Gesicht der Erde epochenweise gestaltet worden sei. So, wie Stanley als Paläontologe verwundert und auch fast resigniert zur Kenntnis nimmt, daß die »Botschaft der Fossilien« einfach ignoriert wurde, so müssen wir konstatieren, daß die Katastrophen-Indizien mit dem Mantel der Sorge für ein (gewissermaßen auch im physischen Sinne) geschlossenes Weltbild zugedeckt worden sind und erst jetzt wieder diskutabel werden. Man müsse sich zur angemessenen Beurteilung der Fossilienfunde

auch wieder, so Stephen J. Gould, auf die »buchstabengetreue« empirische Arbeit der Katastrophisten besinnen (Gould 1984a, 22). Man verhielt sich aber wie eine Spurensicherungstruppe, die die Blutspritzer an der Wand für Ketchup, den Dolch für ein vom Mittagessen übriggebliebenes Eßwerkzeug und die durchschnittene Kehle für eine Folge des heftigen Falles des an Altersschwäche eingegangenen Toten hielt.

Für Darwin beruhte die Unvollständigkeit der geologischen Urkunden auf dem Umstand, daß zwischen den abgelagerten Formationen lange Zeiträume liegen, in denen es keine Konservierung von Fossilien gegeben habe (440). Der Geologe Derek Ager »sieht« das anders: Was wir an Urkunden vor uns haben, sind die Relikte katastrophischer Episoden. Oder anders ausgedrückt: Vor können eine Fossilierung von Organismen nur erwarten, wenn diese abrupt dem biologischen Recycling-Prozeß entzogen werden. Das geschieht vorzüglich aufgrund katastrophischer Umstände, wofür im übrigen auch der Inhalt der Schichten selbst spricht.

Während Darwin Katastrophen als Störenfriede seiner allmählichen Evolution auffaßte (und sie auch deshalb ablehnte), sind sie natürlicher Bestandteil einer ökologischen Theorie der Evolution. Ein Ökosystem antwortet auf Änderungen der Randbedingungen mit Aussterbeereignissen und der »Produktion« neuer Arten: Sein Gleichgewicht läßt sich nicht beliebig weit stören, und es müssen nicht einmal heftige Ursachen sein, die es in einen neuen dynamischen Zustand der Reproduktion treiben.

Dieser Stand der Diskussion läßt sich ohne Verbiegung der Ergebnisse der Paläontologie erzielen, und er gibt – erstaunlich und zugleich befremdlich genug – auch ungefähr den Stand der Wissenschaft vor Darwin wieder: Es gibt Epochen in der Geschichte der Natur, und diese Epochen sind voneinander durch Katastrophen getrennt. Was im übrigen anzeigt, wie relativ seriös die alte Wissenschaft von der Naturgeschichte gewesen ist.

Aber weder Gradualismus noch Anti-Katastrophismus gehören zum Kern des Darwinismus. Dessen Essenz liegt in der Behauptung »innerweltlicher« Ursachen für die Naturgeschichte und in der Frage nach den Beziehungen, die zwischen der Abfolge ihrer Epochen und der Evolution der Organismen bestehen. Gradualismus und Anti-Katastrophismus waren dabei nur eine Art »Gegenzauber«, um den Widerwillen gegen seine zentrale Hypothese der innerweltlichen Ursachen für die Evolution zu mindern. Die stetige Abfolge sich allmählich verändernder Varietäten definierte Darwin als Spielmaterial der »natürlichen Zuchtwahl«, die, wann und wo immer sich eine Gelegenheit biete, »an der Verbesserung der organischen Wesen« wirke (126). Dieses Angebot wurde verstanden: »Bin Darwinsche Hypothese, die wir als wissenschaftlich begründet zur Zeit nicht ansehen können, gewährt unleugbar unserem modernen Glauben, der freilich der kirchliche nicht mehr ist, eine tiefe Befriedigung. Wie wir in der Geschichte über die Maßlosigkeiten der Sage, in der Geologie über die ungeheuren Bilder ganzer Erdrevolutionen hinaus sind, so hat sie uns von den Schöpfungsakten der Willkür befreit.« (Dove 1871, 1 ff.)

Mit der Feststellung, daß der von Darwin verwendete Gegenzauber in Gestalt des Gradualismus und des Anti-Katastrophismus nichts weiter als eine Chimäre ist, befinden wir uns ungefähr in der Lage Keplers, als dieser zu ahnen begann, daß die Planetenbahnen keine Kreise sein können. Über die Ursachen und die Bedingungen für die gegenwärtige Konstellation der Biosphäre wissen wir allerdings so gut wie nichts. Daran hat auch die Entwicklung der Molekularbiologie nichts geändert. Ihr mikroskopischer Blick provoziert dieselbe Verwunderung und ein ähnliches Entsetzen wie die Entdeckung der Jupitermonde mit Hilfe des Fernrohrs: Die Trabanten des Jupiter zertrümmerten die kristallinen Sphären des Himmelsgewölbes, auf denen die Planeten und der Mond von Engeln auf ihrer ewigen Fahrt um die Erde begleitet wurden; die Entdeckung des hochorganisierten und weitverzweigten Reproduktionszyklus

auf zellulärer und molekularer Ebene macht die Zufallshypothese für die Variation der Arten und ihre progressive Entwicklung zu einer völlig hilflosen Annahme.

Es erscheine als eine Ironie der Geschichte, schrieb Ferdinand Fellmann, daß der Darwinismus, der in Deutschland schon frühzeitig als »Ergänzung des Kopernikanischen Systems« gefeiert worden sei, sich heute den Vorwurf »ptolemäischer Sichtweise« gefallen lassen müsse (1977, 295). Der Vorwurf zielt auf die Einseitigkeit ab, mit der die gewordenen Zusammenhänge des Ganzen, der Biosphäre, stets aus Variationen von Einzelementen erklärt würden.

Trotz dieser Komplementarität der geistigen Verfassungen sind doch die Positionen gegenüber den Neuerern je verschieden. Der härteste Vorwurf, der Kopernikus, Kepler, Galilei, Bruno und Newton zu treffen versuchte, war Gottlosigkeit. Ihre Taten wurden im schlimmsten Falle als Negation der göttlichen Vorsehung hingestellt. Bei der Evolutionstheorie ist es gerade umgekehrt: Jede tiefgehende Kritik wird als Aufruf zur Wiedereinführung einer transzendenten Macht aufgefaßt. Der Wissenschaft fehlt die Phase der Unsicherheit, der Verwunderung und vielleicht auch der Bescheidenheit, denn sie ist mit Darwin von der beherrschenden kirchlichen Ideologie ohne Zögern und Zaudern auf eine neue Weltanschauung übergegangen. Die Neo-Darwinisten sind nicht die Schüler eines Kopernikus der Biologie, sondern heimliche Nachfolger jener kirchlichen Würdenträger, die lieber der Schrift als ihren Augen trauen wollten.

2. NATURGESCHICHTE - VON KÖNIGSLISTEN, DUNKLEN ZEITALTERN UND REVOLUTIONEN

Das Ordnungsprinzip der Natur: ein riesiges Geflecht von Regelkreisen • Die Botschaft der Fossilien: Lange Zeiträume morphologischer Stabilität werden von kurzen Episoden schubweiser Entwicklung durchbrochen • Die darwinistische Naturgeschichte als Hofgeschichtsschreibung: Wir tragen das Zepter der Urzelle • Die Bedeutung katastrophischer Evolution: sprunghafte Entwicklung als Abfolge gekonnter und mißlungener Adaptionen des Ökosystems an einschneidend neue Randbedingungen

Es ist in der populärwissenschaftlichen Literatur üblich geworden, mit Darwin seiner Person und seinem Werk zu beginnen, dann die Fallstricke seiner Theorie und die Widersprüche aufzuzeigen, um schlußendlich zu beklagen, daß zwar alles falsch, eine Lösung der Probleme aber nicht in Aussicht sei. Wir werden hingegen gleich auf das zentrale Problem oder eher: Phänomen zusteuern, das der modernen Evolutionstheorie so zu schaffen macht. Es ist das Phänomen der Ordnung sowohl auf der sichtbaren Ebene der Natur als auch auf molekularer und zellulärer Ebene. Die Natur ist nicht geordnet wie ein Kristall, von dem eine Ecke abgeschlagen werden kann, ohne daß der Rest seine Struktur verliert. Das System »Natur« ist vielmehr ein riesiges und unüberschaubares Geflecht von Regelkreisen nimmt man hier etwas heraus oder fügt dort etwas hinzu, so muß sich das System als Ganzes ein neues dynamisches Gleichgewicht suchen. Eine Vorstellung über den Zeitraum, in dem sich ein solcher Anpassungsprozeß abspielt, können wir uns nur schwer machen. Für »explosive Radiationen«, d.h. die Diversifizierungen einer Art in deutlich unterscheidbare Varietäten, werden entsprechend dem Auflösungsvermögen der Datierungsmethoden Hunderte bis Tausende von Jahren angesetzt.

Dieses Ordnungsprinzip gilt für jede Organisationsstufe. Wird aus einem DNS Molekül nur ein Atom entfernt, so gerät der gesamte Reproduktionszyklus ins Stocken, oder er wird in seltenen Fällen grundlegend verfälscht und kann zum Tod des Individuums führen, in dem das Molekül aktiv gewesen ist. Das Fehlen der Nervenleiter zwischen den Sinnesorganen und dem Hirn eines Lebewesens macht die Gesamtorganisation sinnlos. Alle Organe veröden, sie können nur im Gesamtzusammenhang ihren »Aufgaben« nachkommen. Die Ausrottung nur einer Art hat lebensbedrohliche Folgen für andere Arten, die gemeinsam einen Nahrungs- oder besser: Reproduktionszyklus aufrechterhalten haben. Mehr und Einzeller sind hochgradig aufeinander angewiesen. Das Fehlen von Bakterien im Darm eines Mehrzellers bringt die Verdauung zum Erliegen, das Individuum stirbt.

Diese Beispiele mögen vielleicht nur »Verkehrsunfälle« sein und nicht das gesamte Ökosystem bedrohen. Das aber ist sehr wahrscheinlich von der Veränderung globaler Parameter wie der Durchschnittstemperatur, der Atmosphärenzusammensetzung und dergleichen zu erwarten, an deren Manipulation sich die Spezies Homo sapiens seit einiger Zeit versucht.

Die Natur erscheint als ein bis in den letzten Winkel durchorganisierte System, das es geschafft hat, sich bei permanentem Input von hochenergetischer Strahlung und einem Output von Infrarotlicht zu einem stationären dynamischen Gleichgewicht zu organisieren. Von derartigen Systemen im Kleinen wissen wir, daß es unter Variation der Einflüsse von außen bis zu einem gewissen Grade flexibel reagiert, ohne die Art seiner Organisation aufzugeben. Ab einem bestimmten Punkt bricht es zusammen, entweder völlig, oder es geht in einen neuen

dynamischen Gleichgewichtszustand über. Das ist zum Beispiel bei Polymeren bekannt, die sich autokatalytisch reproduzieren, d.h. unter Benutzung eines bereits synthetisierten Moleküls als Vorlage. Bei diesem Vorgang setzt sich auf Dauer ein einziges Muster in der Abfolge der Molekülbausteine durch. Abweichungen, Mutationen also, sind Fluktuationen, die im allgemeinen keine Chance haben, sich zu verstärken. Es kann aber eine Konkurrenzmatrize von außen zutreten oder sich zufällig bilden, so daß auf Dauer alles molekulare Spielmaterial von der neuen Variante »aufgesogen« wird. Dabei gibt es keine Regel, die auf eine morphologische oder sogar funktionelle Ähnlichkeit zwischen neuer und alter Variante hinweist. Hilft uns dieses Modell bei der Betrachtung der Naturgeschichte weiter? Was erzählen uns die Zeugnisse der Vergangenheit?

Die Fossilurkunden haben nie etwas anderes erzählt, als daß es lange Zeiträume morphologischer Stabilität gegeben hat, die von relativ kurzen Episoden heftiger bis dramatischer Wechsel in der Gestalt bzw. in dem Auftauchen um nicht »Entstehung« zu sagen, neuer Arten durchbrochen worden sind. Die Tatsache, daß die Naturgeschichtsschreibung dies bis in die jüngste Zeit nicht zur Kenntnis genommen hat, ist ein Skandal für sich, der von vielen Geologen und Paläontologen auch als solcher angesprochen worden ist. (Stanley, Ager, Gould)

Die Fossilurkunden erzählen aber, bei aller Lückenhaftigkeit, noch mehr. Es geht um den Prozeß der Fossilierung selber, der eine Ausnahme von der Regel der Rückführung abgestorbenen organischen Materials in die Biosphäre darstellt. Fossile Massengräber mit ein 34hergehender Vergesellschaftung von Tieren aus unterschiedlichsten Vegetationsgebieten und letztlich die diskontinuierliche Schichtenfolge selber sind ein Indiz, daß hier keineswegs langsame, graduelle Sedimentation vorliegt, sondern sehr häufig Ablagerungen, die unter katastrophischen Umständen zustande kamen. Die gegenwärtige Ordnung kann nicht das Ergebnis langsamer und gradueller Variation irgendeines Ur-Systems sein. Zwischen dem gegenwärtigen Zustand und dem als wahrscheinlich anzunehmenden Anfangszustand gibt es keine Brücke, die durch eine Folge stetig variierender, sich jeweils zum Verwechseln ähnlicher Systeme in einem kühnen Bogen die Naturgeschichte aufspannt. Die Anzahl der Epochen der Naturgeschichte ist begrenzt und der Übergang von einer zur nächsten folgte keinem inneren Spiel ständig sanft modulierender Kräfte, sondern wurde mit »Gewalt«, durch das Variieren von Randbedingungen erzwungen.

Evolutionstheorie à la Darwin hat mit der Komplexität des gegenwärtigen Ökosystems dem einzig greifbaren vorderhand keine Probleme, denn es folgte ja aus einem vorangegangenen, ähnlich komplexen System, wobei die Unterschiede nur graduell oder quantitativ, aber eben nicht qualitativ sind. So wird die Naturgeschichte zu einer Pseudohistorie. Für ihre Erklärung wird gar kein methodischer Ansatz geliefert, vielmehr ist diese Erklärung bereits in ihm enthalten. Alle Angriffe gegen den Darwinismus, die mit der provokanten Frage nach einer hinreichend befriedigenden Erklärung der Ursache der Regelkreis Komplexität des Ökosystems geführt werden, stoßen deshalb ins Leere.

Die darwinistische Naturgeschichte geht also nach den Regeln der Hofgeschichtsschreibung vor: Der gegenwärtige Regent ist im Amte, weil er der Sohn des vorangegangenen Königs ist. Einen anderen Grund dafür gibt es nicht. Die Ahnenreihe endet meistens bei den Göttern. Wie die Dynastie an die Macht gekommen ist, warum sie sich halten kann, warum die vorangegangene Ordnung zusammengebrochen ist und was die Gefahren für die gegenwärtige Ordnung sind, das alles ist kein Gegenstand solcher Art von Historie. Und doch sind diese Fragen die entscheidenden.

So wie sich die Anbindung der Königslisten an einen göttlichen Urahn als das zentrale Problem gestaltete (denn darin barg sich die alles entscheidende Legitimation), so endet der

Darwinismus in dem Rätsel der Entstehung des Lebens, als wären alle gegenwärtigen Probleme, wenn nicht gelöst, so doch wenigstens erklärt.

Die Geschichte einer Nation läßt sich nicht schreiben, indem Ursachen und Motive für die Ereignisse, die zusammen ihre Geschichte ausmachen, ausschließlich in der von der Nation eingenommenen Region verortet werden. Einflüsse von außen Handelsbeziehungen, Kulturaustausch, Kriege, aber auch Klimaschwankungen, Vulkanausbrüche oder sonstige »grenzüberschreitende« Faktoren sind heranzuziehen. Und gerade solche Einflußfaktoren machen oftmals »Geschichte«. Auf die Naturgeschichte übertragen heißt es, zwei verschiedene Aspekte berücksichtigen zu müssen: den der Reproduktion und den des Übergangs zu einer neuen Organisation.

Bei der Betrachtung der Reproduktion erhebt sich die Frage nach den Beziehungen der Lebewesen und der anorganischen Welt untereinander, nach den Beziehungen also, die die Grundlage des gegenwärtigen dynamischen Gleichgewichts bilden. Das wäre im weitesten Sinne Ökologie. Das System ist nicht in einen stetigen Fluß der Entwicklung von den Uranfängen bis in eine ferne Zukunft eingebunden, sondern bis zu einem gewissen Grad autonom. Das System ist vor allem damit beschäftigt, sich zu reproduzieren, und verkraftet keine allzu großen Variationen der Randbedingungen. Von der vorhergehenden Epoche ist die gegenwärtige durch einen Einschnitt getrennt, der keiner Notwendigkeit gehorcht hat, sondern sich als mehr oder weniger zufälliges Ereignis darstellt. Das Spektrum solcher Ereignisse ist breit: Es kann eine extraterrestrische Ursache haben, etwa ein großer Komet. Für solche Vorfälle gibt es etliche Indizien, wie die Überreste großer Einschlagskrater oder globale Staubschichten nichtirdischen Ursprungs. Auch terrestrische Ursachen kommen in Frage, wie das Auseinanderdriften von Platten der Erdkruste mit einhergehender Trennung von zusammenhängenden Ökosystemen, bis hin zum Aussterben einer Art, die für den Erhalt des Ökosystems von entscheidender Bedeutung ist. Der gegenwärtige Zustand ließe sich nicht mehr eindeutig aus der Vergangenheit erklären, schon gar nicht aus den Zuständen, wie sie vor etlichen Milliarden Jahren auf der Erde in Anwesenheit der ersten Einzeller bestanden haben mögen.

In einem solchen Modell bedeutete Evolution die Geschichte gekonnter und mißlungener Adaptionen des Ökosystems an einschneidend neue Randbedingungen. Das Augenmerk liegt nicht auf der einzelnen Art, sondern auf dem Gesamtzoo. Ein zusätzlicher Aspekt gewinnt dann an Bedeutung, der bislang überhaupt nicht beachtet wurde und auch gar nicht jedenfalls nicht unter Gültigkeit des »molekularbiologischen Dogmas« (vgl. das Stichwort im »Abc«) ernst genommen werden konnte. Inwieweit nämlich ist das gesamte Ökosystem oder auch nur die einzelne Art ein »lernendes System«? Diese Annahme konsequent zu Ende gedacht, führte zur weitergehenden Hypothese, daß die Arten ein genetisches Spielmaterial zur Verfügung haben, in dem eine Auswahl an Antworten für mögliche, noch zu erwartende Randbedingungen bereits vorhanden sind. Das mag absurd klingen, aber die Befunde der Molekularbiologie legen die 36sten Schluß nahe. Die Ebene der Reproduktion des Systems unter den jeweiligen Bedingungen führt also auf die Frage nach der Lernfähigkeit des Systems und letztlich auch auf die Frage, wie so ein System überhaupt entstehen konnte.

Antworten erwartet man auch von der Theorie der Entstehung dissipativer Strukturen und der KatastrophenTheorie. Alle Antworten, die von hier kommen könnten, besitzen ein gemeinsames Merkmal: Die Kopplung chemischer und physikalischer Wechselwirkungen in einem System führt unter bestimmten Bedingungen zwar zu erstaunlichen raumzeitlichen Ordnungen, aber die »Freiheit« dieses Systems ist beschränkt, und der morphologische Abstand zu dem nächsten stabilen Fließgleichgewicht kann sehr groß werden, was beispielhaft von sogenannten »chemischen Uhren« vorgeführt wird, Oszillationen, in denen verschiedene

chemische Verbindungen periodisch ineinander übergehen. Die Periode dieser Schwingungen läßt sich genauso wenig wie etwa auftretende räumliche Muster beliebig variieren. Das Manipulieren an Kontrollwerten wie der Temperatur oder der Konzentration eines beteiligten Moleküls treibt das System vielmehr durch eine »Landschaft« diskreter stabiler Oszillationszustände bis hin zum Übergang ins Chaos.

Wenn es dem Darwinismus um Ordnung geht, dann nur auf individueller Ebene. Das Individuum oder auch eine Art ist mit Eigenschaften und Fähigkeiten ausgestattet, die sein Überleben sichert. Deshalb wurden sie auch entwickelt bzw. aus zufällig vorhandenen unzähligen Varietäten der Art mit der Zeit »selektiert«. Die Natur besteht angeblich aus unzähligen Mikrokosmen, die zwar alle zueinander passen, aber keinesfalls als Gesamtordnung betrachtet werden. Andererseits gibt es nicht beliebig viele Ordnungen für die Natur, unter denen sie sich stationär reproduzieren kann, schon gar nicht, wenn man berücksichtigt, daß die einzelnen Arten nur über eine einzige spezifische Form der Reproduktion, via genetischen Code, verfügen. Die Natur ist zwar durchaus »voll« der verschiedensten Formen, aber diese bilden nur einen dramatisch geringen Ausschnitt der denkbaren bzw. physikalisch möglichen Formen. Es ist zu vermuten, daß es der Zwang zum »Zusammenspiel« ist, der die dramatische Einengung der realisierten Formen bewirkt. Der Darwinismus versagt sich den Blick auf das Ganze, weil die Einsicht, daß es dann keinen graduellen Übergang von einer Ordnung zur nächsten geben kann, die These von der Selektion schrittweiser Varietäten ad absurdum führen würde.

Für den Darwinismus ist die belebte Natur eine eindeutige Abbildung der molekularen Ebene des genetischen Codes. Er unterstellt eine starke Kausalität zwischen den zufälligen Variationen auf der molekularen Ebene und den daraus resultierenden Abänderungen in der sichtbaren Natur: Kleine Änderungen in einem Gen hätten kleine Änderungen in der Gestalt des Individuums zur Folge. Wenn diese Änderung für das Überleben vorteilhaft sei, so hätte der Träger der abweichenden Eigenschaft größere Chancen zur Reproduktion, und im Laufe der Zeit würde sich die Varietät in der Gesamtpopulation durchsetzen. Das klingt logisch, aber so ist es eben nicht. Das Individuum läßt sich nicht als Projektion, als vergrößerter Aufriß der molekularen Organisation beschreiben, es ist kein Schattenspiel der Gene. Einzelne Genmutationen sind fast immer sinnlos oder sogar letal. Wenn sie auf der Ebene der Reglergene stattfinden, kann die Mutation eines einzigen Gens umfassende Entwicklungsschübe etwa die Metamorphose der Kaulquappe zum Frosch, vom Kiemenzum Lungenatmer verhindern. Umgekehrt erfordert die Ausbildung völlig unbedeutend erscheinender Dinge wie Haare oder Borsten das geordnete Zusammenspiel einer großen Anzahl von Genen und Enzymen.

Das Zusammenspiel der Moleküle ist mindestens so komplex wie das in der sichtbaren Natur. Daraus ließe sich die Behauptung ableiten, daß die molekulare Organisation nach wie vor die Vorherrschaft im Zusammenspiel der Biosphäre genießt und daß die für uns sichtbare Natur lediglich ein Nebenschauplatz oder eine von unzähligen Dimensionen der molekularen Organisation ist. Die sichtbare, makroskopische Natur wäre das Versuchsfeld, auf dem die bereits komplett vorhandenen Genpools auf ihre Fähigkeit zur gemeinsamen Bildung einer höheren Organisationsstufe ausgetestet würden.

Was ich hier ausgeführt habe, soll eine Arbeitshypothese sein, mit der jetzt das Material, das Paläontologie, Geologie, Molekularbiologie und andere Disziplinen erarbeitet haben, geordnet und natürlich zur Überprüfung dieser Hypothese herangezogen werden soll. Ich gehe also von vornherein davon aus, daß die Naturgeschichte aus der Abfolge einer begrenzten Anzahl stabiler Ökosysteme besteht und daß die Übergänge mehr oder weniger gewaltsam provoziert wurden. Natürlich kommt man nicht drumherum, Antworten für die Frage zu finden, warum

Darwin und mit ihm seine Nachfolger und Apologeten so auf eine gradualistische und zugleich antikatastrophische Sichtweise versessen waren. Das ist aber keineswegs langweilig, sondern höchst amüsan.

3. FOSSILIEN - VON DEN »DENKMÜNZEN DER SCHÖPFUNG« ZU DEN »SCHÄTZEN DER PALÄONTOLOGIE«

Naturgeschichtsschreibung ohne Fossilien: die Erfindung des Teleskops unter verhangenem Himmel • Die Geburtsstunde der Altertumswissenschaft schlug 1700 Jahre nach einem Vulkanausbruch • Wie können Organismen in einer Schicht konserviert werden, die gleichzeitig Jahrmillionen allmählicher Sedimentation repräsentieren sollen? • Fossile Totengemeinschaften oder: der Kokosnußesser im ewigen Eis • »I wouldn't have seen it if I hadn't believed it!« • Die neue Chance der Biostratigraphie: Querverbindungen nicht durch Leitfossilien, sondern durch Katastrophen

Einem Bonmot der Wissenschaftsgeschichte zufolge säßen wir heute noch auf den Bäumen, wenn ein ewig verhangener Himmel uns den neugierigen Blick zu den Sternen verwehrt hätte. Auf die Idee, daß unsere Urahnen Baumbewohner waren, wären wir möglicherweise niemals gekommen, wenn wir keinen Blick in die Eingeweide der Erde riskiert hätten. Naturgeschichte ist ohne Fossilien undenkbar. Ein Fossil ist etwas »Ausgegrabenes«, wenn die lateinische Wurzel des Begriffs zugrunde gelegt wird. Paläontologen und Archäologen sind also vor allem Ausgräber. Die Zeugen unserer Vergangenheit befinden sich ausschließlich unter uns in der Erde. Das ist ein bemerkenswerter Umstand.

Die Geburtsstunde der Altertumswissenschaft schlug mit der Ausgrabung von Pompeji und Herkulaneum, die unter bis zu 20 Meter dicken Bimsstein und Ascheablagerungen verborgen gegen Ende des 16. Jahrhunderts entdeckt und ab 1709, als der Landstrich unter österreichischer Herrschaft stand, ausgegraben wurden. Mehr als 50 Jahre nach Beginn der ersten Ausgrabungen stieß man auf eine Inschrift, auf der von der »res publica Pompeianorum« die Rede war. Damit bestätigte sich der Verdacht, hier die Überreste eines Vulkanausbruchs vor sich zu haben, von dem Plinius der Jüngere in Briefen an Tacitus als Augenzeuge der Verwüstungen der beiden Städte berichtet hatte. Es war also ein seltener Glücksfall. Man grub aus und konnte die Rekonstruktion der Ereignisse anhand eines überlieferten und glaubhaften Augenzeugenberichtes bestätigen.

Mit dieser Entdeckung war auf einen Schlag fast ein Drittel des der Erde zugestandenen Alters von etwa 5800 Jahren fundmäßig überbrückt. Als Napoleon Bonaparte gegen Ende des 18. Jahrhunderts mit seinen Soldaten auf seinem Ägyptenfeldzug die Pyramiden von Gizeh erreicht hatte, soll er seinen Leuten zugerufen haben: »Soldaten! 40 Jahrhunderte Geschichte blicken auf euch herab!« Damit rückte er die ersten Herrscherdynastien der Ägypter in gefährliche Nähe von Noah oder sogar Adam. Schon La Peyrère hatte 1655 häretischerweise überlegt, daß die Menschen älter als Adam sein könnten, denn da gab es die sagenumwobenen Geschlechterketten der Ägypter, Chaldäer und Chinesen, deren Ausmaße die biblische Chronologie zu sprengen schienen.

Daß die Naturgeschichte doch hinter Adam zurückzugehen begann, lag aber ausschließlich an den »Fossilien«, die anfänglich als Produkte einer in Spiellaune befindlichen Natur betrachtet wurden, aber bei exponentiell anwachsenden Funden und den nicht zu übersehenden Ähnlichkeiten mit den bekannten Lebewesen doch zu versteinerten Überresten einer weit hinter Adam zurückreichenden Vergangenheit avancierten. Mit der Einteilung der Naturgeschichte in ante und postdiluvianisch (vor und nachsintflutlich) begann die Rekonstruktions-

arbeit ohne Absicherung mit schriftlichen Zeugnissen menschlicher Augenzeugen. Während die nachsintflutliche Zeit bestens durch den biblischen Bericht abgesichert war, erschien die Zeit nach hinten offen im Hinblick auf ihre Länge und im Hinblick auf die stattgehabten Ereignisse. Buffon gab ihr 80.000 Jahre berechnet aus Vermutungen über Abkühlungszeiten, die noch Cuvier übernehmen sollte. Die Naturgeschichte war in Epochen geteilt, deren jede ihren eigenen Bestand an Pflanzen und Tieren hatte, die zum Ende der Epoche katastrophisch zerstört wurden, um einem neuen Zoo unter anderen Lebensbedingungen Platz zu machen. Cuvier sprach von Fossilien als »Denkmünzen der Schöpfung«. Er war Begründer der Wirbeltierpaläontologie und rühmte sich, aus wenigen versteinerten Knochen die Gestalt des einstigen Lebewesens rekonstruieren zu können. Seine Leistungen brachten ihm den Ruf als »KnochenPapst« ein.

Über die Bildung der Epochen gab es grundsätzliche Meinungsverschiedenheiten. Cuvier, Buckland, d'Orbigny und andere rekonstruierten eine von Katastrophen durchzogene Naturgeschichte. Sie verwiesen auf die Zerstörungsschichten und die Vergesellschaftung von Tierfossilien in Massengräber, die aus unterschiedlichen Klimazonen kommen mußten und nur unter ungewöhnlichen Umständen gemeinsam an einem Ort in dieselbe Schicht geraten konnten. Hutton, Scrope, Smith und später Lyell rekonstruierten eine Erdgeschichte von tendenziell unendlicher Länge, in der es aufgrund minimaler Wirkungen über lange Zeiträume zu den geologischen Formationen und Ablagerungen gekommen sei.

William Smith hatte während der Abwicklung eines Auftrages zur Ermittlung von Kohlevorkommen die Gelegenheit, an verschiedenen Orten Englands Tiefengrabungen zu machen, und er stellte fest, daß es eine universelle Schichtenfolge gibt. Egal, wo man den Spaten ansetzte, die Schichten folgten immer in derselben Reihenfolge (was sich später als allzu grobe Näherung herausstellte). Er vermutete, daß die Schichten sich jeweils im Laufe eines langen Zeitraums abgelagert hätten und es dabei zum Einschluß von Lebewesen gekommen sei. Durch eine vergleichende Stratigraphie ließ sich also das relative Alter unbekannter Fossilien anhand von Leitfossilien bestimmen, deren Zugehörigkeit zu der Schicht aus Funden an anderen Orten bereits bekannt war. Smith etablierte damit das heute weitgehend anerkannte Verfahren zur relativen Chronologie der vorgefundenen Überreste von Lebewesen. Zugleich machte er eine Annahme über die Fossilisationsbedingungen, die im krassen Widerspruch zu den seinerzeit üblicherweise als katastrophisch angenommenen Umständen stand und später von Lyell und Darwin stillschweigend übernommen wurde: Fossilien entstehen aus stetig übersedimentierten Überresten gestorbener Tiere und Pflanzen. Darwin sprach einerseits von »mit (...) Lebensformen angefüllten Sedimentmassen« (1981, 440), in denen ja jedes Exemplar dem in Wochen zählenden Verwesungsprozeß entzogen gewesen sein muß, pochte andererseits aber auch darauf, daß wir uns die Dauer geologischer Epochen, die zu der allmählichen Schichtenbildung führt, gar nicht lang genug vorstellen könnten (436).

George Gaylord Simpson schreibt zu der Frage, wie und unter welchen Bedingungen Fossilien entstehen: »Damit ein Organismus zu einem wiedererkennbaren Fossil werden kann, müssen Teile oder Spuren von ihm den zerstörerischen Kräften der Verwesung und Erosion widerstehen. Bis auf einige Ausnahmen heißt das: Diese Überreste müssen in ein Sediment eingebettet werden, die später eine Schicht in einer stratigraphischen Abfolge bildet.« (Simpson 1984, 10) Es sei deshalb auch nicht überraschend, wenn die tierischen Fossilien in den meisten Fällen nur aus den Hartteilen bestünden: Schalen, Knochen, Zähnen, Panzern oder Chitinhüllen von Insekten. Simpson zählt auch die Ausnahmen auf, die in Dauerfrostböden eingeschlossenen Kadaver, dann die aufgrund von Hitze noch vor der Verwesung ausgetrockneten Säugetiere in Trockengebieten, aber auch die Massengräber wie das im Geiseltal in Halle an der Saale. Hier haben sich gewaltige Pflanzenmengen unter Einschluß zahlloser Tiere in

Braunkohle umgewandelt. Da die Kohlevorkommen als Pflanzenfossilien interpretiert werden, erhebt sich natürlich die Frage, wie es zu einer derartigen Anhäufung des Materials gekommen ist und warum so unzählige Tiere darin eingeschlossen sind.

Die in Museen ausgestellten vollständigen Skelette ausgestorbener Tiere täuschen darüber hinweg, daß von den meisten der mit Sicherheit identifizierten Arten nur Bruchstücke oftmals nur ein oder einige wenige Zähne vorhanden sind. Die vorliegenden Hartteile sind unterschiedlich gut erhalten, sie wurden vor der Einbettung häufig zerbrochen teilweise mit Spuren von Raubtierzähnen und zerstreut.

Man kann sagen, daß Fossilien gewöhnlich vergesellschaftet, in einer »fossilen Totengemeinschaft« gefunden werden. Es sei gang und gäbe, so Simpson, »daß sich Fossilien aus unterschiedlichen ökologischen Bereichen und Lebensräumen untereinander mischen«, mit anderen Worten: gemeinsam ausgegraben werden. »Häufig sterben Tiere in einer Umgebung und unter Bedingungen, die völlig anders sind als in ihrem normalen Lebensraum. (...) So haben einige Paläontologen den Eindruck, daß fossile Organismen wahrscheinlich öfter dort gefunden werden, wo sie nicht lebten, als dort, wo sie gelebt haben.« (20)

Es gibt keinen hinreichenden Grund, jede Fossilisation einem katastrophischen Umstand zuzuschreiben, auch wenn dieser, verglichen mit der »Sedimentierung«, eine zwanglosere Erklärung anbietet. Andererseits sind das Vorkommen von Massengräbern und der Umstand der Vergesellschaftung von Tieren aus unterschiedlichen Lebensräumen ausgesprochen denkwürdig ebenso wie die unbeholfen anmutenden gradualistischen Erklärungsversuche: In den Asphaltlöchern von Rancho La Brea in Kalifornien etwa fand man ungewöhnliche Mengen von Vogel und Säugetierknochen aus dem Pleistozän, und zwar in einem Verhältnis zwischen pflanzen und fleischfressenden Arten, die zu Lebzeiten in keinem natürlichen Gleichgewicht leben konnten. Die Ursache dieser Diskrepanz sei allerdings leicht erklärlich: »Pflanzenfresser, die vielleicht nur auf der Suche nach Wasser waren oder auch nur zufällig an die Asphaltlöcher kamen, blieben dort ähnlich wie in einem Moor gefangen. Steckten sie erst einmal fest, so waren sie eine leichte Beute der Fleischfresser, die sich zum Festmahl versammelten und dann selbst in der Falle starben.« (Simpson, 20) Bei der ersten systematischen Ausgrabung traf man auf ein Knochenlager, das durchschnittlich 20 Säbelzahniger und Wolfsschädel pro Kubikmeter aufwies. Man fand auch die Knochen von Büffeln, Pferden, Kamelen, Faultieren, Mammuts, Mastodons und verschiedenen Vögeln. Die Theorie des sequentiellen Einsinkens der Tiere im Asphalt, von Simpson noch 1984 in seinem Buch über Fossilien als abschließende Erklärung präsentiert, war angesichts der Fundlage von Anfang an unhaltbar: »Da die Mehrheit der Tiere in den Rancho La Brea-Gruben im Teer gefangen wurde, ist anzunehmen, daß in der Mehrzahl der Fälle der Hauptteil des Skelettes erhalten blieb. Im Gegensatz zu den Erwartungen kommen gegliederte Skelette in der Regel kaum vor.« Zwar seien die 42 Knochen im Asphalt großartig erhalten, doch sie sind »zersplittert, zermalmt, verzerrt und zu einer höchst heterogenen Masse vermengt, so wie sie nicht aus zufälligem Einfangen und Begraben einiger weniger Umherstreicher hätte resultieren können«. (Merriam 1911, 212; nach Velikovsky 1980, 84)

Die La Brea-Grube ist bei weitem kein Einzelfall. An vielen Orten in der Welt stößt man auf derartige Massengräber, in der Tiere aus verschiedenen Klimazonen, als Jäger und Gejagte manchmal zu Zehntausenden untereinander vermengt und zuweilen bis zur Unkenntlichkeit zermalmt vorliegen.

Das Beispiel der Asphaltlöcher in Kalifornien zeigt, daß zwei verschiedene Wissenschaftler zu völlig unterschiedlichen Ansichten über ein und dieselben Dinge gelangen können. Das Erstaunliche beim vorliegenden Fall ist, daß nicht über etwas gestritten wird, was man weder

sehen noch anfassen kann, so wie bei der Frage, ob es noch einen zehnten Planeten im Sonnensystem gibt auf den tatsächlich einige, aber eben sehr schwache Indizien hinweisen, es geht um ganz handfeste und sichtbare Indizien. Offenbar ist es eine Frage der Einstellung, gemäß einem alten Geologenspruch: »I wouldn't have seen it if I hadn't believed it« (nach Kerr 1983, 36).

Derek V. Ager hat für die Stratigraphie ebenfalls zwei unterschiedliche Aspekte aufgezählt, unter der die Schichtenfolge interpretiert werden kann: Entweder haben sich die Schichten irgendwie gebildet, oder sie haben sich im Laufe der Zeit akkumuliert. Das klingt im ersten Moment wie eine Tautologie, aber Ager meint nur, daß die Schichtenbildung entweder eine Art Uhr darstellt, bei der man jeden Millimeter einem Jahrtausend gleichsetzen darf (grob gesprochen), oder die entstandene Schicht ist ein Gongschlag, nach dem wieder eine Stunde vergeht, in der nichts passiert hinsichtlich der Schichtenbildung: »Mir stellt sich die Gesteinsüberlieferung in ihrer Akkumulation derart episodisch und, in dem was sie bietet, so unkomplett dar, daß es weltweit Zeiträume gegeben haben muß, während denen keine Sedimente entstanden sein können.« Es seien nicht Leitfossilien, die die Stratigraphie bestimmen, sondern Katastrophen. Am Beispiel von genau untersuchten Sedimenten bei Ferques in Frankreich aus dem späten Devon versucht Ager seine Ansicht zu verdeutlichen: »Jede Lage ist in sich leidlich stimmig, sowohl unter gesteinskundlichem Aspekt als auch im Hinblick auf die vorgefundenen Fossilien, und ich vermute, daß jede von ihnen eine Kombination von ökologischen und geophysikalischen Faktoren repräsentiert, die, für eine sehr kurze Zeit, sowohl die Akkumulation als auch die Erhaltung von Sedimenten und Organismen erlaubte. Jede Lage, aber auch jede Ansammlung dort repräsentiert letztlich eine kleine Katastrophe, die zu ihrer Erhaltung führte, und sie sind voneinander durch weitere Katastrophen getrennt, über die wir allerdings nichts wissen. (...) Mit anderen Worten, wir haben es ganz offensichtlich mit einer ganzen Serie kleiner Katastrophen zu tun, gefolgt von einer größeren, dann von einer noch größeren und schließlich von einer ganz großen Katastrophe.« (Ager 1984, 92 ff.)

Vielleicht ist es kein Zufall, daß die Altertumswissenschaft mit der Ausgrabung zweier unter katastrophischen Umständen konservierter Städte begann. (Perverserweise erläuterte Lyell seine Vorstellung von Aktualismus gerade an diesem Beispiel.) Die Aufmerksamkeit wurde durch die Massierung der Funde über die Schwelle der Gleichgültigkeit getrieben. Was man ausgrub, war gleichsam die Fotografie eines Moments, und mehr war auch nicht zu erwarten gewesen. Man fand über Pompeji und Herkulaneum keine Stadt mit einer graduell abweichenden Kultur oder etwas höheren Häusern.

Für die Stratigraphie der Prähistorie unterstellt Ager ebenfalls, daß eine Konservierung von Lebewesen unsere einzigen Indizien für die Geschichte des Lebens auf der Erde ebenfalls nur episodisch, und das heißt unter episodischen katastrophischen Bedingungen, stattfindet. Diese Hypothese wäre ohne Konsequenzen, wenn die zeitlich aufeinanderfolgenden schlaglichtartigen Fotografien das zeigen würden, was seit Darwin das Credo der Evolutionstheorie ist: die graduelle Variation der Lebewesen von der Urzelle zu dem heutigen ökologischen System. Auch in einem flackernden Licht lassen sich kontinuierliche Bewegungen erahnen, erfassen und letztlich rekonstruieren. Aber: »Die Biostratigraphen wissen nur zu genau, daß sich Arten innerhalb ihres stratigraphischen Ranges im allgemeinen nicht ändern.« (Gould 1984a, 27) Diese Konstanz ist das eigentliche Ärgernis des Darwinismus. Mit den Katastrophen könnte er sogar recht gut leben, denn die Annahme einer vorwiegend unter katastrophischen Bedingungen zustande kommenden Fossilisation würde mit einem Schlage die Lückenhaftigkeit der Fossilurkunden erklären. Katastrophen sind selten, also ist die Fundlage auch bruchstückhaft.

Die morphologische Stabilität der abfolgenden Fossilien einer Art, die »Saltationen« und »explosiven Radiationen« (vgl. die Stichwörter im »kleinen Abc«) sowie die häufig unter katastrophischen Bedingungen stattfindende Fossilisation verweisen auf etwas ganz anderes als die natürliche Zuchtwahl gradueller Variationen: eine durch Katastrophen getriggerte springhafte Evolution des gesamten Ökosystems.

Dieser Satz enthält drei Komplexe, die im folgenden und nacheinander untersucht werden sollen: 1. was die Schichten uns zeigen, 2. wie katastrophisch die Erdgeschichte eigentlich ist und 3. was auf molekularer Ebene vor sich geht, die Verbindung zwischen Vererbungsmechanismus und Evolution.

4. DIE EPOCHEN DER NATUR - VOM GÖTTLICHEN TRANCHIERMESSER ZUM HUSTENDEN SCHMETTERLING

Die Gewißheit der vordarwinschen Ära: Gott trennte die Geschichte durch Katastrophen in Epochen • Die Bescheidenheit der modernen Wissenschaft: Wenn in China ein Schmetterling hustet, gibt es in Mitteleuropa einen Sturm • Cuviers Katastrophismus: die Einsicht, daß die gegenwärtig beobachtbaren Umweltbedingungen die ausgegrabenen Funde nicht erklären können • Moderner Katastrophismus: ein »Schlag ins Gesicht der Erdgeschichte«

Eingangs des Buches habe ich behauptet, daß Darwins wesentliche Leistung darin bestand, die Frage nach zureichenden, ausschließlich innerweltlichen Ursachen für die Evolution der Lebewesen zu legitimieren. Nicht seine Antwort auf diese Frage ist für uns von Bedeutung, sondern daß es selbstverständlich geworden ist, diese Frage diskutieren zu können, ohne als Häretiker abgestempelt zu werden (was manchen sicherlich Lust bereiten würde). Darwin konnte sein Buch über die »Entstehung der Arten« allerdings nicht ohne ein plumpes Versprechen beschließen: daß die von ihm erkannte innerweltliche Ursache der Evolution die »natürliche Zuchtwahl« für eine stetige Vervollkommnung der Lebewesen sorgen wird. Diese Bemerkung über den »unabweislichen Fortschritt« verrät etwas über die Krisis, die der Übergang von außer zu innerweltlicher Kausalität ausgelöst hat.

Die vordarwinschen Autoren über die Naturgeschichte haben etwas gemein, was den nachdarwinschen Autoren in zunehmendem Maße abhanden gekommen ist: Sie ließen sich von der Natur faszinieren. Alle wissenschaftlichen Traktate und Hymnen mündeten aber immer wieder in der Feststellung, daß nur ein übernatürliches Wesen diese wunderbare Ordnung habe erschaffen können. Und machen wir uns nichts vor: Diese Ordnung, selbst wenn wir für sie nur noch nach innerweltlichen Ursachen suchen, bleibt »wunderbar«. Darwin hat in diesem Zusammenhang die Frage gestellt, ob die Bibelanhänger denn tatsächlich glaubten, »daß in unzähligen Perioden der Geschichte unserer Erde gewisse elementare Atome gleichsam kommandiert worden seien, sich plötzlich zu lebenden Geweben zusammenschließen« (1981, 673). Die so angesprochenen Fundamentalisten mußten auf diese Frage mit »ja« antworten, denn sie konnten bei bestem Willen in den Eingeweiden der Erde keine stetige Abfolge der Geschlechterketten sehen, die einen nur anfänglichen göttlichen Impuls für die weitere Entwicklung und damit auch den Verzicht auf weitere Eingriffe gezeigt hätte. Sie mußten schon deswegen »ja« sagen, weil die gegenwärtige Gestalt der Erde nicht zufällig sein durfte, denn sie war für die so spät in die Geschichte getretenen Menschen eingerichtet worden. Die in der Erde gesichteten Epochen konnten also gar nicht von ihnen zusammenhanglos interpretiert werden, denn sie zielten auf die allmähliche Vorbereitung einer für den Menschen zuträglichen Ökosphäre ab. Darwin selber wäre wahrscheinlich gottlos und fortschrittsfeindlich zugleich geworden, wenn er die gut begründete Epochenvorstellung beibehalten hätte, aber den teleologischen Zusammenhang der vergangenen Epochen mit der gegenwärtigen Epoche schlicht in Abrede gestellt hätte. Das hat er natürlich nicht getan, sondern mit Hilfe des Vehikels gradueller Veränderungen die Gegenwart und damit auch die einer Vervollkommnung zustrebende Zukunft an die beliebig weit zurückliegende Vergangenheit angebunden.

Wer Darwins »Entstehung der Arten« kennt, dem muß Cuviers »Umwälzungen der Erdrinde« als eine Replik erscheinen, denn Cuvier diskutierte alle Hypothesen, mit denen Darwin arbeitete und verwarf sie aus guten Gründen. Allein, es wäre nur umgekehrt möglich gewesen,

denn Cuvier hat sein Buch immerhin gut fünfunddreißig Jahre früher verfaßt. Die etwas ausführlichere Beschäftigung mit dieser Arbeit Cuviers, selber nur ein Kapitel aus seinem größeren Werk »Ossemens Fossiles« von 1825, zeigt sehr deutlich, daß Darwin nicht neu »fand«, sondern neu »interpretierte«, und das auf radikalste Weise.

Cuvier war zu seiner Zeit der unumstrittene König der Naturgeschichtsschreibung. Sein voller Name lautete Baron Georges Leopold Chretien Frederick Dagobert Cuvier (1769/1832). Er wurde in Württemberg geboren, studierte an der Karolinen-Universität nahe Stuttgart Geologie und war die meiste Zeit seiner Berufstätigkeit der leitende Anatom des Musée National d'Histoire Naturelle in Paris. Zwar beschränkten sich seine Ausgrabungstätigkeiten fast ausschließlich auf die Umgebung von Paris, doch sammelte er in Kontakt mit Berufskollegen, aber auch Bauingenieuren das Anschauungsmaterial für seine Theorie der globalen Umwälzungen der Erdrinde.

Wenn wir heute sagen, daß er den »Katastrophismus« lehrte oder daß er ein Exponent der katastrophischen Schule war, so verkennen wir, daß es um den Katastrophismus gar keinen Streit gab. Dieser war ein evidenter, empirisch belegter Bestandteil der gottesgläubigen Wissenschaft, der »Physikotheologie«, zu deren Fundamentaldogmen die Konstanz der Arten und die Gültigkeit des christlichen Schöpfungsmythos gehörte. Aber beschäftigen wir uns erst einmal mit Cuviers Ausführungen über die Unabweisbarkeit des Katastrophismus, mit seinen Argumenten gegen den Aktualismus und gegen jedwede Artenveränderung aller Positionen, die mit Darwin dann ins genaue Gegenteil verkehrt wurden.

Cuvier diskutierte in seinem Buch die Agentien für die erdgeschichtlich nachweisbaren gewaltsamen Veränderungen. Es ließen sich, so Cuvier, keine aktuellen physischen Ursachen nachweisen, die die vorgefundenen Zerstörungen in der Erdrinde bewirken könnten. So stünden etwa die astronomischen Veränderungen »in gar keinem Verhältnis zu denjenigen Wirkungen, deren Umfang wir in dem Vorhergehenden nachgewiesen haben. Jedenfalls könnte auch ihre ganz außerordentliche Langsamkeit keine Catastrophen erklären, die, wie wir gezeigt haben, ganz plötzlich eingetreten sein müssen« (Cuvier 1830, 57). Offenbar ist bei diesen Funden etwa in Eis konservierte Tiere südlicher Breitengrade der »Faden der Wirksamkeit abgerissen, der Gang der Natur verändert und keines der Agentien, deren sie sich heutzutage bedient, würde zugereicht haben, ihre alten Wirkungen hervorzubringen« (a.a.O., 25).

Cuvier scheint dabei die Argumentation des »Aktualismus« bekannt gewesen zu sein, deren Entstehungszeitpunkt im allgemeinen erst mit Lyells »Principles of Geology« (erschienen 1830 bis 1833) angenommen wird. Lyells Aktualismus entsprang auch keineswegs seinem Aufzeigen grundsätzlich neuer Tatbestände, sondern dem Wunsch nach Neuinterpretation der geologischen Fakten über die Naturgeschichte. Auch Lyell ein »unversöhnlicher Gegner der Vertreter der Katastrophentheorie« (Mayr 1978, 149) anerkannte grundsätzlich, daß die Unterbrechungen in der Kontinuität der versteinierungsführenden Formationen »so gewöhnlich (sind), daß sie weit eher für die Regel als für die Ausnahme angesehen werden können« (Lyell 1841, 338 E). Und dennoch: »Glaubt er (der angehende Geologe) fest an die Ähnlichkeit oder Gleichheit des alten und des jetzigen Systems der irdischen Veränderungen, so wird er jede über die Ursache der täglichen Wirksamkeit gesammelte Thatsache als einen Schlüssel zur Erläuterung irgend eines Geheimnisses der Vergangenheit ansehen.« (398) Lyell hat, was er in den Steinen nicht beweisen konnte, mit Rhetorik ausgeglichen (Gould 1984a, 14).

Darwin und Lyell lehrten die Geologen eine »neue Methode«, die Erdkruste zu deuten. Diese hätten zu begreifen, so Archibald Geikie, »daß das, was sie für recht zusammenhängende und vollständige Urkunden gehalten hatten, voller Lücken war, auch wenn diese nicht durch sichtbare stratigraphische Unterbrechungen entdeckt werden konnten« (Geikie 1924, 71).

Gradualismus war in den Gesteinen nicht zu sehen, er war eine extraordinäre Extrapolation eines unbestreitbaren, übrigens auch von Cuvier nicht bestrittenen Teilaspekts der Dynamik in der Natur, nämlich die kumulativen Folgen des Klimas, der Erosion, oder der allmählichen Aufwerfung innerhalb der Erdkruste und dergleichen mehr. Richard H. Benson schreibt über Cuviers Einstellung zum Aktualismus: »Es war nicht Unkenntnis über die Macht allgegenwärtiger geologischer Prozesse (...), die Cuvier zur Ablehnung des Huttonschen Uniformitarismus veranlaßten. Er lehnte den umfassenden Aspekt der einfachen geomorphen Kräfte ab, weil er sie für völlig unzureichend hielt, die strukturellen Verwerfungen erklären zu können, die er beobachtet hatte.« (Benson 1984, 42) Cuvier sah die geologischen Formationen eben ganz »unmittelbar«. So betonte auch N.D. Newell, daß das entscheidende Element in Cuviers Katastrophismus keineswegs der abrupte Wechsel gewesen sei, sondern die Einsicht, daß die beobachtbaren Umweltbedingungen unzureichend waren, um die Erdgeschichte zu erklären (Newell 1967,65).

Die Umwälzungen der Erdrinde seien, so Cuvier, durch Katastrophen bewirkt worden, und »dieses ist vorzüglich von der letzten dieser Catastrophen leicht zu beweisen«. So fände man in den Nordländern die Leichen ganzer Vierfüßer, »welche vom Eise eingehüllt sich bis auf unsere Tage mit Haut und Haaren und unversehrtem Fleische erhalten haben«. Cuvier dachte dem Stand der Dinge entsprechend auch logischerweise an Katastrophen, die diese Tiere in kürzester Frist in eine Permafrostzone »verlagerten«, so daß Verwesungsprozesse gar nicht erst einsetzen konnten. Tatsächlich hatte man Mammuts mit unverdauten Pflanzenresten aus warmen Regionen im Magen ausgegraben, deren Fleisch an die Schlittenhunde verfütterbar war.

Cuvier stützte sich voller Vehemenz auf Funde, denen Darwin später mit einiger Skepsis bezüglich der eigenen Theorie begegnen mußte. Lesen wir aber noch, was Cuvier über die Chancen der Artveränderung schrieb: »Warum, wird man mir einwenden, sollten die vorhandenen Racen nicht Abänderungen von jenen alten Racen sein, welche man im fossilen Zustand findet: Abänderungen, welche durch örtliche Umstände und veränderliches Klima veranlaßt und durch die lange Folge der Jahre bis zu dieser äußersten Abweichung gelangt sein könnten? (...) Dieser Einwurf muß besonders denen wichtig scheinen, welche an unbegrenzte Möglichkeiten der Wandlung der Gestaltung organischer Körper glauben und der Meinung sind, daß durch Jahrhunderte und Gewöhnungen alle Arten sich ineinander verwandeln oder einer einzigen abstammen könnten.«

»Aber«, so fuhr Cuvier fort, »man kann ihm, in seinen eigenen Vorstellungs Systemen, antworten, daß, wenn die Arten sich nach und nach geändert hätten, man Spuren von diesen stufenweisen Umwandlungen finden müßte, daß man zwischen dem Paläotherium⁴⁸ und den heutigen Arten einige Mittelformen entdecken müßte, wovon sich aber bis jetzt nicht ein einziges Beispiel gezeigt hätte. Warum haben die Eingeweide der Erde uns nicht die Denkmäler einer so merkwürdigen Genealogie aufbewahrt? Gewiß nicht darum, weil die Arten der früheren Zeiten ebenso beständig als die unserigen waren, oder wenigstens, weil die Umwälzungen, welche sie zerstört hat, ihnen nicht die Zeit ließ, sich ihren Abänderungen zu überlassen.«

Niemand würde Cuvier die Stichhaltigkeit seiner Argumente bestreiten. Doch immerhin wuchs nach Cuvier der Informationsbestand noch einmal so stark an, daß d'Orbigny, Katastrophist wie Cuvier, die Funde auf eine zeitliche Schiene schieben mußte, die durch 27 Katastrophen markiert war immerhin 26 mehr, als die Heilige Schrift kannte. Hier wird langsam das Handikap des bibelgläubigen Katastrophismus deutlich. Eine Katastrophe wurde »wörtlich« genommen, sie war stets brutal wie die »Sintflut« und wurde veranlaßt, um ganz gezielt

in den irdischen Zoo einzugreifen: Arten vollständig auszurotten, indem auch noch das letzte Exemplar in einer noch so tief gelegenen Höhle von Gottes Hand erreicht und getötet wurde. Katastrophen waren eben nicht »blind«. Mit diesem Eingriff war das irdische Ökosystem destabilisiert, denn ohne diese ausgerotteten Arten konnte der Rest auf sich allein gestellt nicht überleben. Gott schuf also neue Arten und variierte die Bestehenden womöglich noch etwas, um alles wieder zueinander passend zu machen.

Während die Zeugen der Erdgeschichte hinsichtlich der erlittenen Einwirkungen einigermaßen angemessen interpretiert wurden, waren die Vorstellungen über die »letzte Ursache« und die mit ihr verbundenen Absichten unhaltbar. Darwin warf den Schöpfer aus dem irdischen Garten hinaus, aber mochte auf das teleologische Beiwerk nicht verzichten. Die Natur schafft den Fortschritt zum Besseren auch ganz von allein.

Darwin sagte allerdings nicht, daß der Ordnung ein Sinn mitgegeben worden sei, und nur damit hat er die eigentliche »Moderne« in der Naturgeschichte eingeleitet. Moderne »Systemtheorie« bedeutet: Wir kennen im Bestfall die Parameter, die »Ordnung« variieren, wir können auch Ordnungen im Kleinen gezielt schaffen. Wir wissen auch, daß der Grad der Komplexität einer Ordnung die Möglichkeit reduziert, die Gestalt der Ordnung beliebig von ihrem Referenzzustand aus zu variieren oder zu »dehnen«. Das bedeutet, daß wir Übergänge von einer Ordnung zur nächsten nicht generell auf großangelegte artifizielle Manöver zurückführen können, sondern damit rechnen müssen, daß die Ursache auch ein an sich unwesentlicher Vorgang gewesen ist.

Solche Einsicht wäre für die vordarwinsche Naturgeschichte zu einer Bankrotterklärung geraten. Die Abfolge der Epochen war zielgerecht, nämlich auf die Vorbereitung einer für den Menschen zuträglichen Erdgestalt hin angelegt. Moderne Systemtheorie wäre eine Katastrophe gewesen. Womit wir bei einem entscheidenden Stichwort angelangt sind. Für die vordarwinsche Naturgeschichte waren Katastrophen Marginalien in der Abfolge göttlicher Eingriffe zur wohlgefälligen Gestaltung der Erde, für die nachdarwinsche Naturgeschichte sind Katastrophen hingegen ein »Schlag ins Gesicht«, eine Katastrophe also, denn sie unterminieren die Bemühung, »die irdischhistorischen Voraussetzungen für den Eintritt eines erdgeschichtlichen Ereignisses, für das Eigenbild eines Stückes Erdgeschichte aufzuzeigen«. (Hölder 1962, 358) Katastrophen stören einfach bei dem Versuch, Natur oder nur Erdgeschichte am Schopfe zu packen und langsam und stetig aus dem Sumpf des EinzellerUrOzeans herauszuziehen, wie den Einkristall aus der Vakuumschmelze. Die fundmäßige Rekonstruktion aller zugehörigen graduellen Variationen zwischen UrSystem und heutigem Zustand würde ja die Frage nach der Ursache der Variationen überflüssig machen; nichts ist gegen ein »Hinterfragen« immuner als die Abfolge fast ununterscheidbarer Konfigurationen. Die Erzeugung einer leichten Variation ist eine Frage des Justierens einer Mikrometerschraube. Da wird man unter den unzählig zur Verfügung stehenden schon die richtige finden oder kann das dem Zufall überlassen, solange es eine Instanz wie die »natürliche Zuchtwahl« gibt, die alle »falschen« Variationen ausradiert.

Katastrophen wachsen sich zu Katastrophen aus, weil sie die unhinterfragbare graduelle Variation entscheidend stören. Für die Theorie, daß wir die Erdgeschichte als die Abfolge von stationären Epochen betrachten können, wird die Katastrophe zu einem Sammelbegriff für den letzten Auslöser des Überschreitens eines kritischen Parameters. Der kann in der Sauerstoffkonzentration der Atmosphäre bestehen, der ab einem bestimmten Wert den Stoffwechsel bestimmter Arten unmöglich macht, oder in dem Absorptionsvermögen der Atmosphäre bezüglich einer bestimmten Wellenlänge des Sonnenlichtes, die für die pflanzliche Photosynthese von Bedeutung ist, und dergleichen mehr. »Katastrophen« in diesem Sinne

sind nicht notwendig mit dem Zermalmen von Lebewesen durch niedergehende Meteoriten, der Überflutung ganzer Landstriche, dem Auseinanderklaffen der Erdoberfläche und der Freisetzung von flüssigem Erdinneren gleichzusetzen, obwohl das durchaus von großer Bedeutung für die Ökosphäre sein mag. Entscheidend ist aber nicht, daß der Komet, der gegen Ende der Kreide die Erde getroffen haben soll, etliches Getier unter sich begraben hat oder durch die Erderschütte 50rung die Höhlen vieler Tiere zugeschüttet hat. Von globaler Bedeutung wird viel eher gewesen sein, daß etwa der Staubgehalt in der Atmosphäre einen kritischen Wert überschritten hat, so daß zu vielen Pflanzen die Lebensgrundlage entzogen worden ist, oder daß eine für die Gesamtproduktion ganz entscheidende Art durch einen eher lächerlichen Begleitumstand dieses Ereignisses mit globalen Auswirkungen ausgerottet worden ist.

Darwins Gradualismus und sein AntiKatastrophismus waren auf Dauer ein unzureichender Ersatz für die heilsplangemäße göttliche Gestaltung der Erdgeschichte gewesen. Darwin wollte auch den Gesamtverlauf kausal erklären und ebenfalls ein für die Menschheit wenigstens zufriedenstellendes Ziel der Evolution sicherzustellen. Doch weder »Finalität« noch »Kausalität« sind, was die Historie betrifft, zulässige Kategorien. Wir müssen uns mit weniger zufrieden geben. Schauen wir, was die Fossilien uns ohne »Dichtung und Wahrheit« zu sagen haben.

5. DAS SYSTEM DER NATUR - VON DER »GREAT CHAIN OF BEING« ZUM REGELKREIS

Darwins Geständnis: Er müsse an die Lückenhaftigkeit der Fossilurkunden glauben, da andernfalls seine Theorie ins Wanken geraten würde • Darwin als Hermeneut: Die Natur ist ein für den Menschen geschriebenes Buch • Darwins Perpetuum mobile: die unaufhaltsame Produktion von fossil gaps« und »missing links« • Leibniz' Trick: Die fehlenden Zwischenglieder befinden sich auf dem Mars • Ein flugunfähiger Archäopteryx: das Trauma der Darwinisten • Das Drama der Evolution: Die Arten erscheinen in den Schichten so schlagartig wie »der Teufel in der Pantomime«

Obwohl die Anzahl der durch Katastrophen getrennten Epochen immer mehr zunahm und man immer mehr Zwischenstufen zwischen bisher bekannten Arten fand, sah sich Darwin genötigt, eine peinliche Frage an die eigene Theorie zu stellen: »Warum wimmelt also nicht jede geologische Formation und jede Schicht von Zwischengliedern?« (Darwin 1981, 429) Die Geologie zeige uns ja keineswegs eine ununterbrochene Kette organischer Wesen, und dieses sei vielleicht »der ernsthafteste Einwand, der gegen meine Theorie erhoben werden kann«.

Darwin sah einen Ausweg aus diesem Dilemma in der Annahme, daß die geologischen Urkunden »lückenhaft« seien. Zumindest war das eine klare Aussage. Seine Theorie sollte so in vorsichtiger Andeutung zum Ende des Buches über die Entwicklung der Arten dereinst auch einmal Licht auf die Entwicklung des Menschen werfen. Doch gerade auf diesem Gebiet ist die Grundlage besonders prekär. Ein Wissenschaftler verglich jüngst den Versuch, die Entwicklungsgeschichte des Menschen anhand von Fossilienfunden zu schreiben, mit dem Versuch, »die Handlung von >Krieg und Frieden< zu rekonstruieren, wenn man zwölf einzeln herausgerissene Seiten des Buches in der Hand hält«. Der Journalist John Reader fand keine sehr schmeichelhaften Worte für die »Poeten«, die sich an diese Rekonstruktion wagten: »Vorgefaßte Meinungen haben in der Erforschung der fossilen Menschen immer eine große Rolle gespielt. Tatsächlich entwickelte sich die Wissenschaft nicht aus der Notwendigkeit heraus, Erklärungen für Fossilien zu liefern, sondern weil man annahm, wenn es eine Evolution der Menschen gäbe, Fossilien die Verbindungsglieder zwischen alten und modernen Formen liefern würden. Gesucht wurden also Beweise für eine Idee, eine Vorstellung.« (Reader 1982, 17) »Evolution« als gleichmäßiger, dem Ausziehen einer Pergamentrolle vergleichbarer Vorgang, bei dem »Wort« für »Wort« und »Kapitel« für »Kapitel« verständlich und lesbar zum Vorschein kommen, das ist die grundlegende Idee Darwins gewesen, der die geologischen Urkunden als Bruchstücke eines eigentlich vollständigen Drehbuchs der Erdgeschichte interpretierte. Daß damit unterstellt wird, das »Buch der Natur« sei für die Menschen geschrieben worden, ist Darwin offensichtlich entgangen.

Darwin sah in dem Vorgang der Evolution die endlose Abfolge leicht veränderter Organismen, die im Kampf um den Geschlechtspartner bzw. um das Überleben jeweils Vorteile besitzen haben mußten. Weil nicht alle geborenen Lebewesen innerhalb einer Art durchzubringen sind denn die Ressourcen des Lebensraumes sind beschränkt und die natürlichen Feinde zahlreich, überlebten nur die Bestangepaßten und konnten damit ihre vorteilhaften Eigenschaften vererben. Natürliche Zuchtwahl wird erst durch den Selektionsdruck aktiv, wenn also zu viele Exemplare einer Art geboren werden. Das Spielmaterial für die natürliche Zuchtwahl ist ein Produkt des Zufalls, deshalb kann es auch keine sprunghaften Veränderungen geben: »Natura non facit saltum«. Darwin war sich allerdings eines Problems nicht bewußt

(oder es war ihm noch nicht bekannt), das den zweischneidigen Charakter des Selektionsdruckes verdeutlicht. Einerseits selektiert die »natürliche Zuchtwahl« besser angepasste Varietäten aus dem »Überangebot« einer Art und sichert damit ihre Weiterexistenz. Andererseits bewirkt diese Selektion den Verlust von Merkmalen und Genkombinationen das läßt sich jedenfalls in künstlichen Zuchtexperimenten beobachten, so daß eine zukünftige Umstellung an neue Anforderungen der Umwelt erschwert wird. Es ergibt sich, so der holländische Zoologe J.J. Duyvene de Wit, »daß natürliche Selektion die Anpassung an veränderte Umgebungen fördert, daß sie jedoch keinen konstruktiven Beitrag im Sinne einer fortschreitenden Transformation liefert. (...) Anstelle einer genetischen Bereicherung bewirkt die natürliche Selektion einen Verlust genetischen Materials« (De Wit 1964, 163).

Darwins »fossil gaps« und »missing links«, die Lücken in der Aufeinanderfolge fossiler Varietäten als die vermuteten fehlenden Zwischenglieder, sind interpretatorische Produkte seines theoretischen Modells. Es sind die vielen fehlenden »Worte« in einem vermeintlich sinnbegabten Text, als den Darwin Naturgeschichte betrachtete. Das Problem, die fehlenden Glieder einer postulierten Kette finden zu müssen war allerdings so neu nicht. Innerhalb der prädarwinistischen Wissenschaft hatte es viele Vertreter der Auffassung gegeben, daß Gott bei der Schaffung der Welt »nichts« ausgelassen, sondern eine vollständige »Kette der Wesen« geschaffen habe, die alle Abstufungen zwischen den niedersten Tieren und den Engeln berücksichtige. Doch die »einfache Tatsache des Vorkommens von Lücken in der bekannten Rangfolge der Organismen (hatte) den Anhängern der >Vollheit< und der Kontinuität der Schöpfung seit langem Kopfzerbrechen bereitet. Ein Ausweg aus dieser Verlegenheit, zu dem selbst ein so großer Denker wie Leibniz zuweilen Zuflucht nahm, bestand (...) darin, daß man kontinuierlich aufeinanderfolgende Glieder der Stufenleiter auf räumlich voneinander entfernte Planeten oder Sonnensysteme versetzte: Um die bei uns fehlenden Glieder zu finden, mußte man also vielleicht zum Mars oder zu den Pleiaden fliegen« (Lovejoy 1985, 307 f.).

Während Maupertuis neben vielen anderen Autoren 1752 die Theorie vertrat, daß der Einschlag eines Kometen den Artenzoo dezimiert hätte, begann sich mit den zunehmenden Ausgrabungserfahrungen die Einsicht durchzusetzen, daß die Erdgeschichte durch eine Vielzahl von statischen Epochen durchsetzt sei. Niemand kam dabei aber ernsthaft auf die Idee, in der Vielfalt der vorgefundenen ausgestorbenen Arten einen Mangel an fossilen Zwischengliedern zu entdecken, die eine langsam abgestufte Verbindung zwischen den Epochen wiedergespiegelt hätten. Im Gegenteil. Die mit dem Beginn des 19. Jahrhunderts aufkommende Methode der Leitfossilendatierung setzte gerade auf eine deutliche Unterscheidbarkeit der Arten, um auf diese Weise die vorliegenden Schichten zeitlich auflösen und vor allem Korrelationen zwischen geographisch auseinanderliegenden Schichten feststellen zu können.

Nun schrieb Darwin. »Die Zahl der Binde und Übergangsglieder zwischen allen lebenden und ausgestorbenen Arten muß daher unermesslich groß gewesen sein, und wenn meine Theorie richtig ist, so hat es dergleichen auf Erden gegeben.« (Darwin 1981, 431) Damit lud er sich und den nachfolgenden Forschergenerationen etliche Schwierigkeiten auf, von denen wir zwei näher beleuchten wollen.

Das größte Handikap für eine erfolgreiche Verifizierung seiner Theorie bestand zweifellos in einer Erfüllung der von ihm selbst formulierten Forderung, sämtliche Übergangsformen zwischen Stammart und rezenter Art in den Formationen zu finden. Man bedenke: Es genügte der Fund jeweils eines Exemplares der Varietät! Gordon B. Taylor betonte, die größte Schwäche des Darwinismus liege darin, daß die Paläontologen keine überzeugenden Phylogenieen oder Sequenzen von Organismen finden konnten, die die großen evolutiven Umwand-

lungen demonstrierten: »Selbstverständlich sind viele Formen nicht fossilisiert oder später, als Fossilien, zerstört worden, aber hätten nicht wenigstens ein oder zwei Exemplare erhalten bleiben müssen?« Das Pferd sei oft als ein vollkommenes Beispiel zitiert worden. Tatsächlich aber sei die Linie, die vom »Eohippus« zum »Equus« führe, sehr unregelmäßig. Angeblich zeige sie eine stetige Größenzunahme, doch in Wirklichkeit wären einige Varianten kleiner, nicht größer als »Eohippus«. Zudem gebe es keine Beweise dafür, daß die verschiedenen Vertreter auch wirklich zeitlich in dieser Reihenfolge aufgetreten seien. »Die Phylogenie«, so Professor Hanson, »ist immer noch die größte unbeeendete Aufgabe der Biologie.« (Taylor 1983, 306)

Eine weitere Schwierigkeit machte sich durch den Zwang bemerkbar, jedes »plötzliche« Erscheinen von neuen Arten in fossilführenden Schichten als irrig deuten zu müssen, denn was jetzt nur noch fehle, seien eben die Zwischenglieder, die die neue Art mit den schon bekannten verbinde. Aber selbst das berühmte Beispiel des Archäopteryx als Übergangsform von Reptil zum Vogel steckt voller Komplikationen. Der Wert des Fossils für die Darwinisten liegt in der Verbindung von Merkmalen, die einerseits vogelartig sind, wie das voll ausgebildete Federkleid, andererseits reptilienartig erscheinen, wie der zahnbewehrte Kiefer und der lange nachschleifende Schwanz. Doch die Ausbildung der Fluganlagen ist von so vielen Komponenten abhängig, daß diese im einzelnen letztlich ohne Selektionsvorteil hervorgebrachten Eigenarten im Lichte der Darwinschen Theorie unverständlich bleiben: »Die Vögel stehen also im Jura auf einmal da, emikativ, ohne Vorfahren (...) Archäopteryx und Archäornis sind auf keinen Fall als in Entwicklung begriffene Vögel, Zwischenglieder, die die Vögel mit den Reptilien verbinden, zu betrachten, sondern sind wahre Vögel, betreffs aller wichtigen Vogelcharaktere ganz perfekt.« (Nilsson 1954, 535) Darwin wäre die jüngst erhobene Vermutung, daß Archäopteryx flugunfähig gewesen sein könnte (Spektrum der Wissenschaft 11/1983, 14 f.), unzumutbar erschienen, denn ohne Vorteil im Kampf ums Überleben würden keine Umwandlungen festgehalten.

Das Beispiel »Archäopteryx« steht für viele andere. Mit der Entstehung der Säugetiere gibt es dieselben Probleme, sie treten im Paläozän »schlagartig«, wie »der Teufel in der Pantomime« (Taylor 1983, 103) und offenbar ohne Vorläufer auf: »Der Entfaltungsgang der placentalen Säugetiere beispielsweise läßt erkennen, daß unmittelbar an der Basis des Stammes, im Paläozän, in einer kurzwährenden, labilen Entwicklungsperiode, nahezu sämtliche bekannten Ordnungen bereits herausgestaltet wurden.« (Schindewolf 1950, 61) Die meisten Säuger entstanden also, wie es scheint, innerhalb der bemerkenswert kurzen Zeitspanne von zwölf Millionen Jahren. Neue Ordnungen sind seitdem nicht mehr hinzugekommen. Die Wirklichkeit, so Joachim Illies, lasse sich nicht auf den Begriff des Stammbaumes bringen. »Die zu erwartenden und theoretisch vorausgesagten Zwischenformen (die Ahnenformen der heutigen Gruppen) ließen sich nicht finden, und ihr Fehlen konnte doch bei reichlichem Fossilmaterial nicht immer an der >Lückenhaftigkeit< liegen.« (1984, 107) Die Durchsetzung paläontologischer Fakten bringe als unvermeidlichen Bodensatz radikaler zoologischer Ehrlichkeit parallele Reihen, eine Serie von unabhängigen Stufenfolgen zur Abbildung (114).

»Für den evolutionären Biologen ist die Fossilüberlieferung gleichermaßen Last und Segen ein Segen, weil die stratigraphische Anordnung, in der die Fossilien vorgefunden werden, in vielfältiger Weise eine Änderung im Laufe der Zeit beweist, eine Last hingegen, weil die von den meisten Biologen erwarteten allmählichen Übergänge zwischen früheren und heutigen Formen vermißt werden.« (Schindel 1982, 282) In den 130 Jahren, die seit dem Erscheinen von Darwins Buch vergangen sind, hat sich in bezug auf die Schließung dieser »gaps« im »fossil record« so gut wie nichts getan. J. Heberer brachte es bereits 1960 also 100 Jahre nach dem Erscheinen des Buches von Darwin auf folgende Aussage: »Diese Lückenhaftig-

keit der paläontologischen Überlieferung besteht heute nur zu einem sehr geringen Teil nicht mehr in dem früheren Ausmaß.« (Heberer 1960, 384) Zu deutsch: An der Lückenhaftigkeit hat sich nichts geändert. Im Gegenteil, »Lücken« haben sich nicht als die Ausnahme erwiesen, sondern als die Regel. Egal, ob man das plötzliche Auftreten fast aller Wirbellosen Stämme zu Beginn des Kambriums, das Auftreten der ersten Wirbeltiere im Devon oder der Säuger im Paläozän betrachtet. Man kennt keine Vorläufer, obwohl zum Beispiel die präkambri-schen Schichten prädestiniert gewesen wären, Organismen zu fossilieren. Vor allem zeigt kein bekanntes Fossil nur teilweise entwickelte, sondern stets voll ausgebildete Organe und typische vollständige Baupläne (Kahle 1984, 116). »Seit Darwins Zeiten steht das Beweismaterial der Paläontologen (...) im Widerspruch zum Gradualismus. Dennoch wurde die Botschaft der Fossilienurkunden einfach übergangen ein merkwürdiger Tatbestand und ein beachtenswertes Kapitel in der Geschichte der Wissenschaft, das alle angeht, die sich mit der Fossilienforschung befassen.« (Stanley 1983, 121) Man kann sogar behaupten, daß die Paläontologie zeitweise in Verruf geraten ist, weil sie nicht in der Lage ist, Darwins Theorie mit Funden zu untermauern. Der Begriff der »Lücke« wirkt irreführend, denn er lastet die Schuld an der Kluft zwischen Theorie und Empirie den Erdeingeweideten an, als wollten diese nicht enthüllen, was der wahren Theorie zufolge irgendwann doch nicht länger zurückzuhalten sein wird.

Zwei Tendenzen lassen sich herausstellen, die mit der Darwinschen Theorie allein vom paläontologischen Standpunkt aus unvereinbar sind:

Die meisten Arten weisen eine morphologische Stabilität über ange Zeiträume trotz sich verändernder Randbedingungen 56auf. So reicht die Gattung der Elefanten etwa 4 Millionen Jahre in die Vergangenheit zurück. Die drei Gattungen des afrikanischen, des indischen Elefanten sowie des Mammuts tauchen »plötzlich fast gleichzeitig in den Fossilurkunden auf« (Stanley 1983, 119). Diese Gattungen erfuhren zwar eine gewisse stufenweise Evolution, dennoch behielten sie über rund eine halbe Million Generationen ihre Grundbaupläne bei.

Evolutionäre Entwicklung beschränkt sich auf Zeiträume von einigen tausend bis zehntausend Jahren (Stanley 1983, 132; Williamson 1981, 214 f.). »Wenn wir in der stratigraphischen Tabelle das Auftreten und Aussterben der einzelnen Pflanzengruppen ein tragen, so fällt uns auf, daß es Zeiten gab, in denen zahlreiche neue Formen entstanden, manche Familien sich geradezu explosiv entfalteten.« (Mägdefrau 1968, 489) »Wenn ein neuer Stamm, eine neue Klasse oder Ordnung erscheint, folgt danach eine schnelle, für geologische Zeiträume explosionsartige Ausdifferenzierung, so daß praktisch alle bekannten Ordnungen oder Familien plötzlich und ohne erkennbare Übergänge auftreten.« (Goldschmidt 1952,84) Die morphologische Stabilität der Funde und ihr plötzliches Auftauchen haben Anlaß zu Hypothesen gegeben, die sich von der Darwinschen Evolutionsvorstellung beträchtlich entfernt haben. Biologen wie Nils Eldredge, Stephen J. Gould und Steven Stanley haben

Darwins Theorie einer homogenen graduellen Artvariation durch eine Theorie lokaler, punktualistischer Evolution abgeändert. Artvarietäten setzten sich vor allem in isolierten Kleinpopulationen unter »quasiinzestuösen« Bedingungen durch und brächen dann abrupt in die angestammten Plätze der Vorfahren ein, womit diese dann zum Aussterben verurteilt seien. Damit wird zwar erklärlich, warum die Zwischenformen fehlen, denn bei kleinen Populationen sinkt die Fossilisationswahrscheinlichkeit ganz beträchtlich. Aber unverständlich bleibt, warum die »Abweichler« nun gerade die Nischen zurückerobern sollen, die von ihren deutlich verschiedenen »Vorfahren« besetzt sind. Die Differenz in Morphologie und logischerweise auch im Verhalten sollte die neue Varietät eigentlich zur Besetzung einer anderen Nische antreiben. Auch die quasiinzestuösen Fortpflanzungsbedingungen sind der Vitalität der variiere-

renden Population nicht unbedingt zuträglich. Ein bekanntes Beispiel für dieses Problem findet man im Geparden: Von dieser Tierart gibt es nur noch reinerbige Vertreter, d.h., das genetische Material ist innerhalb der Population identisch. Man geht davon aus, daß vor einigen tausend Jahren der Bestand dieser Art bis im Extremfall auf eine trüchtige Gepardin ausgerottet worden ist. Die Folge ist aber keine erhöhte morphologische Variabilität gewesen, sondern erweist sich mittlerweile als reduzierte Fortpflanzungsaktivität mit einhergehender Dezimierung des Bestandes (Spektrum der Wissenschaft 7/86).

Zusammenfassend zitieren wir hier WR. Thompson: »Was die zur Verfügung stehenden Fossilfunde zeigen, war folgendes: einmal das deutliche Fehlen der vielen Zwischenformen, die von der Theorie gefordert werden; weiterhin das Fehlen primitiver Formen, die in den Gesteinsformationen vorgekommen sein müßten, die als die ältesten gelten, und schließlich das plötzliche Auftreten der systematischen Hauptgruppen.« (Thompson 1963, 18) Das Fehlen von Übergangsformen schließlich sei »ein beinahe universelles Phänomen«, stellte der Paläontologe George Gaylord Simpson fest (George 1984, 96). Bereits zu Darwins Zeiten wäre die Annahme, diese Übergangsformen irgendwann doch noch ausgraben zu können, sehr gewagt gewesen. Darwin selber verwandte viel Mühe darauf, das Sporadische der Fossilurkunden mit seiner These der generellen Existenz aller Zwischenformen in Einklang zu bringen. Er beendete sein Kapitel »Über das Fehlen von Zwischenformen in allen Formationen« mit dem Geständnis, daß er an die Dürftigkeit der geologischen Urkunden nur glaube, weil andernfalls seine Theorie ins Wanken geraten würde (1981, 456). Gibt es ein ehrlicheres Eingeständnis dafür, daß der Wunsch der Vater einer Theorie gewesen ist?

6. DIE ORDNUNG DER NATUR - VOM SCHWANGEREN STAMMBAUM ZUM FLIESSGLEICHGEWICHT

Die Biophotonen: Steuern sie den chemischen und energetischen Haushalt der Zellen? • Die Zelle: Wie kann eine »chemische Fabrik« überhaupt mutieren? • Der Organismus: Ist er ein multidimensionales Schattenspiel der Gene? • Die geröntgte Drosophila oder: auf der endlosen Suche nach den nichtletalen Mutationen • Die DNS als Quelle von Laserlicht oder: Was koordiniert eigentlich das Zellwachstum?

Die Entwicklungen der Paläontologie und der Molekularbiologie haben einen gemeinsamen Konvergenzpunkt, in dem eine wesentliche Frage steht: Wie entwickelt sich »Leben«? Gewöhnlich wird an die Molekularbiologie die Frage nicht nach der Entwicklung, sondern nach der Entstehung des Lebens gestellt, denn »Entwicklung« scheint via Mutation grundsätzlich geklärt zu sein. Aber dem ist überhaupt nicht so.

Ein Lebewesen besteht aus einer Unmenge gemeinsam organisierter Zellen, eine Zelle wiederum ist aus vielen Millionen Molekülen aufgebaut, die funktionell zueinander koordiniert sind. Es gibt Stoffwechselkreisläufe und Regulationsmechanismen innerhalb der Zelle, »die durchaus mit dem koordinierten Arbeitsablauf in einer chemischen Fabrik vergleichbar (sind)« (Küppers 1986, 36). Diese »Kleinfabriken« sind gewissermaßen als selbständige (aber nicht als unabhängige) Wirtschaftssubjekte innerhalb der gesamten Volkswirtschaft »Leben« zu betrachten. Ihr Stoff und Energieaustausch läßt sich einzeln bilanzieren, zusätzlich bilden Zellverbände Strukturen, etwa einzelne Körperorgane, deren Stoffwechsel ebenfalls sinnvoll bilanzierbar ist. Jede Zelle speichert die für die Entstehung und Reproduktion des Gesamtsystems »Lebewesen« nötige Information in ihrem Zellkern.

Jede Zelltätigkeit Teilung, Reproduktion und Stoffwechsel läßt sich als Produktionsvorgang beschreiben, bei dem zwar letztlich stets chemische Reaktionen stattfinden, die aber zeitlich koordiniert auftreten und deren Zwischenprodukte an späteren Reaktionsschritten wieder beteiligt sind. Obwohl jede Zelle sämtliche Informationen zur Produktion des Gesamtorganismus enthält (jedenfalls ist das eine gut begründete Annahme), teilt sie sich nach Aufbau des Gesamtorganismus nur noch zur Reproduktion. Der Zellverband kommuniziert also in gewisser Weise miteinander; das geht sogar so weit, daß aus dem Gesamtorganismus herausgetrennte spezialisierte Zellverbände erneut gebildet werden können. Alle chemischen Reaktionen innerhalb eines Lebewesens sind in den Lebensvorgang zeitlich eingebunden, ein »früher« oder »später« wäre tödlich. Deswegen wird es so schwierig, die Entstehung dieses »Fließgleichgewichts« zu verstehen.

Dazu betrachten wir die niederste Ebene dieses Fließgleichgewichtes, die der Produktion von Proteinen als Zellbausteine. Proteine sind durch die kettenförmige Abfolge der Aminosäuren und durch die spezifische Anordnung dieser Kette im Raum charakterisiert. Letzteres ist verständlich, da die Reaktionsfähigkeit des Proteins zum Einbau oder als Katalysator für andere chemische Reaktionen von der räumlichen Gestalt des elektrischen Feldes bestimmt wird, das durch die Elektronenschalen der einzelnen Atome ausgebildet wird. Obwohl diese Betrachtung in die Quantentheorie der chemischen Bindung führt, werden wir bei diesem Thema verweilen müssen, da es sich als äußerst wichtig für das Verständnis des Zellhaushaltes erweist.

Es ist bekannt, daß viele chemische Reaktionen, etwa die Bildung eines Moleküls aus mehreren Atomen, durch Zuführung von Wärme beschleunigt werden können. Diese empirische Tatsache wird so erklärt: Die Bindung von Atomen erfordert eine Anregungsenergie, d.h., die äußeren Elektronen wenigstens eines der Atome müssen sich umgruppieren, sie müssen gewissermaßen ein Muster ausbilden, in das die äußeren Elektronen des anderen Atoms dann hineinpassen. Um dieses Muster zu erzielen, bedarf es einer gewissen »Anregungsenergie«. Haben sich die Atome dann zusammengefügt, wird wieder Energie frei: Der Gesamtkomplex erreicht damit den stabilen Zustand der Bindung. Die Anregungsenergie kann aus der zugeführten Wärme bezogen werden, denn die Atome in der chemischen Suppe nehmen diese Wärme als zusätzliche kinetische Energie auf, und die Wahrscheinlichkeit, daß nun Atome durch Kollision die zur Bindung benötigte Anregungsenergie beziehen, steigt entsprechend. Auch durch direkte Lichteinstrahlung können Atome in einer Lösung angeregt und gezielt in eine chemische Verbindung getrieben werden. Diese Grundtatsachen chemischer Reaktionskinetik sind auch für die komplexen chemischen Reaktionen im Zellhaushalt von entscheidender Bedeutung. Über die Selbstregulierungsmechanismen bei der Reaktion von Molekülen in der Zelle sind in jüngster Zeit erstaunliche Tatsachen bekannt geworden, die zu weitreichenden Überlegungen und Spekulationen Anlaß geben.

Bereits vor etlichen Jahrzehnten wurde eine sehr schwache Zellstrahlung nachgewiesen, die sich nicht mit der normalen Wärmestrahlung in Einklang bringen läßt. Diese Strahlung liegt im für das menschliche Auge nicht sichtbaren UV-Bereich. Zwar strahlt jeder Körper, egal ob er »lebt« oder nicht, UV-Strahlung aus, aber das sogenannte »ultraschwache« Biophotonenfeld hebt sich in seinem Frequenzbereich bis um den Faktor 10⁴ von dem gewöhnlichen »thermischen Rauschen« ab. Während die thermischen Photonen in ihrem Intensitätsmaximum eine im Vergleich zu den Biophotonen orkanartige Intensität besitzen, ist ihr Anteil im Ultravioletten nur noch ein sanftes Gesäusel, und die im Biophotonenfeld enthaltene »Information« kann sich ohne störende Überlagerung ausbreiten. Es wird nun vermutet, daß die zahllosen Enzyme, die den Zellstoffwechsel regeln, ihre katalytischen Eigenschaften aus einer Anregung durch diese Biophotonen erhalten, die sich als »hervorragendste, rauschärmste Regulatoren chemischer (einschließlich enzymatischer) Umsetzungen« zu eignen scheinen. Je nach Frequenz können sie Translations-, Rotations-, Schwingungs- und elektronische Zustände von Molekülen anregen. Die Frequenzkomposition, Polarisations- und Ausbreitungsrichtung entscheidet zu jedem Zeitpunkt an jedem Ort darüber, ob eine bestimmte Reaktion stattfindet oder auch unterdrückt wird.« (Popp 1984, 64 f.)

Diese Feststellung kann für das Verständnis der Regulierung des Zellhaushaltes von größter Bedeutung sein. Die »chemische Fabrik« der Zelle (bzw. des gesamten Organismus) folgt nicht primär den Gesetzen des Reaktionsgleichgewichts, nach denen unter Anwesenheit bestimmter Atome und Moleküle bestimmte Reaktionen eben notwendig bis zu einem gewissen Grade ablaufen müssen. Dieser phänomenologischen Ebene wäre ein Ordnungsprinzip hierarchisch übergeordnet. Was an Reaktionen abläuft, wird durch ein Biophotonenfeld kanalisiert, aus dem Energiebeiträge für Anregungen spezieller Moleküle »abgezapft« werden, was dann den Ablauf ebenso spezieller Reaktionen einleitet.

Dieses Biophotonenfeld ist keine mystische, im All herumstreunende Kraft. Sie entsteht in den Zellbausteinen selber, ihre Quelle wird nämlich in der DNS vermutet, den Molekülen also, die für die Reproduktion der Zelle eine zentrale Rolle spielen. 1944 wies Oswald Avery nach, daß die Erbinformation in Form der Desoxyribonukleinsäure (DNS oder englisch DNA) innerhalb der Zelle vorliegt. Es dauerte gut 10 Jahre, bis die Proteinsynthese verstanden wurde: Sie vollzieht sich durch sequentielles Ablesen der in Gestalt spezifischer Desoxyribonukleinsäuresequenzen vorliegenden Information. Das Bemerkenswerteste an diesem

»Biosyntheszyklus« ist die Tatsache, daß sich DNS und Protein bei Produktion und Reproduktion gegenseitig bedingen.

Proteine entstehen nicht unter bloßer katalytischer Wirkung der DNS, Proteine werden mit Hilfe von DNS und Proteinen sequentiell, d.h. Baustein für Baustein zusammengesetzt. Die DNS liefert dafür den freilich verschlüsselten Bauplan, und Proteine katalysieren die einzelnen Produktionsschritte. Die DNS liegt als Doppelkette vor, deren beide Stränge jeweils aus Millionen aneinanderhängender Nukleinsäuren bestehen und miteinander über Wasserstoffbrücken verbunden sind. Daran beteiligt sind nur 4 Nukleinsäuren abgekürzt A, C, G und T, deren Reihenfolge in Triplets den Code für die Produktion bzw. den Einbau einer speziellen Aminosäure darstellt und die auf den beiden Strängen komplementär dargestellt sind: Einer A steht immer eine TNukleinsäure und einer C immer eine GNukleinsäure gegenüber. So liegen bei einer Trennung des Strangs zwei Matrizen vor, an die sich aus »natürlichen« Gründen nur komplementäre Nukleinsäuren anlagern können, so daß aus einem geteilten Doppelstrang, etwa während einer Zellteilung, zwei identische Doppelstränge entstehen wenn bestimmte katalytisch wirkende Proteine anwesend sind, deren Bauplan allerdings selber in irgendwelchen Nukleinsäuresequenzen steckt.

Aber nicht nur bei der Reproduktion der DNS, sondern auch bei der Produktion eines Proteins kommt es auf die Anwesenheit katalytischer Proteine an, der Enzyme. Ein DNSStrang teilt sich nicht nur zur Reproduktion, sondern dient auch der Synthese eines komplementären Datenstreifens für die Proteinsynthese. Dabei wird mit Hilfe eines PolymeraseEnzyms der DNSStrang Schritt für Schritt aufgespalten und durch das Ablesen der gerade freiliegenden Sequenz die schrittweise Polymerisation eines Komplementärstrangs ermöglicht, der sog. messenger oder BotenRNS. Dieser RNSStrang wandert zu dem Montageort des Proteins, dem Ribosom, wo deren Nukleinsäuresequenz in Triplets als Anweisung zum Anfügen einer bestimmten Aminosäure gelesen wird. Die benötigten Aminosäuren sind jeweils von einer transportRNS vom Zellplasma, wo die Aminosäuren gebildet werden, zum Ribosom verbracht worden. Am »Kopf« der transportRNS befindet sich das AntiCodon zu einer der von der messengerRNS präsentierten NukleinsäureTriplets. Es wird aus den im Ribosom befindlichen transportRNS/AminosäureGebilden also das jeweils Richtige zum Anfügen herausgesucht. Ein fertiges Protein bildet nicht nur Zellbausteine, sondern katalysiert unter spezieller Faltung der Aminosäureketten diverse Schritte seiner eigenen Synthese: die DNSReplikation, die Transkription auf in und tRNS, die Herstellung der richtigen Aminosäuren sowie deren Transport zu den Ribosomen. Das ist genau die Situation, in der die berühmte Frage nach der Henne und dem Ei gestellt wird.

Die eben gelieferte Beschreibung der Proteinsynthese klingt wie ein Aufsatz über eine Fabrikbesichtigung. Natürlich sind diese einzelnen Schritte nicht direkt zu sehen, sie sind vielmehr ein vorläufiges Bild, in das die einzelnen Indizien und experimentellen Ergebnisse anschaulich zusammengefügt werden. Zum Beispiel wurde auf die Existenz der messengerRNS als Bote zwischen DNS und Ribosom indirekt aus folgendem Experiment geschlossen: Bei dem Versuch, das Gen für die Herstellung eines Enzyms zum Lactoseabbau auf Bakterien zu übertragen, die dieses Enzym nicht herstellen können, stellte man fest, daß die Bakterien mit der Enzymproduktion bereits begonnen hatten, bevor sich das Gen in die Zellstruktur eingelagert hatte. Aus weiteren Versuchen schloß man dann, daß relativ kurzlebige RNS Kopien der DNS gezogen werden, die die Matrize für die Proteinsynthese bilden, denn in den Ribosomen, wo Proteine synthetisiert werden, hatte man keine DNS, dafür aber RNS gefunden.

Für den Biosyntheszyklus werfen beide Fragen, sowohl die nach seiner Entstehung als auch die nach seiner Abänderung, Probleme auf, Der bemerkenswerteste Umstand für eine Dis-

kussion dieser Fragen dürfte die Tatsache sein, daß der Biosyntheseyklus außerordentlich unflexibel ist jedenfalls im Hinblick auf Mutationen. Die Synthese nur eines Proteins bedeutet das Kopieren, Übersetzen und Produzieren einer riesigen Menge chemischer Verbindungen und Codes. Ein »Fehler« kann dabei aufgrund der im molekularen Bereich herrschenden thermischen Schwankungen immer eintreten. Das würde das Auftreten einer gewissen Mutationsrate wahrscheinlich machen. Wir verlangen von einer Mutation die Variation einer Eigenschaft des Gesamtorganismus, die Verlängerung der Gliedmaßen, der Zähne, das Verschwinden der Behaarung, die Herausbildung des NeoCortex, die Umbildung einer Flosse zu einem Flügel und dergleichen mehr. Was also sowohl unbedeutende als auch tiefgreifende Veränderungen umfaßt Die Verbindung zwischen sichtbarer und molekularer Ebene ist nun so komplex, daß wir eine simple Korrelation zwischen Mikro und Makrowelt nicht erhalten können.

Die Proteinsynthese selber ist so ineinander verzahnt, daß selbst das Fehlen oder nur ein geringes Abändern eines einzigen Enzyms oder auch nur einer Nukleinsäure diese eben nicht variiert, sondern glatt unterbindet. Umgekehrt verlangt die Variation eines sichtbaren Merkmals das koordinierte Variieren etlicher Gene und damit auch weitgreifender die Variation der enzymrelevanten Gene, was selber wieder Rückwirkungen bzw. Anforderungen an die Variation anderer Gene hat, was wiederum andere Enzyme verlangt und so weiter und so fort. So ein Unterfangen ähnelt dem unvorsichtigen Abändern in einer technischen Zeichnung, die ein unabsehbares und ineinander verzahntes Ändern der anderen Maße mit unabsehbaren Rückkoppelungen zur Folge hat.

Ich möchte an dieser Stelle nicht die um sich greifende Debatte nachvollziehen, die angesichts des komplexen Biosyntheseyklus über die überhaupt zu erwartenden nichttödlichen Mutationen geführt wird, sondern sie im Ergebnis lediglich zusammenfassen.

1. Viele der im Labor nachgewiesenen Mutationen das Kriterium ist stets ein morphologischer Unterschied zu der Eltern-Generation auf sichtbarer, nicht auf molekularer Ebene sind tödlich, d.h., die Mutanten sind nicht überlebensfähig.
2. Die nichttödlichen Mutationen besitzen fast nie einen Selektionsvorteil, d.h., in Wettbewerben zwischen zwei variierenden Populationen Mutante und Ahne erlangen auch unter ausgewählten Laborbedingungen in den seltensten Fällen die Mutanten im Hinblick auf die bloße Populationszahl die Überhand, schon gar nicht in Freilandversuchen.
3. Die in Laborversuchen erzielten Mutanten sind fast immer Deformationen, d.h., man erzielt keine Mutanten, die Ansätze zu einer qualitativ anderen Form aufweisen. Deshalb sind die Abschätzungen, wie viele Mutationen zwischen Ausgangsform etwa Reptil und vermuteter Endform etwa Vogel liegen, auf Spekulationen angewiesen (was m.E. nicht unfruchtbar sein muß). Alle Wahrscheinlichkeitsabschätzungen, wie viele Exemplare einer Art (z.B. Reptil) vorhanden gewesen sein müssen, damit bei einer angenommenen Zahl von Mutationssehrritten und anteilig vorteilhaften Mutationen auch nur ein Exemplar der Endform (z.B. Vogel) auftreten kann, landen bei utopischen Zahlen. Meistens wird die Zahl der im Kosmos vorhandenen Atome um Größenordnungen überschritten, oder die benötigte Zeit übersteigt bei weitem die, die für die Existenz der Erde angenommen wird.

Ich habe diese Debatte so kurz gehalten, weil sie meiner Meinung nach auf das eigentliche Problem beim Komplex Mutation überhaupt keinen Bezug nimmt: Sämtliche Organisationsstufen vom molekularen Biosyntheseyklus bis zur Ebene der einzelnen Organe und des Gesamtlebewesens sind so ineinander und miteinander verzahnt, daß hier die übliche Mutationsannahme überhaupt nichts zur Erklärung beitragen kann.

Der Darwinismus ist allerdings eine Theorie der Projektion und nicht der Fabrikation. Es gäbe für ihn keine Schwierigkeiten der Erklärung, wenn die sichtbare Ebene, also die Ebene der Gesamtorganisation, ein direktes Abbild des Genoms wäre, eine Art multidimensionales Schattenspiel molekularer Organisation. So, wie die Bilder auf der Leinwand eine getreue Vergrößerung des Fiffnegativs sind oder die Stimme des Onkels aus Amerika eine determinierte Entschlüsselung zuvor digitalisierter Sprache sein muß, so soll nach der Vorstellung des Darwinismus der Organismus das Produkt seines Genoms sein und nach Maßgabe einer Variation (= Mutation) im Genom in eben dem Maße selber in Funktion und Gestalt schwanken. Die sichtbare Organisationsebene ist hinsichtlich des menschlichen Vorstellungsvermögens die entscheidende Ebene. Hier erwartet er die wesentlichen Auseinandersetzungen für das Überleben eines Lebewesens oder einer Art. Die »natürliche Zuchtwahl« soll auf genau dieser Ebene regieren. Aber die sichtbare Ebene ist nur eine von vielen Organisationsebenen, und ebensowenig, wie auf molekularem Gebiet irgendein Enzym unabhängig vom Rest variieren kann, hätte in dieser Anschauung die einzelne Art auf jener HyperEbene die Freiheit, sich ohne den Rest zu verändern. Biosynthesezyklus und Erdoberfläche sind gleichermaßen Ökosysteme, die auf jeder Ebene und auch untereinander einen unüberschaubaren Regelkreis bilden.

Das Forschungsgebiet der »Strukturbildung in dissipativen Systemen« zeigt paradigmatisch, daß eine dynamische Ordnung, ein Fließgleichgewicht unter »Kommunikation« aller im System enthaltenen Elemente, entstehen und stabil bleiben kann. Innerhalb des gegen gewisse Störungen stabilen Fließgleichgewichts haben die Einzelelemente bei aller Komplexität ihres individuellen Schicksals keine Freiheit. Ilya Prigogine hat sich vor allem mit der Ausbildung räumlicher und zeitlicher Strukturen bei chemischen Reaktionen befaßt. Notwendige Voraussetzungen für die Entstehung solcher Strukturen ist eine Entfernung des Systems vom thermodynamischen Gleichgewicht. Es müssen starke Temperatur, Druck oder Konzentrationsgradienten vorhanden sein, die Wärme, Energie und Materieströme innerhalb des Systems und durch es hindurch nach sich ziehen. Trotz aller Komplexität eines solchen chemischen Reaktionssystems kennt man eine notwendige Bedingung für das Eintreten einer Instabilität und den Übergang zu einem räumlich und zeitlich strukturierten Fließgleichgewicht (letztlich zwischen dem System und seiner Umgebung): »Die einzelnen Reaktionsstufen, die in einer Kette chemischer Reaktionen innerhalb eines Systems unter bestimmten Bedingungen und Umständen die Stabilität des stationären Zustandes gefährden können, sind die 4atalyseschleifen«, also jene Stufen, auf denen das Produkt einer chemischen Reaktion an seiner eigenen Synthese beteiligt ist.« (Prigogine/Stengers 1981, 154) Die »Gefährdung« bezieht sich auf einen stationären Zustand, der instabil werden kann, um dann in einen erstmals oder aber anders strukturierten Zustand überzugehen. Dies sei, so Prigogine, ein interessantes Ergebnis, denn es führe uns näher an einige der grundlegenden Errungenschaften der Molekularbiologie heran.

Der grundlegende Mechanismus der Übertragung und Nutzung der Erbinformation enthält genau jene Rückkopplungsschleifen, die die notwendige Voraussetzung zur Strukturbildung zu sein scheinen, denn unter den produzierten Proteinen sind auch Enzyme, die selber wieder in die Verarbeitung der Erbinformation eingreifen und damit die Rückkopplung produzieren. Prigogine deutet damit an, daß der Biosynthesezyklus ein Fließgleichgewicht, ein zeitlich und räumlich strukturierter Reaktionskomplex sein könnte, der aus einer zuvor unstrukturierten chemischen Suppe entstanden ist.

Während in einer homogenen Lösung von Molekülkomplexen die Reaktionsgleichgewichte durch Zufügen oder Entfernen von Bestandteilen fast beliebig variiert werden können, sind die zeitlichen und räumlichen Muster zu keiner stetigen Variation mehr fähig. Die gewonne-

ne Ordnung wird gewissermaßen durch eine Einschränkung der Freiheitsgrade erkaufte. In diesem Zusammenhang ist das bereits beschriebene Biophotonenfeld ein integraler Bestandteil der Strukturbildung auf zellulärer Ebene. Es ist sehr wahrscheinlich, daß die DNS eine Quelle für Laserlicht ist, das aufgrund seiner spezifischen Eigenschaften die enzymatischen Vorgänge steuert, zur Zellreparatur beiträgt und die einzelnen Wachstumsphasen des Organismus steuert. Ein Laser als Quelle hochkohärenten Lichtes läßt sich selber als dissipative Struktur beschreiben. Während jeder Körper (als mehr oder weniger großes Aggregat von Molekülen) unter normalen Bedingungen Photonen jeder Frequenz in völlig regelloser Folge, aber mit einer charakteristischen Intensität bezüglich der Frequenz ausstrahlt, wird dieses Licht unter speziellen Bedingungen monofrequent. Die einzelnen Photonen weisen dann eine konstante Phasenbeziehung auf, sie erscheinen wie ein einziger Wellenzug, während die Photonen einer »thermischen« Lichtquelle ein chaotisches Gewirr von einzelnen kurzen Wellenzügen verschiedener Frequenz bilden.

Licht ist die Folge des Zusammenbrechens von Anregungszuständen. Unter normalen Umständen sind solche Anregungszustände um so geringer besetzt, je mehr abgestrahlte Lichtenergie mit dem Verlassen des Anregungszustandes verbunden wäre. Eine Bedingung für das »Lasern« von Materie ist die Umkehr dieser Besetzung. Zur Veranschaulichung kann man eine Art »Dominotheorie« des Laserlichtes ausmalen. Wirft man einen Haufen Dominosteine auf den Tisch, werden die meisten auf die flache Seite fallen, einige auf die Längsseite und ganz wenige auf die Schmalseite. Die auf der flachen Seite liegenden Steine sind die unangeregten Atome, sie können nicht mehr weiter fallen und Energie abgeben. Die anderen können noch weiter fallen und geben, je nachdem, ob sie auf der Längs- oder auf der Schmalseite liegen, unterschiedliche Energiebeiträge an die Umgebung ab (in diesem Fall Wärme). Sollte der Haufen Dominosteine lasern, müßte man die Dominosteine so beeinflussen, daß sie alle entweder auf der Längs- oder der Schmalseite so zueinander angeordnet sind, daß der Anstoß nur eines Steines alle anderen lawinenartig erfaßt und sie nacheinander zu Fall bringt. Obwohl die Analogie hier nicht mehr stimmt, kann man sich doch vorstellen, daß eine Schlange von umfallenden Dominosteinen im Gegensatz zu dem chaotischen Steinhaufen gezielt Informationen über große Distanzen übertragen kann. Beim technischen Laser nennt man das »Dominosteine ordnen« pumpen, es werden gezielt hochenergetische Besetzungszustände von Elektronen angeregt (Dominosteine auf die Schmalseite gestellt), und der lawinenartige Rückfall der Elektronen in ein niederenergetisches Niveau beginnt, wenn entgegen den normalen Besetzungswahrscheinlichkeiten die Besetzungsdichte des höheren Niveaus größer ist als das, in welches die Elektronen zurückkehren werden. Die DNS stellt eine Art »Photonenfalle« dar, in der viele Voraussetzungen für die Hortung einfallender Lichtquanten und damit für eine nichtthermische Besetzung von Anregungszuständen gegeben sind. Die Pumpenergie wird möglicherweise aus chemischen Reaktionen bezogen (Popp 1984, 94).

Dieses Arbeitsmodell für die Entstehung von Biophotonen verweist auf den grundlegenden Charakter hochgeordneter dynamischer Strukturen auf zellulärer Ebene. Die Zellechemie ist kein kontinuierliches Spektrum von Gleichgewichtszuständen molekularer Bestandteile, sondern besteht in diskreten Realisierungen räumlich und zeitlich hochorganisierter Reaktionszyklen, in der auch noch verschiedene Ebenen involviert sind: chemische Reaktionen und elektromagnetische Felder, wobei letztere nicht nur die chemischen Bindungen veranlassen, sondern auch durch Informationstransport nicht nur innerhalb der Zelle, sondern vermutlich auch über den Bereich des Organismus hinaus der Verhaltenskoordination dienen.

Die diskrete Organisationsform der Zelle hat weittragende Konsequenzen, denn dissipative Strukturen sind nicht beliebig modifizierbar. Entlang der Variationsbreite für den Input von Energie und Materie gibt es immer nur eine begrenzte Anzahl von stabilen Fließgleichge-

wichten, die nicht stetig ineinander übergehen können, sondern unter Auflösung ihrer Struktur mit einem chaotischen Zwischenstadium in eine neue, qualitativ andere Ordnung übergehen. Mit anderen Worten: Der Biosyntheszyklus, der die Reproduktion einer Art bestimmt, könnte nur »schlagartig« in einen neuen qualitativen Zustand übergehen. Eine Art würde nicht über unzählige Zwischenstadien von einer Form in die nächste übergehen, sondern »sofort«, der Vogel würde tatsächlich, wie Otto Schindewolf es einmal Provokativ ausgemalt hat, fertig aus dem Reptilienei ausschlüpfen.

Bleiben wir aber noch auf der Stufe des Reagenzglases. Peter T. Saunders findet sehr lakonische Worte für das Phänomen der Strukturbildung. Es gebe einen relativ einfachen, aber dennoch tragfähigen Weg, Strukturen zu erhalten: »Wir müssen lediglich die den Prozeß beschreibenden Differentialgleichungen so arrangieren, daß sie mit eindeutigen Randbedingungen verträglich sind und mit den entsprechenden Anfangsbedingungen beladen werden können. Wenn wir den Prozeß starten, wird die Randbedingung und das heißt: die Form sich einstellen.« Aber: »Egal, wie viele Differentialgleichungen wir zur Beschreibung des Systems auswählen, die Anzahl der Strukturen, die wir auf diesem Wege erhalten, ist bemerkenswert klein.« (1984, 259) Dieses Modellieren von Systemen mit Hilfe von Differentialgleichungen ist der Gegenstand der »KatastrophenTheorie«, auf die wir noch zu sprechen kommen.

Gehen wir für ein etwas weniger spektakuläres Ereignis als den »ersten Vogel« in die Gegenwart und betrachten ein reales und gut bekanntes Beispiel für eine raumzeitliche Strukturbildung: den Schleimpilz *Dictyostelium*, der auch das »kleine Abc« eröffnet hat. Dieser Schleimpilz bildet sich unter bestimmten Voraussetzungen als Kolonie eigentlich selbständiger Amöben. Diese Voraussetzung liegt in einer Nährstoffknappheit für die zuvor individuell existierenden Amöben. Solche Amöben, deren Nährstoff in ihrer unmittelbaren Umgebung ausgeht, senden in zunehmendem Maße einen Stoff aus, das zyklische Adenosinmonophosphat (cAMP). Amöben in der Umgebung werden dadurch selber angeregt, diesen Stoff auszusenden, so daß es letztlich zur »induzierten Emission« eines cAMP-Musters kommt, an dem sich die Amöben orientieren können und sämtlichst mit Hilfe von Pseudopoden zum Zentrum dieses Konzentrationsmusters gelangen, wo sie einen Schaft und einen kugelförmigen Sporenträger ausbilden, der neue Zellen aus der an Nährstoff verarmten Zone herausschickt.

Bei dieser so gelungen erscheinenden Form des »Überlebenskampfes« kolonisierter Einzeller wäre die Frage, in welchen Evolutionsschritten die Amöben es fertiggebracht haben, diese besondere Form der Überlebensstrategie herauszubilden, falsch gestellt. Was die Ausbildung des Informationsnetzes angeht, kann man sagen, daß es die unweigerliche Folge bestehender bzw. entstehender Randbedingungen ist. Daß das geschieht, ist nicht die Folge einer jederzeitigen intelligenten Lenkung, sondern entsteht »von alleine« aus einem sich abzeichnenden anfänglichen eAMP-Konzentrationsmuster.

Der Schleimpilz *Dictyostelium* ist im Kampf ums Überleben erfolgreich, und er ist in diesen »Kampf« sicherlich schlagartig, also ohne Zwischenvarietäten eingetreten. Vorsichtig argumentiert wäre dieses schlagartige Auftreten als das Besetzen einer ökologischen Nische zu interpretieren: Er hat das unwahrscheinliche Glück gehabt, daß diese qualitativ neue Form der Reproduktionssicherung auch von der Natur hingenommen wurde. Weniger vorsichtig argumentiert, erscheint der Schleimpilz nur als eines der simpelsten Beispielspiele, wie neue Arten entstehen: schlagartig, ohne Zwischenvarietäten und den ökologischen Bedingungen weitgehendst angepaßt. Nur: Wie die Formation der Gene unter vorheriger Inkorporation der notwendigen Umweltinformationen stattgefunden hat (denn die neue Art muß »passen«), darüber könnten wir nur Spekulationen anstellen.

Ehe der Frage nachgegangen wird, wie denn überhaupt neue genetische Information entsteht denn nur so könnten wir die in den Gesteinen dokumentierte Evolution verstehen, fasse ich die eben versammelten Elemente zusammen: Alle bekannten Regelkreise (und wir kennen in der belebten Natur nur Regelkreise), vom Biosynthesesyklus über Einzellerkolonien bis zum Ökosystem »Erde« selber, können nicht unabhängig voneinander betrachtet werden. Sie sind miteinander verzahnt und können nicht einzeln wie der unabhängige Privateigentümer am Markt vermeintlich sich beliebig und frei entfalten. Die Tatsache, daß jede Zelle aus einer anderen entstanden ist, muß, so Tobach und Schneirla (1968), als Hinweis gewertet werden, daß keine Form des Lebens wirklich isoliert oder unabhängig zu betrachten ist; kein Organismus ist zu irgendeiner Zeit der Evolution völlig unabhängig von den anderen.

Die auftretenden Ordnungen sind in erster Linie keine von der natürlichen Zuchtwahl ausgehenden zufälligen Varianten eines Ausgangssystems, sondern Realisierungen einer unter bestimmten Randbedingungen zwangsläufig entstehenden Variante aus einem Topf mit einer begrenzten Anzahl prinzipiell realisierbarer Ordnungen. Betrachtet man ein System unabhängig von dem Rest, so läßt es sich unter Variation der Randbedingungen durch diese Kette möglicher Ordnungen treiben, die nicht allmählich, sondern mehr oder weniger schlagartig ineinander übergehen. Das einzelne System befindet sich in der Konfiguration, die in Wechselwirkung mit dem Rest Realität sein kann. Jedes Subsystem hängt letztlich mit allen anderen Subsystemen zusammen.

Was ich hier geschrieben habe, ist eine spekulative Übertragung der vorhandenen Kenntnisse über die Entstehung der Ordnung im kleinen und über die klare Begrenztheit in der Mannigfaltigkeit realisierbarer Ordnungen. Damit wird nur etwas getan, was ein Ökologe als Selbstverständlichkeit betrachtet. Warum sollte die Natur anders organisiert sein, als wir es gewissermaßen durch verschämt verschwiegene, globale Falsifizierungsversuche tagtäglich doch bestätigt bekommen: daß zuviel Blei oder Kohlenmonoxid das Ökosystem Wald grundsätzlich und nicht nur proportional zur Schadstoffkonzentration gefährdet, daß ein wenig zuviel Treibgas die Atmosphäre so weit verändert, daß infolge von Klimaänderungen eine globale, eben nicht nur lokale Beeinträchtigung der Pflanzen und Tierwelt, des Wasserhaushaltes usw. zu erwarten ist. Das grundsätzliche Dilemma des ökologischen Ansatzes besteht in grundsätzlichem Nichtwissen: Man weiß eben nicht, welche Zustände das Fließgleichgewicht wirklich stationär halten. Allerdings kann man mit einer gewissen Flexibilität des Systems auf Veränderungen bestimmter Parameter rechnen. Nur darf man dann nicht die Augen verschließen, wenn die Erkenntnis dämmert, daß man der Natur meist an Schadstoffen zuviel des Schlechten gibt.

Der Glaube, die Natur würde ohne den Menschen stets im Gleichgewicht sein, ist eine Illusion. Die Natur hat sich in vergangenen Epochen mehr als einmal selbst »vergiftet« bzw. durch das Erreichen des kritischen Schwellenwertes für einen Parameter »von alleine« in einen neuen Zustand getrieben. Das frappanteste Beispiel dürfte die Umstellung der Organismen von der Sauerstoff-Fermentation auf Sauerstoff-Atmung mit dem Beginn des Kambriums gewesen sein, nachdem der Sauerstoffgehalt eine bestimmte Marke etwa 1 % des heutigen Sauerstoffanteils überschritten hatte. Es sind also nicht immer Katastrophen, die »Katastrophen« auslösen.

7. DIE ORDNUNG DER MOLEKÜLE - VON DER SCHABLONE ZUM HYPERZYKLUS

Die Nagelprobe der Molekularbiologie: Je determinierter die Gestalt der ersten Zelle, desto sprunghafter wird Evolution ablaufen • Wir könnten wir Evolution im Reagenzglas beobachten, wenn sich Bakterien so schnell entwickeln würden, wie es die Säuger getan haben • Rauer Wind gegen das molekularbiologische Dogma: Boten-RNS vergreifen sich an einem Tabu • Wie formieren sich neue Gen-Batterien oder: die Evolution eines Fisches zu einem Lurch binnen drei Wochen

Das vorangegangene Kapitel konnte den Schleier von der geheimnisvollen molekularen Welt des Lebens nur so weit lüften, als es eine vernünftige Hypothese für die Entstehung raumzeitlicher Strukturen auf dieser submikroskopischen Ebene gibt. Strukturbildung erfolgt nicht unter allen Bedingungen, aber wenn, dann »schlagartig« unter der Bedingung nichtlinearer Rückkopplungsmechanismen zwischen Reaktionsprodukten und Produkten in den einzelnen Reaktionsebenen. Auf diesem Grundphänomen beruhen auch die zahlreichen Laborversuche zur »Selbstorganisation der Materie« (z.B. Eigen/Schuster 1982). Der Aspekt der nunmehr nur noch un stetig zu erwartenden Strukturübergänge findet dabei allerdings wenig Beachtung.

Folgende Themen sollen in diesem Kapitel behandelt werden: zuerst die Frage, welcher »Gestaltungsspielraum« der Evolution durch die ersten »selbstorganisierten« Molekülkomplexe überhaupt gelassen worden ist? War alles »frei«, oder hat eine von Beginn an sehr eingeschränkte Mannigfaltigkeit erster Lebewesen die Evolution bereits kanalisiert und damit auch den Keim ihrer Sprunghaftigkeit gelegt? Dann provoziert der Befund einer Evolutionsbeschleunigung die Frage nach der Möglichkeit einer Wechselwirkung zwischen Genom und Umwelt. Während diese Frage im Rahmen des molekularbiologischen Dogmas als sinnlos oder sogar häretisch angesehen wird, verweisen Experimente darauf, daß sie doch dringlichst gestellt werden muß, und daß die Antworten darauf ungeahnte Dimensionen eröffnen. Formieren sich ganze Gen-Batterien im Genom, um gewissermaßen schlagartig, unter veränderten Umweltbedingungen dann zum Ausdruck zu kommen? Während das »Präadaptive« dieses Vorgangs, daß nämlich diese Formierung vor jeder Notwendigkeit vonstatten gehen müßte, dem harten Wissenschaftler Kopfzerbrechen bereitet, könnte es zugleich eine Ahnung davon vermitteln, wie umfassend die Informationsvermittlung und Übertragung zwischen den Gen Pools der Arten womöglich ist und daß schon längst die Abstimmung zukünftig realisierter Biosphären stattgefunden hat.

Die Diskussion, ob denn unter irdischen Ur-Bedingungen (Überlegungen, wie diese beschaffen gewesen sein mag, sind natürlich immer auf Spekulationen angewiesen) überhaupt eine spontane Entstehung erster DNS-Ketten oder erster Reproduktionszyklen mit DNS und Protein zu erwarten war, verläuft sehr kontrovers. Sidney W. Fox beschreibt die beiden »Lager« so: »Gould und andere NeoDarwinisten unterstellen der natürlichen Zuchtwahl eine Kreativität, indem sie von außen auf etwas wirkt. Die Alternative, daß natürliche Zuchtwahl auf Komplexe wirkt, die von innen, das heißt auf molekularer Ebene (bereits, CB) entstanden sind, wird nicht diskutiert.« (1984, 18)

Fox hat viele Experimente unter präbiotischen Bedingungen gemacht bzw. ausgewertet. Er ist der Meinung, daß die neodarwinistische Formulierung, Evolution werde durch die natürli-

che Zuchtwahl zufälliger Komplexe vorangetrieben, abgeändert werden müsse: daß nämlich nicht etwa zufällige, sondern bereits (selbst) organisierte Proteine und Proteinkomplexe zum ersten »Spielmaterial« der natürlichen Zuchtwahl avancierten: »Das herausragende Merkmal der experimentellen Funde ist die Leichtigkeit, mit der charakteristische proteinoide Mikrosphären entstehen können. Genau das Gegenteil hatte man erwartet. (...) Weder wissenschaftliche Logik noch die Befunde verbieten die spontane Entstehung einer bereits voll entwickelten modernen Zelle: Es würde plötzliche Entstehung bedeuten. Diese moderne Zelle würde dementsprechend in einer Serie von Selbstorganisationsschritten aus der Protozelle entstehen.« (Fox 1984, 25) Fox betont die Nichtzufälligkeit, mit der unter bestimmten Bedingungen sowohl Protein als auch Nukleinsäuresequenzen vorab, also vor jeder Selektion entstehen können: Das Spielmaterial der Evolution sei begrenzt, bereits »vorab« dagewesen und von ihr nicht beliebig variierbar. Am Anfang hätten die Proteinoide gestanden, aus denen sich vor jeder Zuchtwahl Protozellen mit der Fähigkeit zur Protein- und zur DNSSynthese gebildet hätten. Fox zieht die »proteinfirst« Hypothese vor, denn die unbedingte Anwesenheit von Enzymen (= Protein) bei dem modernen Biosynthesekreislauf mache die Hypothese des »DNSFirst« so unwahrscheinlich. Fox, als einer »der bekanntesten Verfechter der Selbstorganisationshypothese in den USA«, hat herbe Kritik erfahren, die sich insbesondere auf die Selbstlimitierung bei der Polykondensation von Nuklein und Aminosäuren bezieht. »Eine matrizenfreie, nichtgesteuerte Entstehung einer DNS Kette ist eine statistische Copolykondensation mit den vier verschiedenen Monomeren A, T, C und G, (...) eine Reaktion, deren Gesetzmäßigkeiten sorgfältig studiert wurden, sorgfältiger als bei vielen anderen chemischen Reaktionen, die man kennt.« (Vollmert 1985, 46) In jeder denkbaren UrSuppe seien stets Bestandteile in Lösung, die die Polykondensation nach wenigen Kettenverbindungen zum Erliegen bringen. Fox' »proteinfirst« Hypothese kann zwar die Reparaturenzyme, die die Polykondensation unterstützen, als bereits existent voraussetzen, aber Vollmert sieht in keinem der Experimente zur Schmelzpolykondensation von Aminosäuren zu Proteinoiden ein Ergebnis, was die Hypothese, diese hätten sich spontan bilden können, rechtfertigen würde. Fox kommentiert die Kritik an seiner Arbeit so: »Die Feststellung, daß Proteinoide aus thermodynamischen Gründen zur Hydrolyse (letztlich zur Zersetzung, CB) neigen (Miller/Orgel 1974), mag >theoretisch< gerechtfertigt sein, aber es werden dabei die Bedingungen der chemischen Kinetik und der Stabilisierung durch zwischenmolekulare Wechselwirkungen in den Proteinoiden außer acht gelassen, von den veröffentlichten experimentellen Ergebnissen ganz zu schweigen.« (Fox, 27)

Möglicherweise wird diese Debatte gegenstandslos, wenn sich die von Pöpp erwogene Möglichkeit bewahrheitet, daß nämlich der chemischen Reaktionsdynamik ein Prinzip der elektromagnetischen Steuerung hierarchisch übergeordnet ist. Es scheint so, daß das DNSGitter nicht primär aufgrund seiner chemischen Eigenschaften entsteht, sondern vielmehr in einen bestimmten Ausschnitt etwa des Sonnenlichtes »als optimale Antenne« hineinwachsen könne (vgl. dazu das 11. Kapitel).

Kontrapunktisch zu Fox' Hypothese steht die Theorie des Hyperzyklus von Manfred Eigen. Der »Hyperzyklus« simuliert die katalytische Replikation von Proteinen und Polynukleotiden. Letztere bilden die Vorlage zur Synthese von Proteinen, und diese beschleunigen unter Umständen wiederum den Aufbau neuer Polynukleotide. Zu einem selbstverstärkenden Prozeß kommt es, wenn diese »Helferkette« sich schließen kann, wenn also das »letzte« Protein einer solchen Kette die Replikation des »ersten« Polynukleotids unterstützt. Damit ist ein Zyklus entstanden, in dem sowohl Polynukleotide als auch Proteine wachsen können, dabei aber im einzelnen keine zufällige, sondern eine determinierte Gestalt annehmen. Mehrere Hyperzyklen können dabei um das molekulare Spielmaterial in Wettstreit

geraten. Zufall und Notwendigkeit haben hier eine klare Aufgabenteilung. Das stochastische Element besteht in Fluktuationen der Energie und Materieströme, die zu Instabilitäten der Reproduktionszyklen führen können. Der neue Zustand, den diese dann anstreben, unterliegt aber keinem Zufallsregime mehr.

Fox sieht am Anfang der Evolution selbstorganisierte Proteinoide und bereits kondensierte Nukleinsäuresequenzen, die im Übergang zum Biosynthesezyklus nur einen winzigen Ausschnitt aller physikalisch möglichen, sich via DNSProteinEnzym selbst reproduzierenden Einheiten repräsentieren. »Natürliche Zuchtwahl, die in dieser Synthese nur als ein Arrangement völlig passiver Randbedingungen erscheint, wirkt lediglich auf eine begrenzte und determinierte Menge von ursprünglichen Komplexen.« (51) Der Übergang zum Biosynthesezyklus sei ein makroevolutionärer Schritt gewesen. »Wenn dieser erste Schritt ein Sprung war, dann ist die Erwartung auch einsichtig, daß einige spätere Evolutionsschritte ebenfalls sehr groß gewesen sind.« (47) Womit Fox auf die »Sprünge« in den Fossildokumenten anspielt.

In Fox' »Synthese« geht es um eine besondere Art von Determinismus, dessen Widerspruch zum NeoDarwinismus vor allem in einer anders gearteten Betrachtungsweise des gegenwärtigen Ökosystems liegt. Für den Neo Darwinismus ist das, was wir in der Natur sehen, »frei«, es kann im einzelnen wie auch im ganzen nach allen Richtungen, d.h. in allen Eigenschaften frei variieren, das System vermag sich letztlich im Laufe der Zeit je nach »Anforderung« der irdischen Bedingungen frei entfalten, so daß immer nur die Varietäten übrig bleiben, die unter den veränderten Bedingungen auch existieren und sich reproduzieren können. Eine Sichtweise mit bestechender und widerspruchsfreier Logik. Aber hier kann es keinen qualitativen Sprung in der Art der Evolution irgendwann in der Vergangenheit gegeben haben. Alles, angefangen bei dem ersten DNSStrang und dem ersten Proteinrudiment, ist Veränderungen bis heute nur in Folge leichter Variationen, die sich dann durchsetzen konnten, unterworfen gewesen. Jede Einschränkung hinsichtlich der Variationsfähigkeit würde die zukünftige Flexibilität einreißen und so das Ökosystem anpassungsunfähig erscheinen lassen. Die »Anschmiegsamkeit« des Systems wäre gefährdet, und es könnte über kurz oder lang eine Situation eintreten, die es dem System unmöglich macht, noch zu reagieren. Es bliebe starr und kippte zwangsläufig in das Chaos zurück. Die essentielle Annahme in diesem Szenario liegt in der stetigen Variabilität des gegenwärtigen Systems, das ein Produkt der Wechselwirkung von graduell variierender Umwelt und ebenso graduell reagierender Biosphäre sein soll. Fox hingegen sieht eine anfängliche Determinierung in der möglichen Gestalt und Anzahl der »lebenden Zellen«, die aus der begrenzten Kompatibilität von Aminosäure und Nukleinsäuresequenzen bei dem gemeinsamen und ineinander verzahnten Spiel der Reproduktion erfolgt. Daraus ergibt sich zwangsläufig eine Einschränkung der unter Evolution entstehenden Elemente und damit der Gestalt des Gesamtsystems. Das wirft einen faszinierenden Gedanken auf. Im Gegensatz zum neodarwinistischen Modell, in dem das System beliebig und zu gleich auch beliebig gering variieren kann, unterliegt ein System mit begrenzten Möglichkeiten geradezu einem Zwang zur sprunghaften Evolution. Auch bei nur leichten Änderungen irgendwelcher Randbedingungen kann das System in den Zwang geraten, in einem geradezu »verzweifelt« qualitativen Sprung ein neues Fließgleichgewicht erlangen zu müssen, da in der Umgebung seiner momentanen Organisation keine Formen existieren, die zum Repertoire seiner Realisierungsmöglichkeiten gehören.

Bei allen dynamisch organisierten, stationären Systemen lassen sich Stabilisierungstendenzen erkennen. Das System findet unter konstanten Randbedingungen auch nach Auslenkung aus seinem Gleichgewicht in seinen alten Zustand zurück. Natürlich ist das System nicht gegen alle Störungen stabil, und diese dürfen einen gewissen Umfang nicht überschreiten. Selbst eine »effektive« Störung zerstört das System aber nicht unbedingt, sondern treibt es eventuell

in einen anderen Zustand der Organisation. Mit diesem Modell kann die darwinistische Evolutionstheorie nichts anfangen. Für jede Störung gibt es Varietäten, die quasi sofort anstelle der eben, noch bevorzugt selektierten die Reproduktion aufnehmen und damit die Störung quasi integrieren und fixieren. So driftet das System durch eine endlose Kette sich ähnelnder Konfigurationen. Was die Paläontologie dazu zu sagen hat, wurde hier oft genug beschrieben.

Die Analyse der miteinander gekoppelten chemischen Reaktionsgleichungen mit katalytischen Effekten kommt nun ebenfalls zu »diskontinuierlichen« Ergebnissen. Die Lösungen für solche Gleichungen beschreiben das raumzeitliche Verhalten einzelner Komponenten. Das Lösungssystem ist letztlich aufgrund der Koppelung nicht beliebig variabel. Für fixierte Randbedingungen gibt es einen Satz von Lösungen, der innerhalb einer bestimmten Variationsbreite der Randbedingungen qualitativ erhalten bleibt und bei zu großer Entfernung vom Referenzzustand der äußeren Parameter in einen völlig anderen Satz umschlagen »muß«.

Solche Vergleiche können natürlich allenfalls der Illustration dienen, wenn es um so weit auseinanderliegende Gebiete wie das Reagenzglas einerseits und ein Ökosystem andererseits geht. Für das Ökosystem sind rasante Evolutionssprünge dokumentiert, und wir können uns damit zufriedengeben, daß der Verdacht, diese Dokumente seien in höchstem Maße unvollständig, keineswegs so schwer wiegt, wie es der NeoDarwinismus aufgrund seines methodischen Ansatzes einfach vermuten muß. Es ist aber nicht nur von Evolutionssprüngen zu sprechen, sondern auch von einer Evolutionsbeschleunigung.

Neodarwinistisch orientierte Autoren müssen allein schon die unzähligen Un-Wahrscheinlichkeitsberechnungen über die Entstehung einer ausreichenden Anzahl von Mutationen zur Erklärung der bloßen Evolution möglichst elegant vom Tisch fegen. Panik könnte ausbrechen, wenn das Augenmerk auf die zunehmende Geschwindigkeit der Evolution gelenkt wird. Je komplexer ein Organismus organisiert ist, desto langsamer muß die an sich schon unter der Bürde des Bedarfs an schier endloser Zeit bzw. einer riesigen Zahl zur Verfügung stehender Varietäten leidende natürliche Zuchtwahl arbeiten. Evolutionsschritte vollzögen sich immer langsamer. Das Gegenteil aber ist der Fall: »Die Evolutionsgeschwindigkeit lebender Organismen nimmt zu und gleicht einem sich immer schneller drehenden Karussell.« (Schmidt 1985, 184) Während die Bakterien sich seit Milliarden von Jahren im Prinzip unverändert reproduzieren, hat die Zahl der gleichzeitig lebenden Arten ständig zugenommen, wobei die einzelnen Klassen sich in bemerkenswert kurzer Zeit herausgebildet haben. Die meisten Säugerordnungen sind nicht älter als 70 bis 80 Millionen Jahre. Mit der zunehmenden Zahl von Strukturgenen sollte vom neodarwinistischen Standpunkt aus die Variabilität d.h. die Fixierung sowieso schon äußerst seltener nicht schädlicher Mutationen drastisch abnehmen. Den zwölf Millionen Jahren, die die Entstehung der meisten Säugerordnungen gebraucht hat, entsprechen bei Bakterien etwa 25 bis 250 Jahre, wenn man die unterschiedlichen Generationsdauern von Bakterien einerseits und Säugern andererseits berücksichtigt. In diesem Zeitraum ist hinsichtlich einer Variabilität oder Diversifizierung bei den Bakterien nichts Vergleichbares geschehen. Obwohl also die Komplexität und die Generationszeit gestiegen, die Zahl der Nachkommen pro Eltern gefallen und eine Durchsetzbarkeit von Mutationen durch geschlechtliche Fortpflanzung erschwert worden sind, dokumentiert sich eine Beschleunigung der qualitativen Änderung im Aufbau der als Fossilien überlieferten »Vorfahren«. Wie ist das zu verstehen?

Jede Überlegung zu diesem Problem wird über kurz oder lang auf das »molekularbiologische Dogma« stoßen, denn nach unseren Begriffen hat die Beschleunigung der Evolution etwas mit Lernen zu tun, und »Lernen« im Hinblick auf die an ihren genetischen Code gekoppelten

Arten bedeutet: Wechselwirkung zwischen Soma und Gen, Soma verstanden als Umgebung, das heißt als das gesamte Ökosystem. Wie der Begriff »molekularbiologisches Dogma«, der im übrigen genau diese Wechselwirkung »verbietet« (Dogmen haben es an sich, eine Regel als verstecktes Verbot zu transportieren), andeutet, bewegen wir uns mit der eben so leicht hingeworfenen Behauptung über das »lernende Gen« auf unwegbarem Gebiet. Im Gegensatz noch vor vielleicht zehn Jahren, wird dieses Dogma von vielen Autoren zunehmend schärfer aus Korn genommen.

Rupert Riedl schreibt: »Aber auch in der Biologie hat man begonnen, wie Bertalanffy und Paul Weiss, auf Beachtung von Systembedingungen zu drängen.« Das Genom ist ein System, und das, dessen Produktion es vermittelt, gehöre nun einmal zu den Systembedingungen. Was aber war denn so unerhört an dem Gedanken, es gäbe Rückwirkungen von außen auf das Genom, daß Weismann 1893 den »Erlaß« (Riedl) verkündete: »Eine Rückwirkung des Körpers auf seine Gene ist nicht möglich!« Ich denke, daß der Grund in der Gefahr für die Erklärungsvorteile bei der Verwendung einseitig gerichteter Kausalitätsstränge lag. Eine Erklärung ist automatisch gegeben, wenn für einen Vorgang die Ursache, gewissermaßen als begleitende Kausalität, außerhalb des Vorgangs zu finden ist. Dann liegt eine eindeutige Abbildbarkeit zwischen Ursache und Wirkung vor, auf die man, und das ist wichtig, jederzeit, quasi unhistorisch, zurückgreifen kann, ohne die ganze Zeit Ursache und Wirkung im Auge behalten zu müssen. Bei einer wechselseitigen Abhängigkeit zwischen zwei Vorgängen (die Begriffe Ursache und Wirkung werden ja hinfällig) fällt dieser Vorteil weg. Solange diese Wechselwirkung noch zu keinem stationären Zustand gefunden hat, muß man fortlaufend beschreiben, die Ursache liegt weder für den fluktuierenden noch für den stationären Zustand innerhalb des Systems vor, sondern hängt von der Vergangenheit, von der Systempräparierung ab, die im gegenwärtigen Zustand nicht mehr zu sehen und, wenn überhaupt, nur mühselig zu rekonstruieren ist. Das molekularbiologische Dogma ist eine Brille, die es leicht macht sich einzubilden, die Welt wäre jederzeit aus einer Momentfotografie heraus kausal zu erklären.

Die Ungültigkeit dieses Dogmas bedeutete nichts weniger, als daß das Genom sich aufgrund von äußeren Einflüssen wandeln könnte. Trivialerweise verbindet man damit die Vorstellung einer verzweifelten Giraffe, die an den Laubbestand höherer Bäume nicht heranreicht und damit ihrem Genom die Nachricht zukommen läßt, es möge bei späteren Generationen dafür sorgen, daß wenigstens diese mit ausreichend langen Hälsen zur Welt kommen. Um Bedeutung und Tragfähigkeit dieses Angriffs auf ein zentrales Dogma abschätzen zu können, müssen wir es uns schon ein wenig schwerer machen.

Erstens müssen wir die Botschaft der Fossilien, daß Arten über lange Zeiträume morphologisch stabil bleiben, ernst nehmen. »Lernen«, welche Bedeutung auch immer wir diesem Begriff im Zusammenhang mit der Variabilität des Genoms aufgrund von Umwelteinflüssen geben werden, findet nicht auf dem Natur»Spielplatz« Erdoberfläche statt. Es könnte bedeuten: Bereitstellen von kompletten GenSätzen, auf die unter nachhaltig veränderten Umweltbedingungen zur Reproduktion dann komplett übergegangen wird. Auf Indizien für diese Hypothese kommen wir noch zu sprechen. Es könnte noch etwas anderes bedeuten, womit wir uns allerdings notwendigerweise in den tiefsten Dschungel der Spekulation begeben: Es gibt Wechselwirkungsmöglichkeiten zwischen den GenPools der Arten auf der Erde, die völlig unabhängig davon sind, ob sie einzelne »Lebewesen« realisiert haben oder nicht. Es gäbe die reale Welt und andere, »nichtreale« Welten, in denen schon längst die genetische Abstimmung von Biosphären stattgefunden hat, die jeweils unter bestimmten Bedingungen, die für die gerade »reale« Biosphäre nicht mehr tragbar wäre, »zur Welt kommen« könnten. So absurd das nun klingen mag, wenn ich meine Hypothese, das reale Ökosystem sei ein nur beschränkt variables System, ernst nehme, dann muß ich auch Überlegungen anstellen, wie ein

an sich träges System sich sichtbar mehr oder weniger schlagartig und zudem noch qualitativ ändern kann. Deswegen auch diese »MehrWelt«-Spekulation.

Vermutlich sind nur etwa 1 bis vielleicht 10 % unserer Gene direkt in den proteinerzeugenden Biosyntheszyklus eingebunden (vgl. Schmidt 1985, 112; Popp 1984, 122), d.h. werden im Laufe dieses Zyklus abgelesen. Was bedeutet der Rest, was für Funktionen kommen ihm zu? Ein Teil der gesamten DNS ist indirekt am Biosyntheszyklus beteiligt, er unterbindet bzw. aktiviert als Satz von Regulatorgenen den Ausdruck ganzer GenKomplexe. Die Wirkung solcher Regulatorgene äußert sich in zahllosen Phänomenen und Grundprinzipien des Lebens. Die offensichtlichste Aufgabe erfüllen sie beim Entwickeln einer befruchteten Zelle zum ausgewachsenen Organismus. Angesichts eines fertigen Organismus könnte man meinen, daß jede Zelle über einen besonderen Satz von Genen verfügt, der ihrer spezifischen Aufgabe entsprechend Stoffwechsel, Reproduktion und letztlich ihr Absterben determiniert. Die Gesamtinformation hätte sich dann im Laufe des Wachstums über den ganzen Organismus »verschmieren« müssen, damit jede Zelle an ihrem besonderen Ort auch richtig funktioniert. Die Molekularbiologen haben sich aber ein ganz anderes Bild von dem Wachstums und Reproduktionsmechanismus eines Organismus gemacht. Während des Wachstums aktivieren Regulatororgane die für die jeweilige Phase der Zellteilung an jedem Platz gerade benötigten Genabschnitte, also immer nur ganz bestimmte Teile der den Organismus insgesamt kennzeichnenden Gesamtinformation. Mit anderen Worten: In jeder Zelle ist zu jeder Zeit ein Regulationsmechanismus am Werk, der den für den Gesamtzusammenhang passenden GenAbschnitt zum Ausdruck verhilft bzw. den Rest unterdrückt. Woraus besteht aber dieser Rest? Sind es nur jene GenAbschnitte, die an anderen Orten des Organismus oder zu anderen Wachstumsabschnitten zum Ausdruck kommen? Oder gehören dazu auch GenAbschnitte, die noch nie zum Ausdruck gekommen sind, die gewissermaßen noch des Ausdrucks harren, oder deren Ausdruck in einer ganz anderen, zurückliegenden Epoche der Stammesgeschichte stattgefunden hat?

Man weiß, daß sich zum Teil unzählige Kopien aktueller DNSSequenzen im Zellplasma befinden, die aber »unvollkommen« sind, zum Zerfall neigen und stets wieder erneuert werden. Zum Teil sind die aktuellen DNSSequenzen durch »Nonsens«-DNS in voneinander unabhängige Teilsequenzen getrennt, die erst neu sortiert zur Proteinsynthese herangezogen werden. Auch können Sequenzen innerhalb der Gesamtkette springen und damit den Übersetzungsmechanismus für die Aminosäuresequenzen nachhaltig abändern. Unter Berücksichtigung der Regulatorgene, die offenbar den weitaus größeren Teil der Ausdrucksmöglichkeiten inaktiviert hält, gibt es innerhalb des Genoms also zahlreiche Möglichkeiten zur Variation, ohne daß Veränderungen an der Zelle selbst, an ihrer Zusammensetzung und ihrem Funktionszusammenhang sichtbar werden müssen: »Wie es scheint, entsteht Variation nicht durch einzelne Mutationen, sondern durch die Zusammenraffung großer Mutationskomplexe, die sich durch viele Generationen hindurch angesammelt haben.« (Mylor 1983, 225) Was verbirgt sich hinter solchen »Mutationskomplexen«? Sind es potentielle Antworten auf umschlagende Lebensbedingungen? Es gibt Anzeichen dafür, daß diese Mutationskomplexe sowohl umfassende Evolutionsschritte als auch kurzfristige Antworten auf kurzfristig sich einstellende besondere Bedingungen umfassen können. Das soll nacheinander zur Sprache kommen.

Einen der besten Beweise für die Realität der Evolution faßte Ernst Haeckel in seiner biogenetischen Grundregel zusammen: Jedes Lebewesen rekapituliert im embryonalen Stadium die einzelnen Stufen seiner Stammesgeschichte. So »durchwächst« der menschliche Embryo oft genug beschrieben z.B. ein Stadium, in dem er Kiemenbogen und Kiemen aufweist, die erst später zu Kiefer und Lunge übergehen. Auch sind sich die ganz jungen Embryonen von Säugern, Vögeln, Eidechsen und Schlangen außerordentlich ähnlich und unterscheiden sich

allenfalls in der Größe. Obwohl dieses Phänomen zu Recht als Beweis für eine zusammenhängende Stammesgeschichte gewertet wird, steht es im geraden Widerspruch zu der Annahme, daß eine Mutation den aktuellen Gensatz betrifft, ihn verändert und damit im allgemeinen jede »Erinnerung« an den vormaligen Zustand auslöscht. Ferdinand Schmidt hat diesen Einwand so formuliert: »Wären z.B. Mutationen der letzte entscheidende Faktor für die Entstehung der Lungenatmung, hätte man eigentlich erwarten müssen, daß entweder die Gene für die Anlagen der Kiemenbogen und Kiemen zu Lungenanlagen mutiert und gleichzeitig verschwunden wären oder daß die Mutation der Gene für andere Organe zu Lungengenen früher oder später zu einem Verschwinden der Gene der Kiemen über eine Organatrophie durch Nichtgebrauch hätte führen müssen.« (1985, 188) Die richtige Schlußfolgerung muß also lauten: Die rezenten Arten besitzen zusätzlich zu den zur Reproduktion nötigen Informationen weitere Genanlagen, die früheren Entwicklungsstadien zugehören bzw. das wäre allerdings eine Spekulation zu späteren Zeiten noch nicht dagewesenen Formen zum Ausdruck verhelfen.

Für diese Interpretation der biogenetischen Grundregel sprechen noch andere Tatsachen und Phänomene, wie etwa die zahlreichen Metamorphosen. Der Übergang von der Kaulquappe zum Frosch bedeutet die »Evolution« eines echten Fisches zu einem echten Lurch innerhalb weniger Wochen, der nicht nur die Umstellung von Kiemen auf Lungenatmung verlangt, sondern auch die Degenerierung der Flossen und die Ausbildung von Extremitäten, eine grundlegende Veränderung der Haut und eine Umstellung der Verdauungs- und der Ausscheidungsvorgänge. Solche Metamorphosen kennt man auch bei anderen Tieren, wie dem Schmetterling, dem Salamander, der Krabbe, dem Kammolch usw. Das berühmteste Beispiel ist allerdings der mexikanische Axolotl, ein »neotenischer«, im Wasser lebender Molch, dessen künstliche hormonelle Behandlung einen Entwicklungsschub provoziert, ihn zu einem Lurch ausreifen läßt, der zur Lebensweise an Land übergeht.

Wie spektakulär oder unscheinbar diese Metamorphosen auch erscheinen mögen, in jedem Falle treten zwei verschiedene Sätze von Genen nacheinander in Aktion, von denen jeder vollständig in sich abgestimmt ist. Die Tatsache, daß das Genom vollständige Batterien von Genen enthalte, die völlig verschiedenen strukturellen Zwecken dienen könne, habe noch nicht, so Gordon R. Taylor, die Aufmerksamkeit erregt, die sie verdiene. »Ist es möglich, daß der Fisch eine Batterie von Genen besaß, die im unterdrückten Zustand >Amphibie< bedeutete und plötzlich aktiviert wurde? Dasselbe gilt für die anderen großen Schritte der Evolution. Wenn es so ist, ergeben viele rätselhafte Tatsachen mit einem Mal ein klares Bild. Es ist dann leicht zu verstehen, warum zwölf Stammlinien von Säugetieren (zu Beginn des Eozän, CB) ähnliche Merkmale zu entwickeln begann. Alle besaßen die gleichen oder ähnliche Sätze von maskierten Genen, die ungefähr zur selben Zeit aktiviert wurden vielleicht durch dieselben Umweltbedingungen.« (1983, 238)

Auch so einschneidend neue Eigenschaften wie die Flugfähigkeit sind mindestens bei sechs verschiedenen Gelegenheiten »erfunden« worden von Flugsaurier, Vogel, Fledermaus, Insekten, Fröschen und Fischen (Schmidt 1985, 252). Auf der anderen Seite kennt man die atavistischen Erscheinungen, sogenannte »phylogenetische Rückschläge«, bei denen stammesgeschichtlich zurückliegende Formen (etwa die gelegentlich auftretende Dreistrahligkeit eines Pferdefußes), die während der Embryonalphase zwar durchlaufen aber von den letztlich rezenten Formen der Art überdeckt werden, noch bei der Geburt vorliegen und das ganze Leben beibehalten werden. »Würde man für Atavismen die Möglichkeit einer Entstehung durch Rückmutationen an Strukturgenen einräumen, müßte man logischerweise auch den umgekehrten Vorgang die direkte Entstehung eines einstrahligen Pferdefußes aus einem fünfstrahligen durch zahlreiche gleichzeitige Mutationen der Gene eines Einzelindividuums anerken-

nen.« (Schmidt 1985, 190) Das liefe allerdings auf eine indirekte Anerkennung der einhellig abgelehnten Saltationstheorie des Genetikers Richard B. Goldschmidt hinaus. Selbst die naheliegendere Annahme, daß bei dem Pferdeembryo die Gene, die das Folgestadium der fünfzehigen Form bestimmen, nicht zum Ausdruck gelangen, d.h. unterdrückt bleiben, wirft erneut die Frage auf, woher nun diese letzte GenAnlage gekommen ist.

Wie entstehen also neue Gene? Diese Frage ist nach wie vor unbeantwortet. Dabei geht es nicht um einzelne Gene, sondern, wie Taylor es ausdrückt, um eine GenBatterie, einen Satz von Informationsmerkmalen, die quasi von einem Moment zum anderen ein strukturell von seinem Vorgänger grundsätzlich verschiedenes Wesen ins Leben rufen können. Es gibt zwei, gewissermaßen interpretatorische Extreme darstellende Theorien, die für diese Frage eine Antwort zu geben versuchen. Die »Theorie der kybernetischen Evolution« und die »Theorie der Urzeugung«. Auf beide werde ich im folgenden eingehen.

Christian Schwabe folgerte aus Sequenzanalysen der DNS für Hormone, die in vielen Tieren in dem gleichen Funktionszusammenhang vorkommen, daß es durchaus möglich sei, daß alle relevanten Moleküle und damit auch alle bislang zum Ausdruck gekommenen DNSSequenzen bereits von Anfang an existiert hätten, daß es also niemals Mutationen im neodarwinistischen Sinne gegeben hätte. Der Clou dieser Behauptung liegt in der Feststellung, daß die Differenzen zwischen den DNSSequenzen bei verschiedenen Tieren für funktionell identische Hormone bei Mensch, Ratte, Schwein, Haifisch (sogenanntes »lebendes Fossil«) in keiner Weise mit der Zeit korrelieren, die seit der jeweiligen Trennung der einzelnen Stämme vom Hauptstamm verstrichen sind. Im Grunde seien die Hormone bzw. ihre Gene homolog. Das ginge so weit, daß ein Hormon, das beim Haifisch die Weitung des Geburtskanals bewirke, dieselbe Wirkung bei Lebewesen hervorrufe, »die sich in Millionen von Jahren dann in verschiedene Arten entwickelt haben. (...) Wenn Pflanzen und Tiere gleichermaßen homologe Proteine aufweisen, dann muß das UrGen aus der Zeit der Verzweigung der beiden Reiche stammen. Wenn schlußendlich irgendwelche Mikroorganismen Proteine besitzen, die mit denen vergleichbar sind, die in Säugetieren zu finden sind, dann muß das entsprechende Gen so alt wie die Prokaryonten sein, d.h. so alt wie das Leben selbst« (Schwabe 1986, 281).

Die Frage sei, ob es überhaupt irgendein Molekül gebe, das nicht bereits seit der Entstehung des Lebens existiert habe. »Möglicherweise sind verschiedene Lebensformen zur selben Zeit entstanden und haben lediglich ihr chemisches Potential über Zeiten und Generationen in einem Prozeß ausgespielt, den wir Evolution nennen.« (282) Das hieße, daß alle für die Entstehung des Homo sapiens notwendigen Gene von Anfang an existiert hätten und sich nur zu gegebener Zeit formiert und unter Mitspiel entsprechender Regulatorgene ausgedrückt hätten. Das erscheint, wie auch aus den gleich noch zu diskutierenden Vorgängen ersichtlich werden wird, sehr unwahrscheinlich, obwohl Schwabe das offenbar unhaltbare neodarwinistische MutationsParadigma aus sehr einsichtigen Gründen aufgibt. Das bedeutete, daß hinsichtlich Evolution eine Wechselwirkung zwischen Genom und Umwelt nur insoweit stattfände, als aus einem konstanten Reservoir neue NukleinsäurePermutationen ausgewählt würden (bei gleichzeitiger Depression des jeweiligen Restes). Dabei gibt es zahlreiche Hinweise, daß das Genom sehr kurzfristig auf »künstliche«, d.h. bei der »Ur Zeugung« gar nicht absehbare Einflüsse reagieren kann.

Erstaunlich genug sind schon die genetischen Reaktionen eines Lebewesens auf körperliche Beanspruchung, die Ausbildung von Pigmenten bei veränderter Sonneneinstrahlung, die Ausbildung von Schwielen bei erhöhter Beanspruchung der Haut oder die Mehrproduktion von roten Blutkörperchen bei erhöhtem Sauerstoffbedarf, wobei es nicht immer leicht zu unterscheiden ist, ob hier lediglich eine größere Zahl von bereits in dem Lebewesen vorhandenen

Proteinen produziert wurden oder bislang noch nicht benötigte Gensequenzen das erste Mal aktiviert werden. Einen deutlichen Hinweis, daß nicht nur eine Aktivierung »schlummernder« Gene vorliegt, sondern neue Gene zum Tragen kommen, findet man in den Immun und Resistenzerscheinungen, die stets eine genbestimmte enzymatische Reaktion sind: »Das stärkste Argument für eine programmierte Neusynthese von Resistenzgenen ist nach meiner Ansicht die Gesetzmäßigkeit der Resistenzentwicklung bei höheren Tieren, die wir bei längerdauernder Verabreichung praktisch gegen jedes Pharmakon oder gegen jedes natürliche oder künstliche Gift finden. Hier standen nicht darauf ist mit besonderem Nachdruck zu verweisen etwa bei der Resistenzbildung gegen Antibiotika bei Bakterien Millionen Jahre zur Verfügung (während der Pilze, aus denen ursprünglich Antibiotika gewonnen wurden, und Bakterien wechselwirken konnten, CB) sondern meist nur einige Monate oder allenfalls Jahre, weil es sich dabei um die Entwicklung einer Resistenz immer wieder von neuem bei jedem einzelnen Individuum handelt.« (Schmidt 1985, 162) Die Resistenzerscheinung ist für Schmidt nur eines von zahllosen Phänomenen, die für eine »Rückkopplung des kybernetischen Systems lebender Organismen mit der Umwelt« sprechen mit der klaren Zweckbestimmung: »Optimale aktive Anpassung an eine gegebene Umweltsituation.« (163) Ferdinand Schmidt greift in seinem Buch über die »Grundlagen der kybernetischen Evolution« die gängigen Argumente gegen den NeoDarwinismus auf und fügt ihnen zahllose Beispiele von Phänomenen in der belebten Welt hinzu, die sämtlichst der Zufallshypothese Hohn sprechen und zugleich die Hypothese der kybernetischen Steuerung des Genoms in Wechselwirkung mit der Umwelt unterstützen: Resistenzphänomene, Neo Orthogenese, biogenetische Grundregel, Atavismus, Organatrophie durch Nichtgebrauch, Koadaptation, die sogenannte mutative Präadaptation, Mimikry usw. sprechen für das universelle Regime der Wechselwirkung auch zwischen Genom und Umwelt: »Wäre es nicht geradezu widersinnig, wenn das Feedback Prinzip, das wir bei sämtlichen Stoffwechselfvorgängen auf allen Ebenen finden, ausgerechnet bei dem für die Erhaltung einer Art wichtigsten System dem Genom keine Gültigkeit hätte, obwohl seine Selektionsvorteile gerade hier unübersehbar zutage treten? (...) Mußte nicht wenn man der natürlichen Zuchtwahl eine so zentrale Bedeutung zugesteht wie gerade der Neo Darwinismus eine solche Rückkopplung zwischen Genom und Umwelt früher oder später geradezu zwangsläufig entstehen?« (317)

Diese Frage wird längst nicht mehr von allen Biologen verneint. Jeffrey W. Pollard stellt in einem Artikel für das Buch »Beyond NeoDarwinism« die rhetorische Frage »Is Weismann's Barrier absolute?« und beantwortet sie mit einem klaren »Nein«, indem er auf die reverse Transkriptase fremder RNS mit folgender Fixierung in der an sich abgeschirmt gedachten DNS Sequenz verweist (1984, 291 ff.; auch Steele et al. 1984, 217; Cullis 1984, 203 ff.) Ernest Schoffeniels führt dazu aus: »Nach der Entdeckung des genetischen Codes wurde die Doktrin von Weismann, welche erlernte Eigenschaften als erblich nicht übertragbar erklärt, praktisch in den Rang eines Dogmas erhoben. Information überträgt sich von der DNS auf die mRNS und drückt sich in der Primärsequenz von Proteinen aus. Aufgrund des zentralen Dogmas kann die Struktur eines Proteins die Basensequenz der DNS nicht beeinflussen: Information wird in Einbahnrichtung von der DNS auf das Protein übertragen.« (1984, 69) Man sollte allerdings hierbei nicht übersehen, daß die genetische Fixierung einer zu Lebzeiten erworbenen Eigenschaft nur ein Spezialfall der Rückwirkung von Protein auf die DNS darstellt. Was an chemischen Rückwirkungen auf die DNS möglich ist, hat mit abgeschnittenen Rattenschwänzen oder erworbenem Sozialverhalten kaum etwas zu tun. Schoffeniels kommt auf Experimente zu sprechen, deren Ergebnisse einen »rauheren Wind für das zentrale Dogma der Molekularbiologie« blasen ließ. Generell ist es möglich und auch bereits verifiziert worden, daß aus einer MatrizenRNS eine DNS synthetisiert und dann in das Genom integriert wird. Das kann sogar bedeuten, daß auch von vorhandenen Proteinen eine Umschrei-

bung auf DNS erfolgen könne. Welcher Weg – ob nun DNS-Protein oder umgekehrt – eingeschlagen wird, hänge sehr sensibel von den Umweltbedingungen ab. »Wenn man unter diesen Bedingungen den Einfluß des äußeren Mediums berücksichtigt, dann hat das nichts mit Lamarckismus zu tun, wie er allgemein definiert wird.« (71)

Generell sprechen die experimentellen Befunde dafür, daß eine von außen beeinflusste Formierung der DNS unter ganz bestimmten Bedingungen möglich ist. Fritz Popp erwägt in seinem Buch »Biologie des Lichtes«, daß die sogenannte »parasitäre«, also nicht in den Reproduktionszyklus eingebundene DNS (die ja einen großen Teil des Genoms ausmacht), durch Lichtabsorption in einem gewissermaßen kondensierten Ruhezustand gehalten wird. Dieses Licht ist letztlich Bestandteil informationstragender elektromagnetischer Wellen, die bereits im vorangegangenen Kapitel angesprochen wurden, und man kann nur darüber spekulieren, welche Formierungen in diesen DNS-Sequenzen stattfinden, die nach einem »Auftauen« zum Ausdruck kommen könnten. Da die Organismen mit Hilfe von Biophotonen Informationen unter anderem auch zur Verhaltenskoordination austauschen, kommt der »Biologie des Lichtes« gerade auf der molekularen Ebene der Evolution größte Bedeutung zu.

Rupert Riedl, der im Funktionssystem des Genoms ein »epigenetisches System« integriert sieht, das die Vermeidung unnötiger und unpassender Entscheidungen anstrebt, vermerkt: »Entscheidungen und Ereignisse bilden einen Wirkkreis, eine Einheit. Das zentrale Dogma der Genetik ist gebrochen. Die Konsequenzen für die Genesis sind noch kaum zu übersehen.« (1985, 155) »Genesis« ist die Erzählung von der Entstehung des Ökosystems Erde, keineswegs der Vorgang selber. Auf welchen paradigmatischen Kern wird eine zukünftige »Genesis« zusteuern? Kommende »Erzählungen« über die »Entstehung des Lebens auf der Erde« werden anerkennen, daß das gegenwärtige Ökosystem Erde ein nicht grenzenlos belastbarer Regelkreis ist. Die Biosphäre ist ein zusammenhängendes System, das nicht durch zufällige Mutationen von sanft changierenden Umweltbedingungen via natürliche Zuchtwahl in eine »bessere und schönere« (Darwin) Zukunft getrieben wird, sondern (nur in Grenzen variabel) ihr Fließgleichgewicht zu stabilisieren versucht. Was an zukünftigen genetischen Lösungen in dem universellen GenPool der Biosphäre gerade heranreift oder in uns nicht nachvollziehbaren Simulationsspielen bereits getestet wird, könnten wir durch ein Heraustreiben des Ökosystems Erde aus ihrem Fließgleichgewicht durch hartnäckige Strapazierung und Verbiegung der Randbedingungen vielleicht herausbekommen. Ob unsere Spezies dann noch über jene Gene verfügt, die seine Neugier in dieser Hinsicht anstachelt, ist eine Frage, die sich erst hinterher entscheidet.

8. DER ZUFALL - VON DER GÖTTLICHEN FÜGUNG ZUM EVOLUTIONSTRIGGER

Warum ein Meteoritenschlag zugleich ein Schlag ins Gesicht der Erdgeschichtler ist • Die kausale Reichweite katastrophischer Naturgeschichte: so kurz, daß die Versuchung, einen unrichtigen Zusammenhang herzustellen, gar nicht aufkommen kann • Warum die vordarwinische Naturgeschichte Katastrophen hinnahm: Sie waren das Werkzeug Gottes zur Gestaltung einer menschengerechteren Welt • Darwins größte Schwäche: das Hinwegfegen der Epochenvorstellung in Ermangelung geeigneter nichtkatastrophischer Ursachen für die Epochen-schnitte

Können wir Evolution als die Abfolge von Ausdrücken eines in sich abgestimmten universellen GenBestandes verstehen, der aufgrund veränderter Randbedingungen des Ökosystems über kurz oder lang »ausgereizt« ist und einem neuen Gen Bestand Platz machen muß? Nach den Begriffen moderner Systemtheorie, insbesondere denen der noch jungen Katastrophentheorie, ist nichts anderes zu erwarten (Saunders 1980; Woodcock 1978; Gilmore 1981). Wir haben aber nicht mehr als nur einige, wenn auch starke Indizien, daß neue GenBestände kopiert sind und deutliche Strukturänderungen wenn auch nur innerhalb einer Spezies und keineswegs bezüglich der gesamten Biosphäre bedeuten. Die Molekularbiologie macht diese Annahme also sinnfällig. Es müssen aber »äußere« Indizien hinzukommen, die das Heraustreiben des Systems aus seiner gegenwärtigen Konfiguration anzeigen und verständlich machen. Wir machen uns also auf die Suche nach Katastrophenindizien, und das in zweierlei Hinsicht: zum einen als reale katastrophische Ursache einer gleichermaßen heftigen Veränderung in der Ökosphäre. Auf diesen Aspekt konzentriert sich der wieder modern gewordene Katastrophismus in Geologie und Paläontologie. Katastrophale Folgen für die Ökosphäre können andererseits auch aus einem geringfügigen Vorgang erwachsen, meist wegen des Überschreitens eines kritischen Grenzwertes bestimmter Parameter, und wird von moderner Systemtheorie in Gestalt der »catastrophe theory« interpretiert.

Katastrophentheorien sind bei aller Evidenz der historischen Umbrüche sehr schwer in die moderne Naturgeschichte integrierbar. Der Grund dafür liegt in der Akausalität äußerer Einflüsse. Solange mit solchen Einflüssen nicht zu rechnen ist, lassen sich die evolutionären Vorgänge auf »irdische« Ursachen zurückführen, für die Spuren gefunden und prinzipiell jedenfalls zu einem geschlossenen Netz von Ursachen und Wirkungen geknüpft werden können. Allzuoft versagt dieses Unterfangen allerdings, denn für die explosiven Radiationen zum Beispiel sind entsprechend »starke« Ursachen kaum zu identifizieren. Wie sollten auch ihre Spuren zu finden sein, wenn für die nachgewiesene Neu oder Umgestaltung der Biosphäre lediglich die Mutation nur eines Bakterienstammes verantwortlich gewesen wäre. Ähnlich schwierigen Verhältnissen sieht sich der Naturgeschichtler angesichts realer Katastrophen gegenüber, denn die Ursache ist zufällig, sie beendet eine kausal eventuell doch zufriedenstellende Rekonstruktion und läutet einen Neuanfang dieser Arbeit ein, denn die ökologischen Verhältnisse können radikal anders sein und sind wenn überhaupt nur mühselig aus den Funden abzulesen. Ein Meteoritenschlag sei für die erdgeschichtliche Forschung »ein Schlag ins Gesicht«, denn die Forschung bemühe sich ja gerade, erdgeschichtliche Ereignisse aus irdischhistorischen Voraussetzungen zu erklären. (Hölder 1962; 358)

Vielleicht muß sich Naturgeschichte, und womöglich auch andere Formen der Geschichtsrekonstruktion, daran gewöhnen, daß erkannte Ordnung nicht bloß für ihre Entstehung, sondern

an erster Stelle für ihre Erhaltung aus sich heraus einer Erklärung bedarf. Ordnung wird nicht nur von äußeren Einflüssen unterhalten und reagiert auf deren Änderung nicht wie ein Pferd auf die Kandare. Eine Ordnung ist ein ganz spezieller Zustand, der durch die Wechselwirkung der Systembestandteile aufrechterhalten wird und gegen Störungen stabil ist. Ordnung kann auch nicht unter allen Umständen entstehen, die Elemente des Systems müssen spezielle Eigenschaften und Verhaltensweisen mit sich bringen oder, wenn es geht, dazu »gezwungen« werden.

Für die darwinistisch orientierte Naturgeschichte ist der Bestand an Lebewesen einer Epoche wie etwa des Tertiär »zufällig«. Hätten zuvor nur lokal etwas andere Lebensbedingungen geherrscht, dann wäre dort zwangsläufig aufgrund der selektiven Wirkung der natürlichen Zuchtwahl auf Dauer auch eine etwas abgewandelte Zusammensetzung von Flora und Fauna entstanden. Die lokale »Störung« hätte sich im Laufe der Zeit ausgebreitet und in eine sanfte Abwandlung der gesamten Biosphäre gemündet. In diesem Szenario erkennt man deutlich die Rolle des Zufalls im Darwinismus. Was entsteht, ist völlig egal, denn es geht stets ein Anpassungsprozeß durch die Natur, der durch die stetige Variabilität der Arten ermöglicht und von der natürlichen Zuchtwahl erzwungen wird.

Eine katastrophisch orientierte Naturgeschichte würde aber in der Biosphäre des Tertiär nichts Zufälliges im darwinistischen Sinne erkennen. Überspitzt formuliert sollte die Rekonstruktion aller Lebewesen aus der Kenntnis nur einer Art möglich sein. Prinzipiell ist das nicht zu viel verlangt. Bereits Cuvier rekonstruierte ganze Skelette aus der Ansicht nur weniger Knochen. Er konnte es, weil der funktionelle Zusammenhang eines tierischen Organismus bekannt war. So läßt sich von der Struktur eines einzigen gefundenen Zahnes auf das Verdauungssystem des Tieres schließen, auf sein Jägerverhalten und damit schon auf die Grundstruktur seines Skelettes. Nicht anders verfährt die Ökologie, die die gegenseitigen Abhängigkeiten und ursächlichen Beziehungen aller Komponenten eines Systems unter dem Aspekt der Funktionseinheit untersucht (Odum 1980, 11). Der Vergleich zwischen Einzelorganismus und Ökosphäre macht auch deutlich, daß die Vorgabe von gewissen Teilen des Systems für den Rest keine große Freiheit mehr läßt. Spätestens das letzte »Puzzleteil« ist grundsätzlich determiniert. Welches Teil wir aber auch aus einem System herausnehmen, es ist immer das »letzte«, es ist zur Bildung der Funktionseinheit unerläßlich und kann damit nur in Grenzen zum Spielmaterial der natürlichen Zuchtwahl werden.

Dieses Bild sollte man natürlich nicht überstrapazieren. Das Ökosystem der Erde weist auch Subsysteme auf, die nur schwach gekoppelt und einzeln in vielen Eigenschaften variabel sind, ohne die Reproduktion der anderen Subsysteme zu beeinträchtigen. Auch Fluktuationen sind anders zu interpretieren als zum Beispiel bei den im Labor hergestellten dissipativen Strukturen. Hier sind Schwankungen zeitlich gar nicht mehr aufzulösen. Ordnungssprünge treten schlagartig auf, die Zwischenstadien in derartigen Übergängen sind chaotisch und scheinbar ohne jeden Sinn. Die in den Fossilurkunden dokumentierten »Saltationen« sind letztlich kaum als schlagartig zu interpretieren, auf jeden Fall nicht, wenn parallele Entwicklungssprünge betrachtet werden, die nicht alle »gleichzeitig« geschehen sind. Das Ökosystem Erde ist flexibler als der Inhalt eines Reagenzglases, wo die Phasenübergänge minutiös durch das Übertreten von kritischen Werten der Kontrollparameter eingestellt werden können. Dennoch ist für eine katastrophisch orientierte Naturgeschichte der Zufall ein makroskopischer Einflußfaktor: Er hat auf mikroskopischer oder lokaler Ebene keine Chance zum ungestörten Manipulieren, da der Funktionszusammenhang entweder erhalten bleibt oder einen neuen Zustand anstrebt, für dessen morphologische Nachbarschaft zum vorausgegangenen Zustand es keine Gewähr gibt. Der Zufall wirkt auf der Ebene der Fluktuationen, die in mancher Hinsicht ohne Folgen groß werden können, in mancher Hinsicht aber schon bei der geringsten

Amplitude das ganze System aus seinem stationären Gleichgewicht heraus und in eine andere Ordnung hineintreiben, die nicht mehr zufällig, sondern durch die neuen Randbedingungen determiniert ist.

Die kausale Reichweite der katastrophischen Naturgeschichte ist also kürzer, als man gewohnt ist. Sie bezieht die Randbedingungen, soweit sie von außerhalb der Erde oder auch vom Erdinnern stammen, nicht mit ein. Die Freiheit des Systems rührt nicht aus der beliebigen und vielleicht sogar vom Menschen beeinflussbaren Variabilität eines einzigen UrSystems, sondern aus der Vielzahl realisierbarer Systeme, deren »Epochenfolge« keiner Notwendigkeit gehorcht, sondern zufällig sein kann.

Man darf also feststellen, daß Darwin und mit ihm auch die moderne Biologie es mit der kausalen Reichweite ihrer Naturgeschichte zu weit getrieben haben. Darwin versucht genau da zu erklären, wo es im strengen kausalen Sinne gar nichts zu erklären gab, nämlich bei den Ursachen für Epochenübergänge, die er eigentlich ja gar nicht akzeptierte, sondern durch die Einführung von nie dagewesenen Zwischenvarietäten verwischte. Darwin ist gewissermaßen das Opfer der Theorie geworden, die er überbieten bzw. ausbooten wollte: des Katastrophismus teleologischer Prägung, wie er seit den Anfängen moderner Naturgeschichte bestanden hat. Dieser Katastrophismus war absolut kausal, er deutete, kurz gesagt, jede stattgehabte Katastrophe als ein von Anfang an geplantes Mittel, um der Erde auf Dauer eine angemessene Gestalt für die noch zum Leben zu erweckenden Menschen zu geben. Darauf gehe ich ausführlicher ein, denn Darwin sah seine Aufgabe nicht nur darin, diese kausale Erklärung für nichtig zu erklären, sondern sich am gleichen Gegenstand unter der gleichen Perspektive an einer bloßen Umbenennung der angeblich erkannten Kausalstränge zu versuchen, die nach heutigem Forschungsstand unter dem Aspekt innerweltlicher Ursachen für die Naturgeschichte gerade die unwesentlichen weil am wenigsten erklärbaren sind.

Bis Darwin und noch weit über ihn hinaus war Naturgeschichte eine wissenschaftlich angelegte Interpretation der Heiligen Schrift. Unsere Urgroßeltern wuchsen mit der Gewißheit auf, daß Gott die Natur und insbesondere den Menschen erschaffen hat. Jede wissenschaftliche Theorie machte vor diesem Faktum halt, auch Darwin sprach von der göttlichen Urschöpfung einiger weniger niederer Organismen. In einer solchen Atmosphäre mußte er also seine Theorie der innerweltlichen Ursachen für die Evolution der öffentlichen Diskussion übergeben. Einer Öffentlichkeit also, die sich der Gründe für das »Sosein« der Natur gewiß war. Sie war für den Menschen eingerichtet. Das folgte einesteils aus den von der Kirche vermittelten Taten und Versprechungen Gottes, anderenteils war es auch ganz offensichtlich. Bis dato hatte noch jede Theorie der Natur diese Tatsache als Konvergenzpunkt aller Erklärungen akzeptiert, und alle Fachdisziplinen von der Geologie über die Biologie bis zur Paläontologie waren bei der Interpretation ihrer Objekte damit sehr gut gefahren.

Die Natur war eine von Gott geschaffene Ordnung zum Zwecke der Vollführung des Heils am Menschen, Eine erste Ahnung von der Bedeutung dieser Heilsgewißheit bekam ich durch die Lektüre von John Rays »Sonderbares Kleeblätlein. Der Welt Anfang, Veränderung und Untergang«, das in der deutschen Übersetzung 1698 erschien. (Daß ich in WestBerlin überhaupt in der Lage bin, derart alte Bücher am Ort lesen zu können, ist der Tatsache zu verdanken, daß die naturgeschichtliche Abteilung der Staatsbibliothek bei Kriegsende in den Westteil der Stadt »gerettet« wurde und offenbar fast vollständig erhalten geblieben ist. Nichtsdestotrotz muß man u.U. nach OstBerlin fahren, um im dortigen Katalog Bücher herauszusuchen, die es dann wiederum in WestBerlin auszuleihen gilt. Eine sehr eigenartige Archäologie menschlicher Artefakte ...) Den entscheidenden Aufschluß gaben mir keineswegs explizite Formulierungen über die Bildungstendenzen der Natur unter dem Vorzeichen

der Heilsabsicht, sondern vielmehr die Art, wie Ray mit Indizien umging, die diesem Selbstverständnis entgegenstanden, wie z.B. die sich häufenden Funde von Fossilien, denen man seinerzeit zunehmende Beachtung zu schenken begann.

Schon Leonardo waren die zahlreichen Überreste von Meerestieren aufgefallen, die man bei Wanderungen durch die italienische Hochebene finden konnte. Ray war sich nun darüber im klaren, daß diese Überreste von denen die imposantesten die sogenannten Ammonshörner waren nicht aus der Zeit der Sintflut stammen konnten, denn, so fragte er sich zu Recht, warum sollten sie sich dann so begrenzt abgelagert haben, wie man sie seinerzeit auffand. Dann müßten sie sich vielmehr über alle Gegenden verstreut und nicht in einigen wenigen Lagerstätten gesammelt haben, wo sie auch noch in einer verblüffenden Dichte aufzufinden waren. Wenn also diese an sich verlockende Erklärung nicht in Frage kam ein Zugeständnis, dem man einige Achtung entgegenbringen kann, dann konnte man sich vielleicht mit dem Gedanken zufriedengeben, daß diese Schalenreste gleich Pflanzen in der Erde gewachsen waren. So eigenartig das in unseren Ohren klingen mag, zu Rays Zeiten stand diese Theorie hoch im Kurs. Doch Ray sah sich auch hier gezwungen, den über etliche Seiten geführten Beweis anzutreten, daß dieses aus natürlichen Gründen überhaupt nicht ginge.

Wie die Wurzeln eines Baumes sich den Hindernissen im Erdreich anpaßten, so müßten auch die Ammonshörner Zeugnis von den Gegebenheiten des Bodens ablegen und könnten nicht in unbeeinträchtiger Weise und einander auch noch so ähnlich im Boden wachsen. Darüber hinaus sei dieser Gedanke schon deswegen abwegig, weil er den »Atheisten ein Gewehr in die Hand« gebe, daß diese beweisen könnten, »daß die Thiere von ungefähr hervorgebracht und keine Dinge von einem gewissen AugMerck oder Absehen (seien); das (wäre) dann Wasser auff seine Mühlen« (Ray 1698, 181). Die Tiere seien schließlich zu einem Ende erschaffen, und es ginge nicht an, daß da Tierüberreste existierten, die zu nichts anderem nützten, als die Neugierde der Menschen aufzuzehren. »Weiter, so ist es wahrscheinlich, daß, eben wie kein neues Geschlecht von Thieren hervorgebracht wird, nachdem sie allzumal aus dem im Anfang geschaffenen Samen erzeugt wurden, also auch gedachte Vorsehung, ohne die nicht ein einzelner geringer Sperling auf die Erde fällt, sothanig für alle die geschaffen sind, wache und Achtung gebe, daß kein ganzes Geschlecht durch einigen Zufall davon vertilgt und ausgerottet werde.« (Ray 1698, 187)

Rays Ausweg für die Deutung der Fossilien bestand in dem ihn selber nicht zufriedenstellenden Gedanken, daß man noch lebende Exemplare dieser eigenartigen Tieren in entlegenen Bereichen des Meeres wohl finden könnte. Ein Verfahren, das die Gradualisten späterer Jahrhunderte hemmungslos übernommen haben, um fehlende Zwischenvarietäten zu »realisieren«. Im schlimmsten Falle müsse man davon ausgehen, »daß viele Sorten der Thiere der Welt verlorengegangen, welches die Weltweisen und GottesGelehrten nicht zugeben wollen, vermeynent, daß durch die Vertilgung eines Geschlechtes das ganze All zum Krüppel und unvollkommen gemacht würde«.

Man muß ganz klar sehen, daß alle uns eher modern anmutenden Zugeständnisse an die wahre Naturtheorie, die zur Not auch mit dem wörtlichen Bericht der Bibel oder doch mit ihrer Exegese kollidieren dürfen, dem einen Gedanken geschuldet sind: *natura nihil facit frustra* die Natur (und damit Gott) tut nichts umsonst. Die Erde, so wie sie ist, ist gebildet worden, damit die Menschen darin leben können, und eine Enttäuschung in dieser Hinsicht ist unannehmbar.

Der Heliozentrismus war weniger gefährlich für diese Gedanken gewesen, als man zunächst annehmen würde. Die Newtonsche Mechanik war das gegebene Medium, um die Gewißheit zu stärken, daß Gott der Natur einen Rechtsvertrag aufgezwungen hatte, laut dem es ausge-

schlossen war, daß sich das UrChaos anders als zu einem »notwendig schönen Ganzen« (Kant 1977, 234) entwickeln konnte. Kants »Allgemeine Naturgeschichte und Theorie des Himmels« eröffnete auf raffinierte Weise die Vision, Gottes Heilsabsicht nicht mehr durch die permanenten Eingriffe hindurch gewahrt werden zu müssen, sondern sie in der Aufdeckung von der Neuzeit nun ungleich vertrauenserweckenderen Naturgesetzen als auferlegte Rechtsverträge erblicken zu dürfen. »(...) dem Souverän, Gott dem Schöpfer, (wird) im Zeitalter des Endes allen Absolutismus gewissermaßen eine Verfassung abgerungen!« (Illies 1984, 33)

In diesem Zusammenhang wird auch die Bedeutung des Katastrophismus ersichtlich, der eine überaus wichtige Rolle in den Naturtheorien spielte. Diese Katastrophen waren eine der letzten Agenten für den treusorgenden Gott, im Rahmen der selbsterlassenen Gesetze doch noch in das Naturgeschehen eingreifen zu können. Lesen wir dazu, was der Theologe und Naturforscher Reimarus 1802 veröffentlichte: »Alles war von Anfang an so eingerichtet, daß Ordnung, Schönheit und Genuß daraus entspringen mußte. Wenn unser Überblick weiter reichte, so würden wir gewiß einsehen, daß, wie Kant von den einzelnen Geschöpfen bemerkt, so auch im Ganzen der Natur, alles wechselseitig Zweck und Mittel, alles Zusammenhang, Einstimmung, Ordnung sey. Unordnung, Regellosigkeit war also niemals da: so hätte diese Welt nicht entstehen können, in der wir allenthalben die Spuren eines Zweckes finden.« (Reimarus 1802, S. 17) Auch für Reimarus war der Befund über die Massengräber, in denen man Meeres- und Landtiere zusammen auffand, oder die Ausgrabung von Nashörnern aus tropischen Gegenden im hohen Norden nur ein willkommenener Anlaß, folgendes zu entwickeln: »Was aber auch die zunächst wirkende innere oder äußere Ursache gewesen sein mag, so war es doch kein blinder ungefährer Zufall und entstand auch nicht aus einem späteren Entschlusse des Schöpfers, etwas in seinem Werke zu verändern. Es gehörten vielmehr diese Umwälzungen in den weislich entworfenen Plan der Schöpfung: Sie dienten zur weiteren Ausbildung der Erde und ihrer Bewohner. es waren Vorbereitungen um Werkzeuge für empfindende und endlich auch für denkende Wesen hervor zu bringen.« (Reimarus 1802, 58)

Diese Bedeutungsgebung war kein Einzelfall, sondern Konsens innerhalb der Wissenschaft. Auch Buckland, anerkannter Kopf der geologischen Wissenschaft noch in den vierziger Jahren des 19. Jahrhunderts, beschwor das Bild eines Gottes, der die Katastrophe als Mittel zum Zweck der Fürsorge einsetzte: »Wenn wir entdecken, daß die sekundären Ursachen (secondary causes) jene aufeinanderfolgenden Umbrüche nicht blind oder zufällig, sondern zu einem guten Ende hervorgebracht haben, so haben wir den Beweis, daß nach wie vor eine bestimmte Intelligenz das Werk fortsetzt, direkt einzugreifen und die Mittel zu kontrollieren, die ursprünglich in Gang gesetzt hat.« (Buckland 1820, 18 f.)

Von zentraler Bedeutung für die Inaugenscheinnahme katastrophischer Einwirkungen als Indizien der göttlichen Zuwendung und Heilsabsicht war die jahrhundertlang unbestrittene (und nach der Fundlage auch unbestreitbare) Tatsache, daß man keine menschlichen Überreste zusammen mit ausgestorbenen Arten in irgendeiner fossilführenden Schicht auffinden konnte. Aber bereits Cuvier mußte 1830 etliche Seiten seines Buches über die »Umwälzungen der Erdrinde« darauf verwenden, solche »angeblichen Funde« als »Hirngespinnste« zu entkräften. Eine solche Entdeckung hätte der bibelkonformen Wissenschaft die ja durchaus evidenten Katastrophen als Argumente für die Heilsabsichten Gottes aus der Hand geschlagen. 1858, ein Jahr vor der Veröffentlichung von Darwins »Entstehung der Arten«, war es dann soweit: Menschliche Artefakte wurden zusammen mit Überresten ausgestorbener Tierarten gefunden, und die Sicherheit vor den »Umwälzungen der Erdrinde« war dahin. Diese Umwälzungen waren bislang das kausale Band für die Naturgeschichte gewesen. Als innerweltliche Ursache, also ohne deren zielgerichteten Einsatz durch einen wohlwollenden Gott,

erschieden sie blindwütig und bedrohlich, sie waren »ohne weiteres« einfach nicht mehr akzeptabel. Dieser Gefühlslage konnte Darwin mit seinem Buch auch entsprechen. Mit den Katastrophen warf er zugleich jede Epochenvorstellung jenseits bloßer Klassifizierungshilfe aus der Naturgeschichte hinaus. Eine Unterscheidbarkeit von Epochen, die auf je spezifische und vielleicht sogar gewalttätige oder nur zufällige Einflüsse zurückzuführen gewesen wäre, hätte den diskontinuierlichen Befund der Fossilurkunden in ein anderes Licht als das der Lückenhaftigkeit gestellt und seiner Theorie den Ruf tendenzieller Akausalität beschert. Gerade hier konnte und wollte er der teleologischen Naturgeschichte nicht unterlegen sein, die auch noch jedes kleinste Insekt letztlich mit der absichtsvollen göttlichen Vorsehung zu erklären vermochte.

In die kausale Leere, die sich für die nachgewiesenen und auch gebilligten Epochenübergänge mit dem wachsenden Mißtrauen, in das den Menschen angeblich zuträgliche Lenken der Naturgeschichte von außen auftat, stieß Darwin mit seiner Theorie hinein. Er flickte das Vertrauen an einer Stelle, die man sich aus mehreren Gründen genauer ansehen sollte. Die vordarwinsche moderne Naturgeschichte wurde im Prinzip nicht anders geschrieben als die sattsam bekannten Mythologien der Völker über die Zeitalter der Erde, die dazwischenliegenden Vernichtungen sowie über das Spiel der göttlichen Mächte, das mehr oder weniger bedrohlich erschien, von den Menschen aber als letztlich doch zu einem guten Ende führend »rationalisiert« wurde. Menschheitsgefährdende Ereignisse wurden niemals auf eine Laune der Natur zurückgeführt. Was Darwin in stromlinienförmiger Fortführung des Heilsprogramms der teleologischen Naturgeschichte über Bord warf, die nicht weiter erklärbaren und auch nicht vorhersehbaren Eingriffe in die irdische Ökosphäre, entpuppt sich als jener Zufall in einer katastrophischen Naturtheorie, der Evolution erst produziert.

9. DIE ZUKUNFT DES KATASTROPHISMUS

Die Undenkbarkeit des Katastrophismus: Wo wäre denn die schöpferische Kraft, die die aufgerissenen Lücken wieder flickt? • Das neue Paradigma der Biologie: Die Umorganisation der Biosphäre folgt einem Attraktor • »we are now all catastrophists!« • Was Gentechnologen aus der »Sesamstraße« lernen könnten: Der Turm fällt um, wenn ein Teil herausgegriffen wird • Warum starben auch die wenigen schon existierenden Säuger am Ende der Kreide? • Wie kam Marsgestein in die Antarktis? • Wenn es nach Darwin gegangen wäre: kein Fossil nirgendwo

In bezug auf den Katastrophismus herrscht immer noch ein Mißverständnis, das sich seit der Absetzung des Katastrophisten Cuvier als König der Erdgeschichtler hartnäckig hält. Cuvier interpretierte die Schichtenfolge mit ihren neu auftauchenden Arten bzw. Artvarietäten so: Katastrophen vernichteten Flora und Fauna total, damit Gott die belebte Natur neu schaffen konnte und das etliche Male. Der Ökologe Joachim Illies kommt genau darauf zurück, wenn er den »totalen Faunenwechsel« zu verschiedenen Zeit»Punkten« der Erdgeschichte diskutiert: »Entweder wurden die alten Arten radikal vernichtet, und eine Neuschöpfung brachte die veränderte neue Fauna (das ist die Katastrophentheorie Cuviers!), oder die Arten haben sich gewandelt. Die Möglichkeit von Katastrophen ist zwar keineswegs auszuschließen, wohl aber die einer spontanen Neuschöpfung, die aus dem Nichts, also ohne verwandtschaftliche Vorläufer, einen neuen Start des Lebens gebracht hätte.« (Illies 1984, 71)

Der Katastrophismus ist und bleibt innerhalb der Wissenschaften auch deswegen undenkbar, weil er immer noch mit der »Generatio spontanea« in Zusammenhang gebracht wird. Er wird als Agent verstanden, der große Lücken in den Bestand der Lebewesen reißt und dann das Feld einer schöpferischen Kraft zu räumen hätte, die diese Lücken wieder flickt, denn die mutativen langsamen Variationen wären viel zu träge, um diese Regeneration zu ermöglichen. Wenn dagegen unterstellt werden kann, daß der Funktionszusammenhang der Biosphäre vom Genom bis zum Biotop einen »Attraktor« darstellt, auf den hin sich die Moleküle unter bestimmten Bedingungen zwangsläufig entwickeln mußten, so ist eine katastrophische Störung dieser Konstellation nur der Ausgangspunkt zur Ansteuerung eines neuen Attraktors, indem sich die Biosphäre womöglich mit neuen Arten neu organisiert, ohne daß eine »schöpferische Kraft« von außen eingreift. Das Paradigma des Darwinismus ist das Ziel und herrenlose Umherdriften der Struktur der Biosphäre, wo alles offen ist, auch für die Manipulationen des Menschen. Das neue Paradigma der Biologie wird in dieser Attraktorvorstellung bestehen, der die begrenzte Variationsfreiheit der Biosphäre und die Tatsache von Struktursprüngen zugrunde liegen. Dazu muß man bereit sein, das »missing link« in seiner Eigenschaft als universalen Klebstoff, der die bekannten Arten bzw. ihre Varietäten zu einer »great chain of being« von der Aminosäure bis zum Menschen vereint, über Bord zu werfen. Solange man allerdings sicher ist, »missing links« irgendwann doch noch zu entdecken, bleibt Naturgeschichte das feste Bett für den ununterbrochenen Fluß sich allmählich ablösender Artvarietäten: sanfte Rundungen des Ufers, hin und wieder eine Stromschnelle, aber nichts, was den Lauf des Flusses ernsthaft stören könnte. Der Glaube an das »missing link« bedarf auch des Glaubens an eine sich stetig und nur langsam entwickelnde Natur in Bahnen, die durch keine plötzliche Störung betroffen werden könne. Allenfalls das Aussterben von Arten kann akzeptiert werden, aber nicht die Entwicklung einer neuen Art ohne »Anhang« an

die bereits existierenden durch ein »link«, das dem Übergang den Geruch des Abrupten nimmt und ihn sanft und stetig macht.

Die »Große Kette der Lebewesen« war bis Darwin ein Schlagwort zur Betonung der Vollständigkeit des in einer jeweiligen Epoche präsenten und von Gott geschaffenen Zoos: Gott hatte in seiner Vollkommenheit keine denkmögliche Spielart unter den Lebewesen ausgelassen. Katastrophen mußten radikal sein, denn bei einem Eingriff Gottes ging es ja nicht um kleinere Korrekturen, sondern um die völlige Neugestaltung von Flora und Fauna. Darwin hatte diese »Kette« umfassend verzeitlicht, und wenn die Vorstellung einer Kette sinnvoll sein sollte, dann durfte es auch jetzt keine Unterbrechungen geben.

Die noch junge punktualistische Theorie der Evolution akzeptiert zwar eine Artveränderung in einem im erdgeschichtlichen Sinne abrupten Sprung, bedient sich daher dennoch ähnlich ihrer gradualistischen Muster einer knallharten Hypothese, die im Gegensatz zur »missing link«-Hypothese von vornherein unbeweisbar ist (und es womöglich auch sein soll?). Diese Hypothese baut auf die Absonderung einer kleinen Population womöglich nur eines Paares (Stanley 1983, 159; Gould/Eldredge 1977, 115; dies. 1972; Mayr 1963; Gould 1980), die dann einer Veränderung unterliegt, sich ungetrübt fortpflanzt, um später in den ursprünglichen Lebensraum einzubrechen und die unveränderte Art zu verdrängen. Diese These konzentriert sich auf den Vorgang der Abtrennung einer kleinen Population, und sie tut es aus gutem Grund: »Eine neue Chromosomenordnung wird in der Regel nur in einer kleinen Population fixiert, die in der Inzucht rasch für ihre ausgewogene Verankerung sorgt.« (Stanley 1983, 154)

Man muß sich aber darüber im klaren sein, daß man es hier mit einer Arbeitshypothese zu tun hat, die erklären soll, warum eine Art lange stabil ist, um dann irgendwann plötzlich von einer neuen Variante abgelöst zu werden. Die punktualistische Theorie behauptet also, daß die »missing links« zwar existiert hätten, aber daß sie nicht gefunden werden können, weil ihre Population so klein gewesen sein muß, daß auf ihre Konservierung und spätere Ausgrabung dann nicht zu hoffen ist (vgl. Vogel 1983, 221).

Die punktualistische Theorie setzt auf das im allgemeinen unwahrscheinliche Zusammentreffen von Abtrennung einer fortpflanzungsfähigen und Inzucht treibenden Population mit einer Beeinflussung des Erbmaterials. Der Einfluß der Umgebung ist erst in zweiter Hinsicht für die Frage von Bedeutung, ob etwa die neue Artvarietät einen Selektionsvorteil gegenüber ihrem Stamm hat oder nicht. Geht man auf die Fossilienfunde zurück, so bleiben nur karge Informationen übrig. Findet man die Abfolge von Art und Artvarietät in einer Schicht, so bildet die punktualistische Theorie tatsächlich einen vernünftigen Erklärungsansatz. Ganz anders aber sieht es aus, wenn die Art mit der Schicht selber ausstirbt und man neue Artvarietäten in der darüberliegenden Schicht findet. Hier macht die Beschränkung auf die Frage, ob inzestuöse Fortpflanzungsbedingungen mit einer sowieso äußerst seltenen Änderung des Erbmaterials zusammentreffen, keinen Sinn mehr.

Der Blick hat sich auf drastische Änderungen der Lebensbedingungen zu konzentrieren, die entweder für den Eingriff in das Erbmaterial verantwortlich sind oder was wahrscheinlicher ist lediglich den Übergang zum Ausdruck bereits vorhandener »GenBatterien« initiieren. Während in »ruhigen Zeiten« inzestuöse Fortpflanzungsbedingungen wahrscheinlich nur durch Abtrennung einer kleinen Population zustandekommen, beantwortet sich die Frage nach diesen Bedingungen für »bewegte Zeiten« von allein: Drastische oder gar katastrophische Einwirkungen auf die Lebenssphären reduzieren die vorhandene Population im allgemeinen sehr stark. Inzestuöse Fortpflanzungsbedingungen als wichtige Grundlage für die Fixierung eines veränderten GenMaterials wären durch die Entdeckung von Indizien für Kata-

strophen (in der Erdgeschichte) impliziert und müßten nicht erst durch mehr oder weniger vage Isolierungsszenarien glaubhaft gemacht werden. Mit anderen Worten: Ein Punktualist, der mit der Annahme von rasanten Entwicklungsschüben »A« gesagt hat, sollte auch »B« sagen; der Katastrophismus ist ein integraler Bestandteil seiner Theorie, eigentlich sogar ihr Trumpf, denn die Aufdeckung von Katastrophenindizien impliziert eben jene Bedingungen, die die punktualistische Theorie für ihre Erklärung von Entwicklungsschüben voraussetzt. Tatsächlich haben einige »Punktualisten« wie etwa ihr wortgewandtester Exponent, Stephen J. Gould, »B« gesagt, und dieses »B« führt er mit fünf Argumenten aus:

- 1) »Gradualismus wirkte in den vergangenen einhundertfünfzig Jahre als ein ernsthaft einengendes Vorurteil für die Geschichte der Geologie.
- 2) Gradualismus wurde weder von Lyell noch von Darwin in den Steinen bewiesen, sondern wurde vielmehr als Vorurteil über die Natur installiert. Die Wurzeln dieser Doktrin liegen gleichermaßen in der allgemeinen Kultur und Ideologie und in aus Naturphänomenen gezogenen Schlüssen.
- 3) Obwohl einige Ergebnisse der geologischen Forschung zu dem konventionellen gradualistischen Modell paßten, gilt dies für viele andere nicht. Wir benötigen eine pluralistische Ansicht von der Natur.
- 4) Viele wesentliche Veränderungen in der physikalischen und biologischen Geschichte der Erde vollzogen sich als >punctuational change<, d.h. als relativ schnelle Umbrüche zwischen näherungsweise stabilen Gleichgewichten. Für gewöhnlich können Systeme äußere Belastungen bis zum Erreichen eines Schwellenwertes absorbieren, ab dem sie dann zu einem neuen stabilen Zustand übergehen. (Gould zieht den Begriff >punctuational change< [etwa plötzlicher im Sinne von trennender Wechsel] dem Begriff >catastrophic< vor, >um sowohl die Stabilität der Systeme als auch die Konzentration des Umbruch auf kurze Episoden, während der das alte Gleichgewicht zusammenbricht und an ein neues sich etabliert<, zu betonen.)
- 5) >Punctuational change< ist während des vergangenen Jahrzehnts in vielen Disziplinen zu einer beliebten Vokabel geworden. Indem die Katastrophisten mit ihrem unbeirrten Blick für empirische Tatsachen die Realität diskontinuierlicher Wechsel verteidigten, haben sie an einem essentiellen Teil des Naturgeschehens festgehalten.« (Gould 1984a, 16 f.)

Gould führt ein Beispiel aus der Wissenschaftsgeschichte an, um die Unterdrückung vernünftiger, d.h. in diesem Falle katastrophistischer Hypothesen zu verdeutlichen. Es ist der Fall »Bretz«. J. Harlan Bretz veröffentlichte 1923 seine aufsehenerregende und zugleich unorthodoxe Erklärung für eine Ansammlung paralleler, tiefgehender Auswaschungen vorher bestehender Wasserrinnen in einem Landstrich im Staate Washington, den »Channeled seablands of Eastern Washington«. Bretz behauptete kühn, aber mit guten Gründen, daß diese Auswaschungen durch eine plötzliche Überflutung mit Wasser aus dem benachbarten ColumbiaPlateau zustande gekommen seien. Es müsse eine Katastrophe gewesen sein, die zur Entleerung des Plateaus geführt habe (Bretz 1923, 649). Diese Ansicht erfuhr einhellige Ablehnung. Die Hauptschwierigkeit bestünde in der Idee, daß alle Kanäle sich kurzfristig zur gleichen Zeit gebildet haben sollen. Das Problem wäre doch kleiner, wenn weniger Wasser, dafür aber mehr Zeit und damit wiederholte Überflutungen unterstellt werden könnten, die das Werk der Auswaschung vollbracht hätten. (vgl. Gould 1984a, 18 f.) Die Hauptschwierigkeit für die Widersacher von Bretz bestand in der bloßen Abweichung von ihrem gradualistischen Standpunkt. Es wurde nicht inhaltlich diskutiert, sondern die Methode an sich abgelehnt. Nachdem rund 45 Jahre später mit dem MissoulaSee eine angemessen große Wasserquelle, die sich

mehrmals plötzlich in die scablands ergossen haben muß, unterstellt werden konnte, wurde Bretz' Rekonstruktion unter beinahe einhelliger

Zustimmung in den Katalog der geologischen Szenarien übernommen. »We are now all catastrophists«, dieser Satz beendete das Glückwunschtelegramm an Bretz, mit dem ihm die Verifizierung seines hypothetischen Szenarios nach einer Exkursion in diese Gegend übermittelt wurde.

Auch Gould stellt lakonisch fest: »Aber auch gar nichts in der Theorie der natürlichen Zuchtwahl verbietet die Berücksichtigung von, verglichen mit der mittleren Lebenszeit einer Art, plötzlichen Umbrüchen.« (22) Darwin widersetzte sich aber dieser Möglichkeit und kanalisierte die zukünftige Arbeit der Evolutionsforschung in die Anstrengung, wenigstens die wenigen glücklicherweise fossilisierten Exemplare eines weitverzweigten und kontinuierlichen Stammbaums aufzufinden und in ihn einzuordnen. »Die meisten, wenn nicht sogar alle der >klassischen< Beispiele sind einfach falsch.« (22) Doch das Augenschließen vor den stratigraphischen Ergebnissen und das Beharren auf dem gradualistischen Dogma machten, und das sei das eigentlich traurige Resultat für die Wissenschaft, gleichermaßen blind für das eigentliche Phänomen der Evolution: daß die meisten Arten während der Zeitspanne ihrer Existenz kaum variieren und daß neue Arten, perfekt und komplett im Aufbau, ganz plötzlich alte Arten ersetzen. »Zusammengefaßt sieht man evolutionäre Ereignisse am häufigsten in Speziationseignissen konzentriert: Speziation erscheint für gewöhnlich sehr schnell (d.h. in >Hundertern oder Tausenden von Jahren<, CB) in sehr kleinen Sub Populationen, die an der Peripherie der Ahnenpopulation isoliert sind. (...) Wir erwarten nicht, das Ereignis des Übergangs selber aufzufinden. Wir treffen die neuen Arten erst an, wenn sie das ursprüngliche Gebiet bereits erfolgreich in Besitz genommen haben das verbirgt sich hinter dem >plötzlichen Auftauchen<. Evolution ist eben keine langsame und stetige Transformation einer Ahnen Population in veränderte Nachfolger, sie ist vielmehr eine Serie seltener plötzlicher Ereignisse, die bestehende und stabile Systeme ineinander überführen begrenzte Gleichgewichte.« (Gould 1984a, 24)

Gould beendet seinen Übersichtsartikel mit einem Hinweis auf das steigende Interesse, das die von René Thom entwickelte Katastrophentheorie im Hinblick auf den neuen Diskussionsgegenstand des »punctuational change« erregt. Stetige Änderung einer Kontrollvariablen kann diskontinuierliche Eingriffe produzieren. Das ist die Kernaussage dieser Theorie, die sich im wesentlichen mit der Mathematik gekoppelter Differentialgleichungen beschäftigt und nach eben den Kopplungen (»Katalysen«) sucht, die zu diskontinuierlichen Lösungsscharen führen. Eines der interessantesten Ergebnisse für die Biologie ergibt sich auf dem Gebiet der Morphogenese. Mit einfachen Modellen für die Wechselwirkung (»Kreuzkatalyse«) von GenAktivatoren und Inhibitoren ist man den Form und Farbgebungen bei Pflanzen und Tieren in der Wachstumsphase auf der Spur (Meinhardt 1987, 215 ff.). Hier liegt auch der Unterschied zum Katastrophismus der Geologie, die eine proportionale Abhängigkeit zwischen der Heftigkeit der Ursache und den Ausmaßen der Wirkung unterstellt. Daß es in dieser Hinsicht gar keine direkte Kopplung geben muß, daß vielmehr kleinste Wirkungen (bzw. Variationen schon bestehender Wirkungen) Veränderungen großen Ausmaßes nach sich ziehen können, ist bei der folgenden Untersuchung von Katastrophen Indizien für die Erdgeschichte stets zu berücksichtigen und soll durch ein Beispiel aus der Astrophysik noch erhellt werden, das die Stabilität des Sonnensystems betrifft.

Das Sonnensystem gilt als sensibel gegen Störungen. Nicht unbedingt in dem Sinne, daß bereits kleinste Störungen die Planetenbahnen ins Chaos versetzen, sondern daß sich das Sonnensystem stabilisiert hat, aber dennoch in gewissen Konstellationen der Planeten kleine

»Eingriffe« von außen die Struktur nachhaltig verändern könnten. Es existieren Resonanzen zwischen den Umlaufbahnen untereinander und der Umlaufbahnen mit den Eigendrehungen der Planeten. Welche Evolutionsmechanismen zu diesen stabilen Zuständen geführt haben, ist nicht eindeutig geklärt. Man geht davon aus, daß zumindest die Resonanzen bezüglich der Eigendrehungen mit dem »Prinzip der minimalen Dissipation« erklärt werden können, d.h., daß die Planeten möglichst so rotieren, daß die Effekte von Ebbe und Flut bei der Wechselwirkung mit den anderen Planeten in dem flüssigen Planeteninnern eine möglichst geringe Wärmeentwicklung bewirkt. Für die Entwicklung stabiler Planetenbahnen gibt es mehrere Erklärungsmöglichkeiten. Zum einen können die Gravitationswechselwirkungen allein schon die Evolution in einen stabilen Zustand bewirken (Blöss 1983, 26), zum anderen Störungen die Konfiguration des Sonnensystems in einen Zustand treiben, der auf Störungen selber dann im allgemeinen nicht mehr anspricht. Dennoch kann es kritische Phasen geben, in denen minimale energetische Wechselwirkungen mit irgendwelchen herumstreunenden Fremdkörpern das System sich völlig neu ordnen läßt. Hier wäre das Verhältnis zwischen Ursache und Wirkung tatsächlich völlig durcheinandergeraten.

Uns interessieren natürlich die Zusammenhänge in der molekularen Welt und nicht die auf der astronomischen Ebene. Sollte sich herausstellen, daß das Genom als dynamisch organisiertes System einer ähnlichen Sensibilität gegen Störungen von außen unterliegt, dann wäre die GenTechnologie das dümmste und voreiligste Projekt unseres Jahrhunderts. Mir GenTechnologen ist das Genom nur ein Makromolekül, das wie die Synthetikfasern der chemischen Industrie in der Zusammensetzung fast beliebig manipuliert werden kann. Für Makromoleküle allein mag das wohl angehen, für dynamische »chemische Fabriken« kann das im Sinne des Wortes unabsehbare Folgen haben. Die Molekularbiologie beginnt gerade eben zu erkennen, daß nicht nur bloße Gleichgewichtschemie den Zellhaushalt regiert, sondern eine Verzahnung unzähliger Reaktionsebenen (inklusive des Regimes elektromagnetischer Felder) die Struktur auf spezielle Organisationsformen einengt, deren Funktionseinheit so wenig verstanden wird, daß die Folge von Eingriffen und Umordnungen überhaupt nicht abzuschätzen ist. Auch ein Ökologe vermutet hinter einer sich dramatisch abzeichnenden Veränderung der Umweltsituation nicht unbedingt große Ursachen. Sie können sich auf das leichte Variieren bestimmter InputParameter beschränken. Die identifizierbare Katastrophe liegt in der Wirkung, nicht in der Ursache. Auch Meteorologen winken nur müde ab, wenn sie die eigentliche »Ursache« für ein schweres Unwetter angeben sollen, und scherzen in uns schon geläufiger Weise: Wenn in China ein Schmetterling hustet, wird es in Mitteleuropa Sturm geben. Wettervorhersage ist also offensichtlich häufig Glückssache. Zugleich sind darin die Komplexität der Wettermaschinerie und die Anfälligkeit dynamischer Systeme dieser Größenordnung gegen »Störungen« illustriert: Winzige Veränderungen (oder, was das gleiche bedeutet, winzige Fehler in der Bestimmung der Randbedingungen oder Abstriche in der Güte des Berechnungsverfahrens) machen aus einem Tief ein Hoch, aus Windstille Sturm und aus Sonne einen verhangenen Himmel. Nichts anderes also. Besseres haben wir bei der Frage zu erwarten, was denn nun die Evolution triggere.

Der »grobschlächlige« Katastrophismus geht davon aus, daß Arten für gewöhnlich nicht variieren und daß erst nachhaltige Wirkungen radioaktive Strahlung, chemische Vergiftungen usw. im Gefolge mächtiger Einwirkungen auf die Erde den GenBestand der Arten spürbar beeinflussen. Zwar erzeugte die systematische radioaktive Bestrahlung von Fliegen im Labor vielfache Mutationen. Sie zeigten sich aber generell als nicht überlebensfähig, zumal nicht in Konkurrenz mit ihren unbehandelten »Artgenossen«. Diese Art Katastrophis, Bus geht in die verkehrte Richtung, indem ebenso wie im NeoDarwinismus von blinden Eingriffen in das Genom eine neue und vor allem in sich abgestimmte Reproduktionsgrundlage erwartet wird:

»Von mutativen GenUnfällen einen Evolutionsfortschritt zu erhoffen, wäre etwa dasselbe wie die Illusion, durch Verkehrsunfälle könnten gelegentlich auch die Karosserie oder der Motor eines Autos verbessert werden.« (Schmidt 1987)

Man muß bei der Frage nach dem Evolutionsmechanismus die Vorstellung von der chemischen Suppe des Genoms, mit der der Zufall neue Kochrezepte ausprobiert und der natürlichen Zuchtwahl zur Geschmacksprobe vorlegt, fallenlassen. Die kurzen Generationszeiten, in denen sich der Gestaltwechsel (und damit auch der Verhaltenswechsel) nachweislich abspielt, und die Tatsache, daß jedes gefundene Fossil stets auf eine abgestimmte Funktionseinheit hinweist und nicht auf ein mehr oder weniger gut gelungenes Gesellenstück des Zufalls, lassen sich nur in den zugegebenermaßen erst rudimentär entwickelten Begriffen der neuen Theorien zur Strukturbildung verstehen. Nicht daß wir mit ihren Begriffen auch nur annähernd gesichert erfahren, was die äußeren Parameter gewesen sein mögen, die zu den Faunenbrüchen geführt haben oder die die Formierung von abgestimmten GenBeständen zur Übernahme der Proteinsynthese veranlassen. Hier tappt die Molekularbiologie noch völlig im dunkeln. Aber die Hinweise aus den Simulationsversuchen zur katalytischen Reproduktion von Makromolekülen, die Existenz der Biophotonen, die Regulierung des Stoffwechsels durch chemische Oszillationen usw., machen die Theorie dissipativer Strukturen bei ihrer Anwendung auf die Biosphäre als Ganzes zu einer attraktiven Arbeitshypothese. Die Epochenfolge der Biosphäre sollte also wenigstens versuchsweise in den Begriffen der Theorie dissipativer Strukturen beschrieben werden. In dieser Theorie versucht man der Bildungsdynamik von Systemen, die sich durch permanente äußere Einwirkungen fern von dem (thermodynamischen) Gleichgewicht »selbst organisieren« also eine spezifische geordnete Struktur ausbilden, durch den Begriff des »Verzweigungspunktes« auf die Spur zu kommen. An solch einem Verzweigungspunkt wird die makroskopische Ausgangsstruktur instabil, und das System geht fast schlagartig in einen neuen dynamisch stabilen Zustand über. Durch die Veränderung der äußeren Einflüsse läßt sich ein solches System durch eine Kette von Verzweigungspunkten treiben. Auf das Evolutionsproblem übertragen, müßte man die jeweils schlagartig auftretenden und von ihren »Vorgängern« deutlich unterschiedenen Arten als »dynamisch stabile« und zudem sich selbst reproduzierende Gebilde auffassen. Sie hätten ihre Existenz dem Umstand zu verdanken, daß bestimmte Ereignisse die Umgebungseinflüsse derart umgestaltet haben, daß das System »Biosphäre« (oder ein Teil) an einen neuen »Verzweigungspunkt« getrieben wurde, von dem aus sich ein neuer dynamisch stabiler Zustand herausbildete.

In diesem Zusammenhang ist der Katastrophismus ein wünschenswerter Partner, denn er wäre die Lehre von den außergewöhnlichen Ursachen für nachhaltige Änderungen der Einflüsse auf die Biosphäre. Nicht so sehr die momentane Katastrophe wäre der Evolutionsantrieb, sondern die sich hinterher womöglich radikal anders einstellenden Randbedingungen für die Biosphäre. Gewiß wäre eine Adaption der Arten durch natürliche Zuchtwahl in Grenzen ein nach wie vor gültiger Mechanismus für die Artvariation. Das eigentliche Wesen der Evolution bestünde allerdings in der »Ansteuerung« eines neuen »Verzweigungspunktes«, von dem aus ein nun festgelegter Bestand an sich reproduzierenden Lebewesen realisiert würde.

Nehmen wir uns also die Freiheit, mit dieser Arbeitshypothese als Hintergrund, das zukünftige Aufgabengebiet des Katastrophismus abzustecken. Das mindeste, was dann in den Schichten zu finden sein muß, wäre eine Korrelation zwischen Schwankungen der Umweltbedingungen und dem Bestand an tierischem und pflanzlichem Leben. Dafür gibt es auch Anzeichen. Es läßt sich zum Beispiel ein für die letzten 600 Millionen Jahre nachweisbarer Zusammenhang zwischen Meteoriteneinschlägen und Faunennumbrüchen feststellen. Dabei tritt sogar eine Korrelation zwischen den Kraterdurchmessern und der Variationsbreite der Fauna

auf. (Pflug 1984, 108) Auch die zu Dutzenden in den Gesteinsschichten registrierten Magnetfeldumkehrungen scheinen mit den Maxima der Aussterberaten korreliert zu sein. Richard Muller, ein Astronom an der Berkeley Universität, vermutet einen Zusammenhang mit Kometen oder Asteroidentreffern der Erde. Diese Treffer, aber auch die Verschiebung der Polarkappen infolge von Klimastürzen, hätten eine Destabilisierung des Drehmomentengleichgewichts des Erdkerns bewirkt, wo der Ursprung des irdischen Magnetfeldes vermutet wird. Elisabeth S. Vrba fand »nicht katastrophische«, aber dennoch »dramatische« Korrelationen zwischen Klimaschwankungen und den Diversifizierungs und Aussterberaten zum Beispiel bei afrikanischen Rinderarten vor rund zwei Millionen Jahren. (Vrba 1984, 132 ff.)

Man weiß seit langem von mehreren großen Artensterben in der Erdgeschichte. Das Ende des Kambriums wird markiert durch das Verschwinden von 66 % der Trilobiten, das Ende des Perm durch den Verlust von 75 % der Amphibien und 50 % der Reptilien, das Ende der Trias durch das fast völlige Verschwinden der Ammoniten. Ungefähr 25 % aller aus der Zeit bekannten Tiere starben am Ende der Kreide. Obwohl Skeptiker darauf hinweisen, daß das Fehlen von Fossilien nicht notwendigerweise das Aussterben einer Gruppe bedeuten muß, scheint das Ausmaß der erwähnten Massenausrottungen einfach zu groß. »Irgendeine gewaltige Naturkatastrophe muß in jedem Fall eingetreten sein.« (Taylor 1983, 126)

Neues Wasser auf die Mühlen der Diskussion um die großen Aussterbeereignisse goß L.W. Alvarez, der aus Iridiumfunden in verschiedenen Teilen der Erde aus einander entsprechenden Schichten nämlich aus der oberen Kreide den Schluß zog, daß dieses auf der Erde ansonsten sehr seltene Element die »Visitenkarte« eines Riesenmeteors sein müsse, der die Erde vor sechzig Millionen Jahren getroffen und das Massensterben verursacht habe. (Russell 1982, 17; Alvarez et al., 1984a) »Bis vor kurzem glich die Forschung über das Massensterben einer Hüttenfabrikation«, bemerkte David Jablonski während einer Tagung über die »Dynamik des Aussterbens« im August 1983, »doch das Interesse an der AsteroidenHypothese hat das Gesicht dieser Wissenschaft wirklich geändert.« (ebd.) Tatsächlich füllen sich die wissenschaftlichen Magazine mit Artikeln, die extraterrestrische Ursachen für die Aussterbeereignisse diskutieren. Nicht nur der Einschlag von großen Meteoriten wird diskutiert, auch die Auswirkungen entfernter SuperNovä kommen wieder ins Gespräch (vgl. z.B. Lemcke 1981, 111; Maddox, 685; Smith, 1982, 217; Lewin 1983b, 1036; Stanley 1984, 92; Hsü 1983, 77; Prothero 1985,550).

Für uns ist die Frage von Interesse: Was passierte nach einem solchen Massensterben bzw. nach einer solchen umfassenden Katastrophe? Das Ereignis am Ende der Kreide gibt einige wichtige Aufschlüsse. Die an die obere Kreide angrenzende Schicht ist das Paläozän, in dem die zum Teil noch heute lebenden Säuger fast schlagartig auf der Bühne auftauchen. Da die Grenze zwischen diesen beiden Schichten innerhalb des Auflösungsvermögens der geologischen Datierungsmethoden »scharf« ist (Alvarez 1984b, 1183 ff.), erscheint die Annahme durchaus begründet, daß die Katastrophe, die diesen Übergang kennzeichnet, nicht nur eine Zeitmarke setzt, sondern tatsächlich als Evolutionstrigger gewirkt, d.h. eine generelle Umformierung der existierenden Genome bewirkt und deren gegenseitige Abstimmung denn es mußte ja »plötzlich« eine neue Funktionseinheit der Biosphäre erreicht werden eingeleitet hat. Ein Szenario, das sich lediglich spekulativ in den Raum stellen läßt, denn für den genetischen Informationsaustausch gibt es nur vage Andeutungen.

Bislang liegt das Augenmerk des Katastrophismus nicht auf diesem Trigger Mechanismus, sondern auf der zerstörerischen Wirkung. Entsprechend schwer tut man sich auch bei der Beurteilung der Katastrophenindizien. Das zeigt sich in einem ebenso lauen wie in sich widerspruchsvollen Satz, wonach »wir Einschläge von Asteroiden als einen Bestandteil des unifor-

mitären (sic!) Prozesses zu akzeptieren haben« (Lewin 1983a, 935), wie etwa auch in dem Buch Stanislaw Lems »Das Katastrophen Prinzip« (1983), das alle entscheidenden Entwicklungsschritte im Universum als gewalttätige Umbrüche beschreibt. Speziell in der Geologie macht sich allerdings eine Art Aufbruchstimmung breit, die durch folgenden Ausspruch Erle Kauffmanns charakterisiert werden kann: »Für die Geologen ist es ein großer philosophischer Durchbruch, Katastrophen als eine normale Station in der Entwicklung der Erde anzunehmen.« (Lewin 1983a) Auch Richard H. Benson vermutet, daß »die Einstellung zum Uniformitarismus und zu Krisen im geologischen Prozeß in den letzten Jahren weit weniger rigide geworden ist«. (1984, 36)

Bereits sehr früh (1957) hatte Harold C. Urey den Ursprung der Tektiten in einer Kollision der Erde mit einem Kometen gesehen. Er vermutet auch, daß die geologischen Perioden durch solche Einschläge getrennt seien. Seine Spekulation (Urey 1973, 242), daß die Dinosaurier die Opfer einer solchen Katastrophe gewesen sein könnten, sollte 12 Jahre später durch die Arbeit von Alvarez et al. neue Aktualität gewinnen.

Am 19. April 1984 erschienen exemplarisch gleich 5 Artikel in der englischen Fachzeitschrift »Nature« (Vol. 308, 1984), die sich mit dem Zusammenhang zwischen Massensterben auf der Erde und katastrophischen Einwirkungen von »außen« befaßten. Diskutiert wurden die Einwirkungen von Kometen, von einem bislang unbekanntem Sonnenzwilling, der unser Sonnensystem zu einem Doppelsternsystem machen würde, und die Folgen einer Bewegung der Sonne senkrecht zur Ekliptik. In dieser aufkeimenden Auseinandersetzung mit einer katastrophischen Vergangenheit der Erde geriet der Fund von Meteoriten in der Antarktis, deren Ursprung man auf Mond und Mars ansiedelt, zu einer kleinen Sensation. (Kerr 1983a, 289) Besonders die Objekte, die dem Mars zugeschrieben werden, lassen erahnen, daß nicht nur die Erde in gewaltige Katastrophen verwickelt gewesen sein muß. Die Teilstücke bildeten offenbar ein großes Bruchstück von ca. 10 Metern im Durchmesser, und keiner der gewöhnlich diskutierten Mechanismen für die Herausschleuderung von Masseteilchen aus dem Einflußbereich des Schwerefeldes eines Planeten scheint ausreichend zu sein, um für die Reise des Meteorits durch den Weltraum verantwortlich sein zu können (vgl. auch Blöss 1983)

Übrigens ist die schon erwähnte Rückführung des Aussterbeereignisses am Ende der Kreide auf den Einsturz eines Kometen keineswegs unumstritten. Einige Paläontologen weisen darauf hin, daß die seit dem Schichtübergang verschwundenen Arten schon »lange« vor diesem Ereignis vom Aussterben gekennzeichnet waren (vgl. Pflug 1984, 95 ff.). Offenbar konkurrieren hier zwei verschiedene Methoden der Rekonstruktion der Naturgeschichte. Die Kritiker der »Neokatastrophisten« bauen letztlich auf die besonderen Methoden der Geochronologie, wenn sie ein sich schon »lange« vor dem Schichtwechsel anbahnendes Aussterben ins Feld führen. Die »Neokatastrophisten« hingegen rekurrieren auf den Vergleich weltweit dokumentierter Zeugnisse innerhalb der Erdschichten, denn die kaum 1 cm dicke iridiumhaltige Schicht läßt sich überall auf der Erde als Übergang zwischen Kreide und Tertiär nachweisen. Immerhin verblüffend ist die Tatsache, daß Säuger, die zusammen mit den Sauriern lebten, sich nicht in die neue Ära hinüberretten konnten, sondern ebenfalls ausstarben: »Diese Faunen-Einheit hörte als Einheit zu existieren auf.« (Archibald 1984, 366) Und weiter: »Es ist deutlich geworden, daß die Entdeckungen im östlichen Montana die Hypothesen, die ein katastrophisches Ereignis als Ursache vermuten, nicht unterstützen können. Obwohl die Möglichkeit, daß ein solches Ereignis den Bruch herbeiführte, nicht ausgeschlossen werden kann, war mit dem Aussterben zahlreicher Linien von Wirbeltieren eine bedeutende Zeitspanne verbunden.« (366) Nun ist den Sauriern häufig ihre Unflexibilität hinsichtlich von Klimaschwankungen und ähnlichem »angelastet« worden, die sie als Kaltblüter, Eierleger und Tiere mit teilweise monströsen Ausmaßen ganz zwangsläufig gehabt haben sollen. Wie ist dann

zu verstehen, daß auch kleinere Säuger mit Eigenschaften, die ja gerade zur explosiven Radiation dieser Art Tiere in der nächsten Epoche geführt haben sollen, ebenfalls gemeinsam mit den Sauriern ausgestorben sind? Das wäre eher zu verstehen, wenn man unterstellt, daß alle am Ende der Kreide ausgestorbenen Arten sich aus einem in sich abgestimmten Gen Pool rekrutierten, nur gemeinsam existieren konnten und deshalb, selbst wenn nur wenige Arten dezimiert wurden, gemeinsam zugrunde gehen mußten.

Kommen wir auf das Problem der absoluten Datierung zu sprechen. Es ist allgemein bekannt, daß z.B. die Ansammlung von Zerfallsprodukten schwerer Kerne wie Uran als Maß für das Alter der untersuchten Probe genommen wird. (York 1972) Dabei werden die vorgefundenen Mengen der Ausgangs- und der Zerfallsprodukte ins Verhältnis gesetzt und anhand der bereits bekannten, weil gemessenen Zerfallszeiten für den Ausgangsstoff ein Datum bestimmt, zu dem innerhalb der Probe das erste Mal ein Zerfallsereignis stattgefunden hat. Mit anderen Worten: Man muß voraussetzen, daß die Probe irgendwann z.B. durch Kondensation entstanden ist und daß die Probe einen ganz bestimmten Anteil an dem Ausgangsprodukt des Zerfalls besessen hat. Weiterhin muß man eine Annahme darüber treffen, wieviel die Probe von den Zerfallsprodukten von Anfang an bereits besessen hat. Ohne Kenntnis der ursprünglichen Zusammensetzung weiß man ja nicht, wieviel von den Elementen der Zerfallsreihe bereits beigemischt waren und wieviel von ihnen durch den Zerfall entstanden sind. Blei gehört zu den Zerfallsprodukten, aber die Bleivorkommen sind keineswegs ausschließlich das Produkt eines radioaktiven Zerfalls. Im allgemeinen zieht man die Zusammensetzung von Meteoriten heran, um eine Eichung dieser »Uhr« vorzunehmen: Was an Elementen aus den Zerfallskreisläufen radioaktiver Kerne in Meteoriten gefunden wird, ist »primordial«, es ist also ursprünglich dagewesen und mit der Anfangsverteilung der Elemente in den Erdproben vergleichbar. Das ist an sich eine vernünftige Hypothese, auch wenn sie problematisch ist, denn über die Entstehung von Meteoriten gibt es verständlicherweise keine genauen Informationen, und die Eichung der »radioaktiven Uhr« ist sehr sensibel gegenüber den Entstehungsmechanismen von Meteoriten. Immerhin ist es bedenklich, daß diese Methode ein Alter der Erde »produziert«, das ziemlich genau ihrem Auflösungsvermögen entspricht, denn wenn Zeit keine Rolle spielt, dann muß man sich doch fragen, warum das Alter der Erde 4.5 und dann allerdings in Kollision mit den Altersbestimmungen für das Universum nicht etwa 45 oder 450 Milliarden Jahre sein darf. Die Gradualisten würden sich über ein solches Alter freuen. Aber das Alter soll ausgerechnet einem Zeitraum entsprechen, welches sich als die Auflösungsgrenze einer Untersuchungsmethode entpuppt, die sehr aufwendig ist und Resultate zeigen muß, wenn sie ihren Fortbestand rechtfertigen will.

Auch eine andere wichtige Datierungsmethode, die nicht den Zerfall schwerer Kerne, sondern eines radioaktiven Kaliumisotops untersucht, hat ihre prinzipiellen Probleme, die spekulativ gelöst werden müssen. Das Zerfallsprodukt ist das Edelgas Argon, das keine chemische Verbindung unter irdischen Bedingungen eingeht und damit lediglich im Gestein gelöst ist, aus dem es z.B. herausdiffundieren kann. Des weiteren weiß man nichts über die Anfangskonzentration von Argon, und zahlreiche Spekulationen in dieser Hinsicht, die sich auf bestimmte Mechanismen bei der Entstehung des Sonnensystems beziehen, sind durch die Untersuchung anderer Planetenatmosphären ins Wanken geraten. Während die Altersbestimmung durch Untersuchung der Zerfallsprodukte schwerer Kerne den Milliardenbereich abdeckt, hat die Kalium/Argon-Datierungsmethode ihren angestammten Platz im Millionenjahre-Bereich. Die beiden Methoden überlappen sich also nicht, und jede Altersangabe zwischen ihren Zuständigkeitsbereichen beruht letztlich auf einem vergleichenden Bezug der dazwischenliegenden Schichten untereinander. Für die wichtigsten Schichten muß man also eine relative Chronologie herausarbeiten, die eine Milliardenlücke zu füllen hat und die eine be-

stimmte Ansicht über die Art und Weise, wie Fossilien überhaupt entstehen, voraussetzt: Damit ein Organismus oder wenigstens Teile von ihm erhalten bleiben, muß er den zerstörerischen Wirkungen der Verwesung und der Erosion entzogen werden, d.h., er muß unter der Erde verschwinden. Darwinisten nennen diesen Vorgang »Zudecken durch Sedimentierung« und verlangen in einem Atemzug das »schlagartige« Entfernen eines Kadavers aus dem normalen biologischen Recycling Prozeß und den über Millionen von Jahren sich erstreckenden Prozeß der Schichtenbildung: die Sedimentation, die eben einen äußerst langsamen Ablagevorgang von pulverigem Gestein bezeichnet, wie es sich heutzutage z.B. auf dem Meeresboden feststellen läßt. Natürlich kann man unter solchen Umständen nicht erwarten, daß die der natürlichen Verwesung anheimfallenden Kadaver sehr häufig konserviert werden. Nur die Annahme großer Populationen und großer Zeiträume versöhnt einen mit der außerordentlich geringen Wahrscheinlichkeit, überhaupt auf ein Fossil zu treffen, und man kann den Gradualisten, der auf die Lückenhaftigkeit des »fossil record« pocht, ohne weiteres verstehen. Nun findet man aber keineswegs nur hier und da einmal ein aus Millionen von Jahren unter glücklichen Umständen konserviertes Exemplar innerhalb der Erdschichten. Man findet immer wieder Anhäufungen von Fossilien, sozusagen Massengräber, in denen sich zum Teil Millionen von Exemplaren identifizieren lassen. F.C. Hibben schrieb über Funde in der Nähe des Tanana Flusses in Nordamerika: »Obwohl die Formation der Muckablagerungen nicht klar ist, gibt es reichlich Beweise dafür, daß dieses Material unter katastrophentypischen Umständen abgelagert wurde. Überreste von Säugetieren sind zum größten Teil zerstückelt und exartikuliert, obwohl einige Fragmente im gefrorenen Zustand sogar noch Teile von Ligamenten, Haut, Haar und Fleisch behalten haben. Ineinander verschlungene und zerfetzte Bäume häufen sich in zersplitterten Massen.« (zit. n. Velikovsky 1980, 15) In den Asphaltgruben von La Brea konzentrierten sich tierische Überreste in einer unglaublichen Konzentration. Man traf auf durchschnittlich 20 Säbelzahn tiger und Wolfsschädel pro Kubikmeter (a.a.O., 83). Zehntausende von Tieren wurden über eine unbekannte Distanz hinweggeschleudert und in der Nähe der AgateSpring Grube in ein gemeinsames Wassergrab geschleudert (a.a.O., 87). Die Permafrostzone in Nordamerika und der UdSSR enthält ebenfalls eine Vielzahl solcher Massengräber, die auf gewaltsamen Tod und nicht auf allmähliche Ablagerung schließen lassen. Fossilisation bedingt einen Austausch des organischen Materials mit Mineralien, das ist im Gegensatz zur Verwesung kein biologischer, sondern ein chemischer Prozeß, der seine Zeit braucht und zwar eine Zeit, innerhalb der die normale biologische Rückführung des verwesenden Materials ausgeschaltet sein muß. Die Existenz von Fossilien bedeute, so C.B. Hanson, »die Ineffektivität der natürlichen Umwelt, das organische Material in den biologischen Kreislauf zurückzuführen« (zit. n. de Grazia 1983, 375). Mit anderen Worten: Vor allem unnatürliche Umstände können zur Fossilisation von organischem Material führen. Allmähliches Zuschütten von Kadavern scheint dazu ungeeignet zu sein. Und wenn die Fossilierung im allgemeinen doch durch allmähliche Zuschüttung zustande kommen sollte, dann müßte sich ein Teil der Funde natürlicherweise aus unscharf fossilisierten Stücken zusammensetzen, da wo der biologische Verwesungs in einen chemischen Austauschprozeß übergeht, aber man findet offensichtlich nur scharf abgegrenzte Bruchstücke. Hinzu kommt die Tatsache, daß die Schichtenfolge auf der Erde überaus unregelmäßig und vor allem unvollkommen ist: Die meisten Geologen, so Derek Ager, berufen sich auf den Glauben, »daß die stratigraphischen Schichten einer langen Sedimentationsabfolge mit einigen wenigen Lücken entsprechen. (...) Aber ich möchte doch betonen, daß diese viel mehr einer großen Lücke mit nur wenigen Perioden der Sedimentation entsprechen. (...) Die Lücken dominieren, (...) die Schichten sind alle lückenhaft, und die Fossilien geraten in sie hinein und verschwinden dann wieder« (Ager 1973, 59). Diese Lückenhaftigkeit der Sedimente geht so weit, daß lediglich in einem Prozent von ihnen alle 10 Perioden der Naturgeschichte repräsentiert sind

(ebd.). Die Schichtenfolge sei kein Produkt fortwährender Ablagerung, sondern Momentaufnahmen katastrophisch beendeter stabiler Ökosysteme. (Ager 1984)

Die darwinistische Naturgeschichte kann Katastrophen nicht integrieren, weil sie keinen Begriff von dem Selbststabilisierungsvermögen der Biosphäre besitzt: Nur wenn die Erde von Störungen frei gehalten werde, könne die natürliche Zuchtwahl an dem sanft fluktuierenden Bestand an Lebewesen ein konstruktives Werk vollführen. Katastrophen wären im Extremfall die Endstation für das Leben. Leben hat sich aber unter den widrigsten Umständen zu einer Regelkreiskomplexität entwickelt, die jeder besorgten Krankengeschichte Hohn spricht. Aber ein Preis muß für die unglaubliche Vitalität des Lebens auf der Erde bezahlt werden: Die Biosphäre ist hinsichtlich von Eingriffen nicht unbedingt bereit mitzumachen und reagiert auf gewisse Manöver mögen sie von »außen« oder von »innen« kommen mit eigenwilliger Umgestaltung.

10. NATÜRLICH: DER MENSCH

AUF MENSCHENJAGD

Ein Vorurteil und seine Folgen: eine Jahrhundertsuche nach den 1001 Stufen zwischen Uraffe und Mensch • Ein Kniefall vor der Sehnsucht des Publikums nach einem missing link beschäftigt das House of Commons: die PiltdownAfläre • Ein hominider Backenzahn = das langersehnte missing link • »Wir sind nur der überlebende Zweig eines einst vielfältig wuchern- den Straußes«

In John C. Eccles Buch »Das Rätsel Mensch« (1982, 78) befindet sich ein montiertes Photo zweier Schädel: einer des Australopithecus boisei und dann der ebenso berühmte wie die Stammesgeschichte des Menschen verwirrende »ER 1470«. Ersterer wirkt wie ein breitgetretener Affenschädel, der zweite auf den ersten Blick wie ein Menschenschädel, nur: Der 1470er soll 2.8 Millionen Jahre alt sein, also fast 2 Millionen Jahre älter als der letzte Vertreter des Australopithecus boisei. Hinter dem Streit über seine Datierung und Einordnung in die Stammesgeschichte verbergen sich der ganze Ballast und die Problematik einer befriedigenden Rekonstruktion der Stammesgeschichte des Menschen.

Die Paläoanthropologie begann mit einem Vorurteil: Jeder Vorgänger des Menschen müsse in der angeblich kontinuierlichen Entwicklungslinie vom Uraffen zum Menschen in seinen Merkmalen zwischen dem vorausgehenden und dem nachfolgenden Glied in dieser Kette stehen. Man erwartete einen mit der Zeit zunehmenden Schädelinhalt, steigende Körpergröße, einen graduellen Übergang von der Vier auf die Zweifüßigkeit usw. Diese Erwartungshaltung war so groß, daß sich heiße Debatten um Funde entwickeln konnten, die einem emotional unbeteiligten Beobachter eher lächerlich anmuten.

Die ersten hominiden Funde, die mit dem Neandertaler (dessen Zugehörigkeit zur menschlichen Ahnenreihe eher suspekt erschien) nichts gemeinsam hatten, wurden von dem Anatomen und Amateurpaläontologen Eugene Dubois nach Ausgrabungen im Südosten Javas der Öffentlichkeit vorgestellt: »Dies war das menschenähnliche Tier, das sicherlich solch eine Verbindung zwischen dem Menschen und seinem nächsten bekannten säugetierartigen Verwandten darstellte, wie es die Entwicklungstheorie vorschlägt. (...) die Zwischenform, die in Übereinstimmung mit den Evolutionslehren zwischen dem Menschen und dem Anthropoiden existiert haben muß.« (Dubois zit. n. Reader 1982, 51) Wenn man weiß, daß alle Fragmente zu verschiedenen Zeiten und an unterschiedlichen Orten (zum Teil unter Umständen, die Dubois gar nicht bekannt waren) entdeckt worden waren, dann ahnt man etwas von dem Erwartungsdruck, der auf der Paläoanthropologie lastete. Mit einer etwas nüchterneren Einstellung wäre das missing link von einem alten menschenähnlichen Affen zu einem jungen menschenähnlichen Menschen »geschrumpft«, und die Debatte, die sich an den Funden und ihrer Interpretation entzündete, hätte damit beendet sein können. Nachdem Ende der dreißiger Jahre eine Anzahl von jungen Schädeln bei Peking ausgegraben und ihre Ähnlichkeit mit Dubois' JavaSchädelFragment festgestellt wurde, schwand die Möglichkeit, in den Fragmenten etwas anderes als die Überreste einer relativ jungen Form des Menschen zu entdecken.

Das nächste Kapitel auf der Jagd nach dem missing link ist ein dunkles und zugleich ernüchternd. Es ist mit »Der PiltdownMensch« überschrieben, hat insbesondere die englische Wis-

senschaft rund 40 Jahre beschäftigt von 1912 bis 1953 und vor allem die Interpretation anderer Funde auf bedauerliche Weise beeinträchtigt.

Im Verlauf des Jahres 1912 wurden in einer Kiesgrube nahe Piltdown Common in England Schädelfragmente gefunden und einer Schicht zugeordnet, die für bedeutend älter gehalten wurde als jene, denen der Neandertaler und der Java Mensch zugehörten. Da der rekonstruierte Schädel ein relativ großes Hirnvolumen anzeigte, war man geneigt, nunmehr den »PiltdownMenschen« als missing link und die anderen bekannten Formen als abgeirrte und dem Untergang geweihte Triebe der Menschheitsentwicklung zu betrachten. Bereits hier begann sich das später sich noch zuspitzende Problem der Paläoanthropologie abzuzeichnen: Die Kette der graduellen Varietäten ist in den Schichten nicht zu finden. Was man findet, existiert für lange Zeit zum Teil Millionen von Jahre ohne relevante morphologische Änderungen. Zudem stellte sich immer wieder heraus, daß verschiedene Arten, die man in eine zeitliche Abfolge gesetzt hatte, doch in der gleichen Schicht anzutreffen sind. Die Kritik am PiltdownFund blieb aber nicht aus. Sie machte sich an der »Aufpropfung« eines relativ weit entwickelten großen Schädels auf einen durchaus affenähnlichen Kiefer fest. Diese Kombination eigentlich zu schön, um wahr sein zu können wurde i.a. als zu gewaltsam abgelehnt. Trotz aller Kontroversen nahmen die PiltdownFunde einen wichtigen Platz innerhalb der Paläoanthropologie ein, an dem spätere Funde gemessen wurden. Dieser »PiltdownEpekt« setzte den Standard einer alten und deutlich zwischen Affen und Menschen stehenden Ahnenform.

Ein unerwartetes Ende für die PiltdownFunde kamen mit neuen Altersbestimmungen, die wegen der Diskrepanz zu anderen Funden aus derselben Schicht angeregt worden waren. Mithilfe von Fluortests wurde enthüllt, daß Kiefer und Schädel von kürzlich Verstorbenen stammen mußten und chemisch nachbehandelt worden waren, um ein hohes Alter vorzutäuschen. Auch die Zähne waren mechanisch manipuliert worden, um sie anzupassen. Nun wurde auch verständlich, warum gerade die charakteristischsten Schädelteile wie Kinnpartie und Kiefergelenk fehlten, da diese eine viel sicherere Diagnose über das Entwicklungsstadium ermöglichen hätten als die eigentlichen Funde. Diese Enthüllungen erregten öffentliches Aufsehen, die sich in einem Antrag an das »House of Commons« widerspiegelte, die »kriecherische Unterwürfigkeit« zu verurteilen, mit der dem Publikum vorgeschwindelt wurde, man hätte das sogenannte missing link gefunden. (Reader 1982, 89)

Die allgemeine Erwartungshaltung, der die auf Täuschung angelegte Präsentation des PiltdownFundes gewissermaßen zugearbeitet hatte, spielte eine nicht minder große Rolle bei der Aufnahme einer Entdeckung, die der in Südafrika lebende Professor für Medizin Raymond Dart unter abenteuerlichen Umständen gemacht hatte. Ihm gelang die Präparierung eines durch eine Steinsprengung zu Tage gekommenen erstaunlich vollständigen Schädels mit Kieferpartie, von dem er sich die »möglicherweise ultimative Antwort in der (...) Erforschung der menschlichen Evolution« versprach. (Reader 1982, 96) Aus diesen Merkmalen rekonstruierte er ein Wesen, das aufrecht gegangen war, sich mit den Händen verteidigen und Farben unterscheiden konnte, das die Bedeutung von Tönen kannte und bereits weit auf dem Wege zur Sprechfertigkeit fortgeschritten war Angesichts dieser Funde seien Java und PiltdownMensch weit von jeder hominiden Entwicklungslinie anzusiedeln. Er gab seinem Fund den Namen Australopithecus africanus und schickte einen ersten Bericht an die Fachzeitschrift »Nature«. Während die Rezensenten noch über Darts Bericht saßen, schlagzeilten bereits die Zeitschriften in aller Welt: »Missing Link 5.000.000 Jahre alt«, »Affenmensch aus Afrika hatte gesunden Menschenverstand«, »Die Geburt der Menschheit«, »Missing Link 5000.000 Jahre alt« usw.

Trotz (Oder gerade wegen) seines öffentlichen Ruhmes fielen die wissenschaftlichen Kommentare eher ernüchternd aus. Insbesondere die Tatsache, ein Kinder-Exemplar

in einem Stadium interpretieren zu müssen, in dem Affen und Menschen sich sehr ähnlich seien, erregte das Mißfallen der Koryphäen. Diese Ablehnung schwand erst zwanzig Jahre später mit den Ausgrabungen Robert Brooms in Südafrika, dem es gelang, das bis dahin vollständigste Skelett eines menschenähnlichen Typus zu präparieren. Darts Kinderschädel ließ sich diesem Typus zwanglos zuordnen. Damit war die Gattung des *Australopithecus africanus* etabliert und bekam einen dauerhaften Platz innerhalb des Stammbaumes, der für den Menschen in vielen Varianten entworfen wurde.

Festzustellen ist, daß der *Australopithecus africanus* seinen zeitweiligen Status als missing link wieder verloren hat, da in der Zeit, in der er gelebt haben muß, noch mindestens zwei andere Arten existierten: eine deutlich robustere Variante und der sog. *Homo habilis*, der ein größeres Schädelvolumen aufweist und zudem noch älter zu sein scheint als die *Australopithecus*-Linie. So besteht einige Unsicherheit, welcher Linie man den Staffelstab des missing link übertragen soll. »Wir wissen von drei gleichzeitigen Zweigen des menschlichen Strauches. Ich würde mich wundern, wenn wir nicht bis zum Ende des Jahrhunderts noch doppelt so viele entdecken würden. Die Zweige ändern sich während ihrer überlieferten Geschichte nicht – denn die Evolution konzentriert sich in raschen Ereignissen der Artbildung, der Produktion neuer Zweige. *Homo sapiens* ist nicht das vorbestimmte Produkt einer Stufenleiter, die sich von Anbeginn auf unseren erhöhten Status ausgerichtet hätte. Wir sind bloß der überlebende Zweig eines einst vielfältig wuchernden Straußes.« (Gould 1984b, 51)

Solange aber die zeitliche Koexistenz mehrerer hominider Linien nicht akzeptiert werden konnte, wucherten die Spekulationen, und für eine gewisse Zeit galt die Gleichung »Ein hominider Backenzahn – das missing link«. Den Beginn machte Max Schlosser in seiner Monographie über die fossilen Säugetiere Chinas (1903). Schlosser konnte aus den Funden Elefanten, Kamele, Bären, Hyänen, Rhinocerosse, Giraffen und Pferde im Detail rekonstruieren, verfügte aber nur über einen oberen Backenzahn, von dem er nicht wußte, ob er von einem Affen oder von einem Menschen stammte. Dennoch, so Schlosser, ließe sich China vielleicht als der Ort ausmachen, an dem man nach den Vorfahren des Menschen suchen könne.

Im Spätsommer 1921 machte Zdansky im chinesischen Chou K'ou Tien, das Ausgrabungsstätte einer schwedischen Expedition war, einen vergleichbaren Fund, einen eindeutig hominiden Backenzahn, dem sich später noch ein zweiter hinzugesellte. Fünf Jahre später – fünf Jahre ohne einen weiteren Fund – wurden diese Funde im Rahmen einer Expertenversammlung in China vorgestellt und avancierten sogleich zum PekingMensch, zum »ältesten menschlichen Typus, dessen Überreste in den Schichten der Erde gefunden wurde« (Reader 1982, 116). Zdansky selber war weitaus zurückhaltender – die späteren Untersuchungen gaben ihm recht. Der PekingMensch gilt heute als ein unmittelbarer Vorläufer des Menschen, wobei die später gemachten afrikanischen Funde generell als älter eingestuft werden.

Doch die Zahngeschichte geht weiter, und sie hat teilweise humoreske Züge. Im Rahmen einer amerikanischen Expedition, die zum Teil zeitgleich mit der schwedischen in China Grabungen veranstaltete, gelang es Birger Bohlin, einen hominiden Zahn in der Ecke einer freigesprengten Höhle bei Chou K'ou Tien zu entdecken. Nicht nur, daß daraufhin die Behauptung aufgestellt wurde, dieser und einer der zwei von Zdansky entdeckten Zähne gehörten zu demselben Kiefer, Davidson Black sah sich außerdem veranlaßt, diese Zähne zur Prägung einer neuen hominiden Gattung vorzunehmen, den *Sinanthropus pekinensis*. Bei späteren Ausgrabungen wurden ein Kieferfragment und dann ein Schädel freigelegt, der dem Java-

Schädel von Dubois so ähnlich war, daß Java und PekingMensch heutzutage gemeinsam unter dem Namen des sehr jungen Homo erectus geführt werden.

Ihren Höhepunkt hatte die MissinglinkSuche mit Hilfe von Zähnen in Amerika, wo man sehnlichst auf die Ausgrabung ältester Amerikaner wartete. Die Entdeckung eines »hundertprozentig anthropoiden« Zahnes, der auf das »früheste und primitivste« Mitglied der menschlichen Familie, das je entdeckt wurde«, hinwies, gestaltete sich zur Sensation. Während der Paläontologe A.S. Woodward mit dem Verdacht aufwartete, es hier mit einem Bärenzahn zu tun zu haben, brachte die geduldige Recherche eines Angestellten des Amerikanischen Museums für Naturgeschichte die Wahrheit an den Tag. Nachdem an der Fundstelle noch andere ZahnExemplare gefunden worden waren, blieb nur noch ein Schluß übrig: Alle Zähne gehörten zu einer ausgestorbenen wilden Schweinerasse.

Die Interpretationswut zur Produktion immer älterer »missing links« legte sich zusehends, als deutlich wurde, daß es keine klare Kette vom Affen bis zum Menschen gibt. Die Strauchmetaphorik von S.J. Gould ist das mindeste, was als Grundlage gewählt werden sollte, wenn von hominider Entwicklung geredet wird.

GROSSMUTTER LUCY

Der Vetter lebte in Afrika • Die Ahnenreihe erschließt sich aus dem Unterkiefer • Die schwere Entscheidung: Drei gleichzeitig lebende Arten haben Anwartschaft auf das Zepter der Hominidenentwicklung • Familienfeier in Äthiopien • Homo habilis im Zweireiher würde in der Metro nicht weiter auffallen

Wie ist der Stand der Forschung auf dem Gebiet der Paläoanthropologie? Man ist sich aufgrund molekularbiologischer Untersuchungen sicher, daß die afrikanischen Menschenaffen und die Hominiden einen direkten gemeinsamen Ahnen besitzen, während die asiatischen Menschenaffen ein abweichendes molekulares Muster besitzen, so daß der Urahn aller drei noch wesentlich älter anzusetzen sei. »Der vorläufige Konsensus geht gegenwärtig dahin, die Radiation aller großen Menschenaffen von einem Urtyp ins Mittelmiozän zu verlegen; dabei hätten sich die Hominiden im jüngeren Miozän, etwa vor acht oder sieben Millionen Jahren, von der afrikanischen Menschenaffenlinie getrennt.« (Pilbeam 1984, 102)

Das charakteristische Merkmal des Evolutionsmusters der Hominiden ist die durch datierte Fossilien belegte Koexistenz unterschiedlich »hoch« entwickelter Primatenspezies. Die einzelnen Formen der Australopithecinen, der ersten »unanfechtbaren Hominiden« (Coppens 1985, 79), sind in bezug auf den Homo sapiens unterschiedlich entwickelt, und je zwei koexistieren vermutlich über Millionen von Jahren. Eine Koexistenz mit dem ersten Homo, dem »Homo habilis«, kommt hinzu, der im Gegensatz zu den Australopithecinen vermutlich ein konsequenter Jäger und relativ hochentwickelter Werkzeughersteller war. Bis zu dem Entwicklungsschnitt, an dem sich die Hominiden von einem größeren Stamm abgetrennt haben sollen, also vor rund acht Millionen Jahren, sind mindestens zwei Dutzend Affen oder Affenähnliche zu einem Stammbaum zusammengestellt, der 30 Millionen Jahre zurückreicht (Ciochon 1983). Angefangen beim Ägyptopithecus des oberen Oligozän (vor 30 Millionen Jahren), der trotz zahlreicher »altertümlicher« Merkmale, wie die lange Schnauze, den großen Augenhöhlen und fehlenden äußeren Gehörgängen, für ein Hominoide gehalten werden kann, »der dem Ursprung unserer eigenen Entwicklung ganz nahekommt, wenn er nicht sogar dazugehört« (Coppens 1985, 50). Von den vielen Primaten, die sich in den einzelnen Schichten bis zur Zeitgrenze von 12 Millionen Jahren auffinden ließen, sticht der Ramapithecus mit einer Anzahl hominider Merkmale hervor. Er scheint eine Umstellung in der Ernährungsweise durchgemacht zu haben, denn er hatte einen robusten Unterkiefer und offenbar kräftige Kau- und Schläfenmuskeln. Ein Hinweis, daß mit dem Ramapithecus die Lebensweise auf dem Erdboden begonnen haben könnte. In diesem Zeitraum ortet man denn auch die kontinentalübergreifenden Gebirgsbildungen, die des Himalaja, der Rocky Mountains und der Anden, sowie globale Temperaturabsenkungen mit einschneidenden Veränderungen in den Umweltbedingungen. Von einem der »Vettern« des Ramapithecus, dem »Kenyapithecus wickeri«, wird vermutet, daß er Knochen mit Steinen zerschlug, um an das Mark zu gelangen. Funde eines Kieferknochen mit Zähnen, die denen der Australopithecinen gleichen und bis zu 10 Millionen Jahre alt sein können, leiten langsam in die Epoche reicher Funde über, in denen die unmittelbaren Vorfahren des Homo vermutet werden. Diese Epoche erstreckt sich von 6 bis auf weniger als 1 Million Jahre, und die Funde konzentrieren sich auf das Gebiet vom Roten Meer bis zum südafrikanischen Kap.

Bis zu Donald Johansons Ausgrabungen in Äthiopien hatte die gleichzeitige Existenz australopitheciner und menschenähnlicher Arten über diesen langen Zeitraum zumal auch an gleichen Orten große Verwirrung gestiftet. Wie soll eine Stammesgeschichte des Menschen re-

konstruiert werden, wenn das so schöne missing link, den die Australopithecinen mit ihrem aufrechten Gang und ihrer Werkzeugkultur darstellten, zeitgleich mit einer Art existierte, die zweifellos menschenähnlicher war. Deren Gebiß wies auf Allesfresserei und die Struktur der Schädelkalotten auf eine hohe Durchblutungsrate hin. Eine Sprachfähigkeit war obendrein auch noch zu vermuten.

Es waren die Funde in Hadar, die eine Lösungsmöglichkeit anboten. Hier grub man nicht nur »Lucy«, das besterhaltenste Skelett eines Vorfahren, aus, sondern auch eine ganze Familie, die später als PräAustralopithecinen oder »Australopithecus afarensis« bezeichnet wurden. Die Datierung einer beigelagerten Basaltschicht ergab ein Alter von knapp vier Millionen Jahren. Hier nun sei der Verzweigungspunkt der Hominidenentwicklung zu orten. Von dieser Art hätte sich der Homo habilis abgezweigt und parallel zur Radiation des Australopithecus in africanus, boisei und robustus zum Homo erectus entwickelt. Fast alle Australopithecinen, vormals als direkte Ahnen der Menschen gewertet, wären damit inzwischen ausgestorbene Seitenzweige der Hominidenfamilie.

Homo habilis wird von einer neuen Art abgelöst, dem Homo erectus, er ist größer und schwerer mit abgeflachtem, geräumigerem Schädel. Sein Lebensraum erstreckt sich von England bis China und von Frankreich bis Südafrika, und seine Erscheinungsform ist entsprechend vielfältig. Zu der Gattung Homo bemerkt der Paläoanthropologe Yves Coppens: »Was wir heute als >habilis<, >erectus< und >sapiens< bezeichnen, sind wahrscheinlich gar keine echten Spezies, sondern morphologische Stadien, Stufen einer einzigen, recht seltenen panmiktischen Superspezies«, deren abweichende Entwicklung aus ihren verschiedenen technischkulturellen Erfindungen zu erklären sind. (Coppens 1985, 119)

Diese Bemerkung würde auf einhelligen Widerspruch zahlreicher Paläoanthropologen stoßen: In dieser Entwicklungsreihe habe es schließlich einen dramatischen Anstieg des Gehirnvolumens gegeben, was zu so einschneidenden Veränderungen in der technologischen und kulturellen Organisation geführt habe, daß man die verschiedenen Vertreter unterschiedlicher Arten (Spezies) zuordnen müsse. Gerade weil dieser »dramatische Anstieg« im Rahmen einer gradualistischen Evolutionstheorie so unverständlich ist, werden wir uns etwas näher mit den Eigenschaften des Homo sapiens beschäftigen. Ist er das sichtbarste Indiz einer »kybernetischen Evolution«?

MUTTERKUCHEN KULTUR

Bipedie, Werkzeugherstellung und Sprache machen noch keinen Menschen • Worin mag der Selektionsvorteil liegen, in einer Hütte einen Tempel sehen zu können? • Würden megalithisch bauende Ameisen aussterben? • Die ausstehende Schamröte des Ingenieurs angesichts der Artefakte der Natur » Der aufrechte Gang als Folge frühzeitiger Geburt • Homo sapiens: ein vergessener Chip der Natur

Jüngere Forschungen haben einen außerordentlich geringen Unterschied zwischen dem genetischen Material des Menschen und dem des Schimpansen festgestellt. Nicht nur aufgrund dieser verblüffenden Tatsache wird es immer schwerer, einen durchgehenden »Rubikon« zwischen Mensch und Tier zu kartographieren. Die Bipedie etwa eine Zeitlang das hominide Charakteristikum scheint bereits vor 4 Millionen Jahren weitgehend perfekt gewesen zu sein, ohne daß die so vielgepriesene Dialektik von Kopf und (freier) Hand etwas zu einer Zivilisationsbeschleunigung beigetragen hätte. Die ersten Feuerstellen tauchten erst vor 500.000 Jahren auf, Bestattungen und Tieropfer scheinen sogar jünger als 70.000, bildliche Darstellungen kaum älter als 30.000 Jahre zu sein.

Während Anthropologen verkünden, daß die Bedeutung der materiellen Werkzeugbenutzung und herstellung für den Prozeß der Hominisation, der Vermenschlichung also, »außerordentlich überschätzt wurde« (vgl. Streitz 1979; Lovejoy 1981, 314), wird weniger der genetischen Transformierung als vielmehr der Fähigkeit zur kulturellen Ritualisierung eine wichtige Rolle in der Entwicklung der Hominiden zugeschrieben. Diese kulturelle Evolution scheint schon in der Frühzeit der phylogenetischen Entwicklung der Hominiden jenen Selektionsdruck aufgefangen zu haben, der bei anderen Arten zu weitreichender genetischer Spezifikation geführt hat. Statt dessen sei es zu kulturellen Differenzierungen, sogenannten Pseudospeziationen, gekommen, die sich dann als unterschiedliche Traditionsströme verfestigt hätten (Vogel 1977).

Wenn schon der genetische Abstand zwischen Homo sapiens und Schimpanse kaum auflösbar ist, wie unscheinbar mag dann der genetische »Flip« des Homo erectus zum sapiens gewesen sein? Oder sind deren Artefakte bereits kulturelles Erbe, weil dieser Flip schon längst stattgefunden hatte, die so vielgepriesenen Errungenschaften der menschlichen Zivilisation also nur das Ergebnis einer besonderen Traditionsströmung sind, die ihren Ausgang vielleicht in einer einzigen Erfindung etwa der Metallverhüttung genommen hat? Die Rekonstruktion der Menschheitsgeschichte ist selber noch zu sehr dem Gradualismus einschließlich deren Zeitbedarf verhaftet, als daß diese Hypothese irgendeinen Sinn zu machen scheint. Dagegen existieren einige ernst zu nehmende Versuche zur Chronologisierung des menschlichen Altertums, die in geradezu schwindelerregender Weise dem Prozeß der Zivilisation die »Zeit stehlen«: Wenn die der grauen Vorzeit zugerechneten Megalithbauten ins zweite Jahrtausend vor der Zeitenwende rücken (Illig 1988) oder die in einer beruhigenden Entfernung von 5.000 Jahren verortete Wiege der Zivilisation Mesopotamien in Koexistenz mit ägyptischer Hochkultur gesetzt wird (Heinsohn 1988), dann verliert der Agent »Zeit« als Motor der Entwicklung menschlicher Kultur seine bislang unangefochtene Herrscherstellung.

Was ist das überhaupt, diese »menschliche Kultur«? Ist sie, wie zum Beispiel Freud meinte, die Summe der Leistungen und Einrichtungen, in denen sich unser Leben von dem unserer tierischen Vorfahren entfernt und die zwei Zwecken dient: dem Schutz des Menschen vor der Natur und der Regelung der Beziehungen der Menschen untereinander? (Freud 1930, 220). Sich Schutz gegen die Natur zu verschaffen, ist bestimmt kein Kennzeichen für Kultur, wohl

aber die Art, wie es gemacht wird. Das Erdloch ist keine kulturelle Errungenschaft, wohl aber das Haus, das mit dem Gasthaus, aber auch mit dem Tempel verwandt ist. Ihre Bedeutungen gehen über die der Schutzgewährung weit hinaus. Natürlich gewährt der Tempel auch Schutz, aber es ist kein Schutz gegen die realen Einwirkungen der Natur, sondern mittlerweile einer gegen imaginierte Gefahren, gegen die Einflüsse des »Bösen« etwa. Aber so könnte man mit Darwin fragen worin bestand letztlich der Selektionsvorteil für irgendeinen HomindenZweig, Überlebensstrategien symbolisieren zu können? Warum bedeutete zum Beispiel die Fähigkeit, eine Hütte Schutz gegen Kälte und wilde Tiere zu einem Tempel zu machen, einen Vorteil gegenüber anderen Arten? Offenbar versagen die herkömmlichen Definitionsversuche, was den »Menschen« ausmache. Weder Bipedie oder die Gehirngröße, noch sogar die Sprachfähigkeit scheint dafür ausreichend zu sein, hat man doch Affen zum sinnvollen Sprechen erzogen.

Das Auffälligste am Menschen mag sein, daß er von Beginn an ein erstaunliches Gewicht auf Tätigkeiten legte, die keinen unmittelbaren Überlebensgewinn darstellen. Im Darwinschen Sinne ist der Mensch nicht nur ein übermäßig unangepaßtes Wesen, sondern vergeudet seine Zeit auch noch mit biologisch betrachtet sinnlosen Tätigkeiten. Wer mit den Bauten der MegalithKulturen vertraut ist, kann im Verein mit Darwin wieder nur den Kopf schütteln. Welche ungeheure Anstrengung war mit ihrem Bau verbunden, der Errichtung von Bauwerken, die etwa wie ein Tempel auch nicht mehr annähernd einen Bezug auf lebenserleichternde Maßnahmen hat. Der Aufwand für die Bauten von Stonehenge und Silbury Hill wird von R.J.C. Atkinson auf bis zu 30 Millionen Arbeitsstunden geschätzt (vgl. Renfrew 1984, 98 ff.; Illig 1988). Heribert Illig findet für diese Bauten allerdings eine durchaus rationale Begründung und spricht von einem »ungeheuren Bedürfnis« für diese Steinsetzungen, die teils Nachbildungen kometenhafter Himmelserscheinungen (Steinreihen mit »Kopfende«) und katastrophischer Steinschläge (auf der Spitze stehende Steinblöcke) sein könnten, teils auch »equilibristische Kunstwerke« darstellen.

Sollten also die ersten großen Kulturanstrengungen der Menschen nur der Verarbeitung von Ängsten angesichts zerstörerischer Naturgewalten gedient haben? Vorsicht ist angesagt, denn von destruktiven Ereignissen sind keine unmittelbaren konstruktiven Ergebnisse zu erwarten. Dennoch hat dieser Gedanke etwas für sich, denn »Traditionsströme« sind konservativ, und auch für eine menschliche Gesellschaft lassen sich äußere und damit auch katastrophische Anlässe zu einem Aufbrechen alter und Entstehen neuer Traditionen denken.

Auch für den Übergang der NeandertalerEpoche zu der des Homo sapiens werden katastrophische Umstände verantwortlich gemacht. Funde aus den vergangenen 120 Jahren zeigen, daß der Neandertaler in Mitteleuropa von ca. 100.000 bis 40.000 v.u.Z. weitverbreitet war und innerhalb kurzer Zeit von unseren direkten Vorfahren »ersetzt« bzw. verdrängt worden ist. Der Homo sapiens habe noch dieselben Höhlen wie vor ihm die Neandertaler bewohnt, und es besteht unter Biologen die weit verbreitete Ansicht, der Homo sapiens müsse sich mit den Neandertalern gekreuzt haben. In Anbetracht des breitgefächerten Sexualverhaltens des Menschen dürfte dies, so Stanley, auch zutreffen, doch erscheint fraglich, ob die so gezeugten Nachkommen »gesund, fruchtbar und (selbst in den Augen ihrer Eltern) gesellschaftsfähig waren« (Stanley 1983, 176). Tatsache ist, daß man für den jüngsten und am besten dokumentierten Strukturschnitt in der menschlichen Ahnenreihe nicht entscheiden kann, ob der Homo sapiens aus dem Neandertaler entstanden ist oder ob Homo sapiens aufgetaucht ist (von woher auch immer) und den Stamm der Neandertaler »lediglich« zurückgedrängt oder sogar ausgerottet hat. Da die ältesten bekannten Fossilienreste der Neuzeitmenschen etwa 40.000 Jahre alt sind, könnte sich Homo sapiens mit den jüngsten Neandertalern zeitlich überschneiden haben (Stanley 1983, 177). Der kanadische Forscher Milton Zysman hat zu die-

ser unbeantworteten Frage eine radikale Lösung entworfen, die das abrupte Verschwinden der Neandertaler und das ebenso plötzliche Auftauchen des Homo sapiens ernst nimmt. Für Zysman ist das Phänomen des den Homo sapiens von Beginn an begleitenden Idols der »Großen Mutter« der Ausgangspunkt für die These, daß globale katastrophische Umstände die Keimzellen der Neandertaler Frauen so beeinflußt haben müssen, daß diese die erste Generation von Homo sapiens gebären konnten.

Dieser Entwurf ist eine Variante der provokativen These Otto Schindewolfs, daß der Urvogel voll ausgebildet aus einem Reptilienei geschlüpft sein muß. Schindewolf griff als ausgezeichneter Kenner der Fossilienüberlieferung zu diesem radikalen Vorgang der Makroevolution nicht aus Streitlust oder aus purem Übermut, sondern einzig wegen des in der Fossilienüberlieferung unübersehbar dokumentierten Entwicklungssprungs.

Bei der gegenwärtigen Fundlage hat man also die Wahl zwischen zwei Alternativen: entweder die Ausrottung der Neandertaler durch den Homo sapiens oder den unmittelbaren Übergang der einen Rasse in die andere. Gibt man der Ausrottungshypothese den Vorzug, so weiß man wiederum nicht, woher der Homo sapiens kommt. Zudem findet man keine Indizien für einen derartigen Gewaltakt. Plädiert man hingegen für die »Quantenevolution«, so macht einen die Ungewißheit schaudern, was diesen Übergang, der vielleicht nur 1.000 bis 2.000 Generationen zurückliegt, bewirkt haben mag.

Zysman (1985) rekurrierte auf die besondere Form des Kultes der »Großen Mutter« einem Bild der buchstäblich letzten NeandertalerMütter, der von Beginn der HomosapiensGesellschaft an zu beobachten ist, und er unterstellt eine katastrophische Situation, die die plötzliche Änderung der Keimzellen bewirkt haben soll. Der stationäre Zustand des elektromagnetischen Feldes, in das die Erde gebettet ist, sei, so Zysman, für die Homöostase von Flora und Fauna verantwortlich, und Störungen dieses stationären Zustandes bewirkten jene teils radikalen Verwerfungen, die die fossile Schichtenfolgen anzeigten und die nach wie vor nicht verstanden werden. Zysman geht also von ähnlichen Umständen aus, die in den vorangegangenen Kapiteln bereits als Trigger der Evolution vermutet werden: Einwirkungen von außen wären der Auslöser einer Quantenevolution, da sie die Homöostase aufbrechen würden, die sehr sensibel von dem Zustand eines umgebenden Feldes abhängen kann.

Es hat sich das Schlagwort des TierMenschÜbergangsfeldes (TMÜ) eingebürgert, welches das Auftauchen von »zweckmäßig hergestellten Geräten« voraussetzt. Da die Fähigkeit zur Werkzeugherstellung bei Tieren weit verbreitet ist, wird die über die bloße Werkzeugherstellung hinausgehende, zukunftsbezogene Tätigkeit mit herangezogen, um dieses Übergangsfeld letztlich kulturalanthropologisch zu fassen.

Vermutlich haben alle Formen, die zur HomosapiensEntwicklungsreihe gezählt werden, dieses TMÜ betreten bzw. überschritten, ohne daß so einschneidende kulturalanthropologische Differenzierungen zwischen diesen Formen festgestellt werden könnten wie zwischen Neandertaler und Homo sapiens. Wohl kann man eine Verfeinerung der Werkzeugherstellung sogar zwischen zeitlich koexistierenden Stämmen beobachten, auch kamen religiöse Komponenten hinzu, wie die Feuerbestattung, aber keine Form hat einen so starken Damm zwischen der Umwelt und sich selbst vermittelt einer besonderen Kultur gezogen wie die moderne Form des Homo sapiens. Dieser hat sich dem Selektionsdruck der Umwelt ent und sich auf eine fast vollkommene Einbettung in eigene Kulturleistungen zurückgezogen. Wir vermerken für die Humanevolution, daß es einen Fortschritt in der Ausgrenzung selektiv wirkender Umwelteinflüsse letztlich durch die hochgradige Technisierung nicht ohne gleichzeitige Entwicklung von nur scheinbaren »Schutzeinrichtungen« wie etwa der Religion gegeben hat. Mit anderen Worten: Die Anstrengungen der Menschen richteten sich beidermaßen und zu-

gleich sowohl auf die Eindämmung gefürchteter Ereignisse wie Krankheit und Tod via »Technologie« als auch auf die Zurückweisung von mit Angst begleiteten, gewissermaßen eingebildeten zukünftigen Gefahren via Religion, wobei es keine klare Trennungslinie zwischen diesen bei den »hominiden Strategien« gibt. Ohne Zweifel ist der Antrieb zur Schaffung von »technologischen Strukturen« oder von »Wissen« sehr häufig auf psychologischen Gebieten zu orten, deren Betreuung vormals eine Aufgabe der religiösen Gemeinschaft gewesen ist. Wir können uns also durchaus mit der Behauptung vorwagen, daß die modernen humanen Kulturleistungen wie die Technologie keineswegs das Produkt einer Höherentwicklung an sich sind, sondern vielmehr eine zeitliche Kulturvariante darstellen, die ihre Entstehung primär der generellen psychischen Notdurft des Menschen verdankt, nicht nur, wie alle Tiere, auf Furcht reagieren zu müssen, sondern zusätzlich (und vielleicht als einzige) auch noch ein Maß an Angst bearbeiten zu müssen, das nicht von außen produziert, sondern allenfalls provoziert wird. (Blöss 1987)

Was also ist der Unterschied von Mensch zu Tier) Vielleicht kommen wir einer Antwort näher, wenn wir berücksichtigen, daß man nur beim Menschen, oder beim »Homo«, zwischen Fossil und Artefakt unterscheidet. Das Artefakt ist ein »Kunsterzeugnis«, es wird, weil es »künstlich« ist, nicht ein als den Menschen notwendig begleitender Gegenstand aufgefaßt. Das Beil könnte auch ein Holzknüppel, eine Axt, ein Totschläger oder eine Säge sein, der Mensch ist in dieser Gestaltung frei. Ein Vogelnest, sofern es fossilieren könnte, ist kein Artefakt, es wird als Zeugnis der determinierten Lebensumstände des Vogels aufgefaßt, es wäre eben ein »Fossil«. Der kalifornische Seeotter »*Euhydra lutris*« benutzt einen Stein als Amboß, um hartschalige Meeresmuscheln zu knacken. Er schwimmt rücklings mit dem Stein auf dem Bauch und zerschlägt an ihm die Muschel, um ihre Weichteile zu verspeisen. Würde ein Seeotterbaby von seinen Artgenossen getrennt aufwachsen und irgendwann diese Art des Werkzeuggebrauches von alleine aufnehmen, spräche man von einem angeborenen oder vererbten Verhalten. Müßte man ihm hingegen den Werkzeuggebrauch vormachen, so daß er diesen Gebrauch imitiert und übernimmt, so wäre sein »Amboß« nur dann ein Artefakt, wenn der Seeotter ihn sich zum Zwecke des Muschelknackens unter verschiedenartigen Werkzeugen ausgesucht und vielleicht sogar auf das richtige Maß verkleinert hat.

Obwohl der Werkzeug und Werkstoffgebrauch im Tierreich weit verbreitet ist, kann in den seltensten Fällen von Artefakten gesprochen werden: der prospektiven Auswahl oder Herstellung von Gegenständen zur Erreichung eines vorsätzlichen Zieles. Mit dieser Formulierung begibt man sich allerdings aufs Glatteis, was anhand des folgenden Beispiels deutlich wird: Zahlreiche Insekten fertigen aus Laubblättern Rollen oder Tüten zur Eiablage. Diese Fertigungsvorgänge können sehr komplex, kunstvoll und intelligent sein. Die Blätter werden vergleichbar mit Nähschnittmustern vorgeschritten, gekerbt, geschlitzt und die das Einrollen erschwerenden Blattrippen in regelmäßigen Abständen durchtrennt, so daß schließlich das Blatt zu der fertigen Tüte eingerollt und fixiert oder verklebt werden kann. Diese Insekten bedürfen aller Wahrscheinlichkeit nach keines sozialen Lernens, sie können es von allein. Dabei ist das Beispiel der Blattroller nur eines unter vielen anderen, wenn es um die Produktion der Natur von Artefakten geht. Man denke nur an das Spinnennetz, den Ameisenhügel oder die Nestbauten im weitesten Sinne. Das alles sind aber Artefakte der Natur und nicht jeweils die der künstlerisch tätigen Arten. Würde man sie ihrer natürlichen Umgebung berauben, dann wäre ihre Kreativität nach menschlichen Maßstäben schnell am Ende.

Wenn die tierischen Künstler nach unserem Verständnis auch keine Wahlfreiheit haben, so verhalten sie sich dennoch prospektiv. Die Fabrikationsvorgänge sind zeitlich organisiert und einem Ziel verpflichtet, sie sind teleonomisch, also zweckmäßig. Diese Zweckmäßigkeit erstreckt sich bis auf die molekulare Organisation der Zelle. Hier sprechen wir von Selbstorga-

nisation und meinen damit die Realisierung einer eingeschränkten Zahl von Pfaden zur Strukturbildung. Man kann sagen, daß hier die Atome unter spezifischen Randbedingungen quasi von alleine in einen dieser Organisationspfade »hineinfallen«. Es regieren die Gesetze der Bindungschemie und der Autokatalyse. Auf der uns sichtbaren Ebene der Organisation noch von dem blinden Regime der Selbstorganisation zu sprechen, ist aber fragwürdig. Wer würde angesichts der Vielfalt der Ökosphäre noch einen Satz nichtlinear gekoppelter Differentialgleichungen zu ihrer vollständigen Beschreibung ansetzen wollen. Das funktioniert allenfalls bei der Beschreibung isolierter Systeme wie dem Verkehr auf einer vierspurigen Autobahn ohne Ab und Auffahrten. Die Freiheit in der teleonomischen Gestaltung ist also vielfältig und vielschichtig, und der Mensch nimmt sie ebenso wie die Natur bei der Organisation von Lebensstrategien wahr. Die Natur verhält sich also ausgesprochen menschlich, sie läßt sich nur viel mehr Zeit als der Mensch. Man darf sich von dem »instinktiven«, als zementiert empfundenen Verhalten der Tiere nicht verwirren lassen; als Evolutionisten, die wir nun einmal sind, müssen wir vielmehr vermerken: Die Tiere mit ihrem prospektiven Verhalten sind erst begrenzte Zeit auf der Welt, und wir können die Frage, wie sie ihr prospektives Verhalten erlernt haben, nicht in den Nebel ferner Vergangenheiten hüllen oder mit dem Holzhammer der Anhäufung gradueller Varietäten erschlagen. Diese Tiere haben sich entwickelt (woraus auch immer), und zwar stets relativ schnell, und sie haben ihr angemessenes Verhalten zu einer entsprechenden Zeit angenommen. Wenn ganz allgemein das Neue »plötzlich«, »schlagartig«, »explosionsartig«, »fix und fertig« oder »spontan« auftritt, es »sofort« da ist, »sprunghaftübergangslos« in »Großmutationen« und »Großsprüngen« entsteht (nach Rutte 1983, 95) ja, dann steht für die Entwicklung komplexester teleonomischer Verhaltensweisen auch nicht mehr Zeit zur Verfügung.

In den von Generation zu Generation weitergegebenen »Normen« spiegeln sich die Umweltbedingungen, das Vorhandensein spezifischer Rohstoffe, das Klima und die Wechselwirkung mit anderen Arten. Das Studium nur einer Art würde sehr viel über das Aussehen der Umwelt einschließlich der umgebenden Flora und Fauna aussagen. Nur innerhalb einer konstanten Umwelt macht die Vererbung von Normen einen Sinn. Die Ökosphäre der Erde hat aber Strukturschnitte durchgemacht, sie läßt sich in zahlreiche Epochen unterscheiden. Haben die Tiere jeweils zu Beginn einer Epoche ihr ferneres Verhalten erlernt?

Diese in eine Frage verhüllte Vermutung wird Kopfschütteln erzeugen, denn dann müßte es auf der Erde jeweils recht chaotisch zugegangen sein. Wir kennen aber ein, wenn auch nicht allzugutes Gegenbeispiel: den Menschen. Sein prospektives Verhalten stürzt ihn nicht unbedingt ins Chaos (wenn er auch zuweilen unter seiner Freiheit zu leiden scheint). Zwar wird die planende Vorausschau des Menschen als einzigartig, als Gipfel oder sogar Endpunkt der Evolution verstanden, doch angesichts des mit jeder neuen Art entstehenden Reservoirs komplexester Verhaltensweisen, das kaum anders als lernend angelegt werden kann, kommt dem Menschen in dieser Hinsicht bestimmt keine Sonderstellung zu. Obwohl andererseits die Einzigartigkeit des menschlichen Gehirns in physiologischer Hinsicht zu akzeptieren ist, bliebe doch die Frage akut, inwieweit die menschliche Freiheit nur die notwendige Freiheit zur Bewältigung von Strukturübergängen ist und ob sich diese Freiheit nicht auch in anderen Spielarten bereits geäußert hat?

Die Lebensdauer unserer Art *Homo sapiens* schlägt, soweit es sich anhand von Fossilien und Artefakten rekonstruieren läßt, mit vielleicht 2.000 Generationen zu Buche, eine Leistung, die das Bakterium *E.coli* in rund 40 Tagen vollbringt. G. Heberer setzt das Doppelte, nämlich 4.000 Generationen, zur Durchsetzung der vorteilhaften Mutation eines (dominanten) Genes in einer Population an. Die Zeitspanne von 40.000 Jahren für die 2.000 Generationen liegt in der Größenordnung der Fehlerbreite bei der Altersbestimmung eines

unserer denkbaren Vorfahren, des Australopithecus afarensis. Die Dauer unserer Existenz würde durch das Datierungssieb späterer Neugieriger hindurchfallen. Grund genug also, die Generationsdauer des Homo sapiens als Übergangsphase im Auge zu behalten.

Die Struktur des menschlichen Gehirns verweist auf Weiterentwicklung gegenüber allen anderen Säugern grob gesehen schon in der Relation Gehirn zu Körpergewicht sowie in dem relativ hohen Energieverbrauch des menschlichen Gehirns. Seine Struktur ist, was die Differenzierung und die Relationen der Gehirnsegmente untereinander betrifft, auch qualitativ einzigartig. Das Brocasche Sprachzentrum z.B. fehlt bei allen anderen Tieren, auch den Menschenaffen, ist aber ansatzweise schon anhand von Hirnschalenstrukturen beim Homo habilis zu vermuten. Die menschliche Sprachfähigkeit wird im allgemeinen als Grundlage der Entwicklung und Tradierung von Kultur und Technologie, von Lebens und Überlebensstrategien angesehen. Die Freiheit des Menschen wird sich späteren Ausgräbern in der Abfolge von Kulturepochen bei strukturell gleichbleibenden Schädelkalotten widerspiegeln.

Nicht nur die progressive Gehirnentwicklung kann als Charakteristikum der Spezies Homo sapiens gewertet werden, sondern ebenso eine gegenteilige Tendenz, die gegenüber seinen erklärten Vettern, den Menschenaffen, retardierte Ontogenese. Der Mensch fällt, was den Ausdruck seines genetischen Materials betrifft, hinter seine Vettern zurück, er ist retardiert, juvenil, manche nennen es auch infantil. Die Indizien für die ontogenetische Retardierung des Menschen hat als erster Louis Bolk vor etwa siebzig Jahren zusammengestellt, von denen ich nur einige nenne: Unsere spezifische Schädelform Kriterium für alle Klassifizierungen mutmaßlicher Ahnenschädel entspricht dem Aussehen embryonaler bzw. junger Affen, deren ebenfalls kurzer Kiefer sich erst später zur ausgeprägten Schnauze auswächst. Die Schädelnähte schließen sich beim Menschen relativ spät und vor allem nach der Geburt, wobei die Wachstumsrate des Gehirns erst lange nach der Geburt stagniert. Bei den meisten Säugern ist der Schädel bei der Geburt bereits verhärtet und das Gehirn nahezu fertig. Das Eigenartigste ist aber die Verknüpfung des aufrechten Ganges mit der Retardierung. Beim aufrechten Gang liegen Blickrichtung und das den Schädel tragende Rückgrat im rechten Winkel zueinander, d.h., die Öffnung des Schädels zum Rückgrat liegt »unten« wie bei den Embryonen fast aller Säugetiere. Bei diesen wandert diese Öffnung – das Foramen magnum – im Verlaufe der embryonalen Entwicklung zum Hinterkopf, so daß Rückgrat und Blickrichtung entsprechend dem vierfüßigen Gang zueinander und zum Erdboden parallel ausgerichtet sind. Beim nachdenklich und biped dahinwandernden Homo sapiens geschieht es hingegen, daß Rückgrat und zum Boden gerichteter Blick antiparallel werden.

Natürlich läßt sich anhand dieses Tatbestandes trefflich darüber streiten, ob die Retardierung des Homo sapiens ihm als einzigen Ausweg im Überlebenskampf die Spezialisierung des Gehirns gelassen hat, oder ob die an sich schon zunehmende Gehirngröße zu einer immer früheren Austreibung des menschlichen Embryos führen mußte. Beide Kausalrichtungen haben einiges für sich. Unter den Lebendgebärenden kennt als einziger Homo sapiens die schwere Geburt. Der Embryo kann nur in einer speziellen Haltung den Geburtskanal einigermaßen ungehindert passieren. Dabei schieben sich sogar die einzelnen Schädelpartien übereinander, um die Kopfform dem Geburtskanal anzupassen, der für einen Embryo mit der geburtsmäßigen physiologischen Reife eines Menschenaffen Einbryonen unpassierbar wäre. Mit wachsendem Schädelinhalt resp. umfang muß der Embryo also immer früher geboren werden. Andererseits ist auch für die frühesten Australopithecinen der aufrechte Gang belegt, aber es gibt keine Indizien, daß ihnen eine Periode der Schädelvergrößerung vorausgegangen ist, die zur Sicherstellung der Geburt eine verfrühte Austreibung des Embryos und damit einen vorzeitigen Abbruch der Wanderung des Foramen magnum zum Hinterkopf verlangt hätte.

Lange Zeit galt ja die Bipedie als Agens der intellektuellen Entwicklung: Werden die Hände erst einmal frei, können sie handwerklichen tätig werden, was jedem mutativen Fortschritt in der Gehirnentwicklung einen starken Selektionsvorteil im Überlebenskampf gewährt hätte (vgl. Heberer, Stichwort »Bipedie« im kleinen Abc). Dagegen hat Owen C. Lovejoy's These des Zusammenhangs protomenschlicher Fähigkeit zum Verlieben, zu Monogamie und der damit einhergehenden Stabilisierung des Sozialverbandes sowie der besseren Futtermittellieferung einerseits und dem Vorteil der Bipedie andererseits viel Zuspruch (aber auch harte Kritik vgl. Hrdy 1981) gefunden. Bipedie, so Lovejoy, könnte vor jeder Dialektik von Hand und Geist der besseren Nahrungsversorgung gedient haben, auf diese Weise das Liebesverhältnis fördern, zu dem eine anhaltende weibliche Brunftzeit wiederum einiges beigetragen hätte usw. Manche Autoren haben diesen Gedankengang dann so weit ausgereizt, daß sie die ganze Latte menschlicher Charakteristika von der Bipedie über den großen Schädel bis hin zu geschlechtsspezifischen Kulturleistungen aus dem Sumpf des infantil angehauchten menschlichen Liebeslebens als primärem Selektionsvorteil an den Haaren herausgezogen haben (vgl. Pertgen 1988a).

Einer der erstaunlichsten Umstände beim Heranwachsen eines Embryos liegt darin, daß auch die später als Speicher der ohne Lernen abrufbereiten Verhaltensweisen anzusprechende Gehirnpartie erst noch wachsen muß. Die befruchtete Eizelle hat dieses Gedächtnis noch nicht, sie könnte sich nicht »verhalten« (wenn auch größtenteils aus physiologischen Gründen nicht). Es vollziehen sich Zellteilungen und Spezialisierungen, die ob nun chemisch, elektromagnetisch oder genetisch letztlich den artspezifischen Speicher für diese Verhaltensweisen organisieren werden. Der Instinktverlust des Menschen und die (daraus wohl resultierende) lange Zeit des Lernens im sozialen Kontakt wird also etwas mit der verfrühten Geburt zu tun haben. Banal gesagt, ist das Bauwerk seiner Bibliothek an Verhaltensformen nicht vollendet, das Baumaterial ist zum Teil noch frei und wird erst im Laufe des Lebens sowohl zur Bildung eines epochenspezifischen als auch eines individuellen Überbaus verwendet werden. Der in den siebziger Jahren aufflammende SozioDarwinismus hat großen Wert auf den Beweis gelegt, daß der Unterbau jene nichtmaskierten »egoistischen Gene« einen großen Teil des menschlichen Sozialverhaltens bestimmen und daß folglich das Maß an Freiheit weitaus geringer sei, als man bislang anzunehmen gewillt war. Wir Mitteleuropäer haben von den Kontroversen in den Vereinigten Staaten, wo die allermeisten der SozioDarwinisten leben und schreiben, wenig mitbekommen. Einige populärwissenschaftliche Bücher dieser Denkrichtung sind auch bei uns erschienen, etwa »Das egoistische Gen« (1978) von Richard Dawkins (»Ich betrachte eine Mutter als Maschine, die so programmiert ist, daß sie alles in ihrer Macht Stehende tut, um Kopien der in ihr enthaltenen Gene zu vererben.« [145]), oder »Der nackte Affe« (1968) von Desmond Morris (»Wie wenig, wie außerordentlich wenig hat sich doch der nackte Affe seit seinen Anfängen in lange vergangener Zeit geändert!« [175]). Diese Bücher wirken wie eine hämische Reaktion auf die die Menschheit begleitenden unzulänglichen Versuche, aus dieser Freiheit Verantwortung bestimmen zu wollen. Die Vision vom Menschen als Krone der Schöpfung respektive Gipfel der Evolution hat eine lange und nicht ausrottbare Tradition. Der Mensch mit seiner bislang wirklich nur punktuellen Anwesenheit auf der Erde könnte eine Fluktuation oder eine materielle Konzentration der lernenden Natur sein, ein nur müder Abklatsch allerdings, denn die übrige Natur schlägt den Menschen, was Effizienz und Komplexität von Lösungen und Lösungsstrategien angeht, um Längen. Der Mensch wäre so etwas wie ein vergessener, ein nicht wieder integrierter Teil der Natur, der immer noch mit etwas beschäftigt ist, was alle anderen Arten wenn auch nur zwischenzeitlich und epochenüberspannend können: sich lernend mit der Umwelt zu arrangieren. Dieser scheinbar vor Banalität tiefende Satz soll an den Umstand erinnern, daß alle Arten, deren Entstehungszeitraum wir mit unseren Datierungsmethoden ja nicht auflösen kön-

nen, in einer schwindelerregend kurzen Zeit ihre komplexen Verhaltensweisen es hilft nichts: erlernt haben, und zwar so gut, daß sie es überhaupt nicht nötig zu haben scheinen, daran etwas zu ändern. Offenbar haben sie zugleich diese Ära angstmachender Unsicherheit völlig vergessen; Homo sapiens lernt vielleicht noch, daß er sich inmitten eines solchen Zustandes befindet und weder Vergangenheit noch Zukunft als Ära verlorenen oder noch zu empfangenden Glücks beschreiben kann.

11. SPEKULATIONEN

Beim Spekulieren war Darwin der Erste • Wissenschaftsmüdigkeit und des Kaisers neue Kleider • Facetten ein und derselben Fragestellung: cerebraler Code, Biophotonen und morphogenetisches Feld • Müssen Spekulationen immer scheitern? • Was Mannheimer Bakterien und Münchener Hunde gemeinsam haben könnten • Über die Vorsicht beim Tappen im Dunkeln

Wozu, könnte man fragen, gibt es in einem Buch, das von Spekulationen nur so wimmelt, dafür auch noch ein Extrakapitel? Ist eine Steigerung des bislang freigesetzten spekulativen Potentials überhaupt noch möglich? Das vielleicht nicht, aber es ist nützlich, die bereits eingeflochtenen und nicht immer als solche kenntlich gemachten Spekulationen zusammenzufassen und sie mit einigen anderen noch nicht zur Sprache gekommenen zu bündeln. Daraus ergeben sich Ausblicke auf zukünftige Forschungsfelder. Spekulationen sind gewissermaßen Formulierungshilfen für neue Fragen an und neue Blickwinkel für die Natur.

Hatte nicht auch Darwin spekuliert, d.h. »durch Überlegungen den Bereich der Erfahrungen überschritten«? Tatsächlich hat ihn der Bereich der Erfahrungen im Hinblick auf etliche Hypothesen Lückenhaftigkeit der Fossilurkunden, Zufallsregime auf der Ebene der Varietätenbildung usw. bis heute schmäählich im Stich gelassen. Seine größte Spekulation bestand allerdings in der Annahme innerweltlicher Ursachen für die Evolution. In diesem Satz sind genau genommen zwei Spekulationen enthalten. Bezüglich des Phänomens »Evolution« die eine Spekulation halten wir uns an die lateinische Übersetzung: »abwerfen, hinaustreiben, verdrängen, auseinanderwickeln, aufrollen, entwickeln, darstellen«. Das ist es, was die nichtspekulativen Fossilzeugnisse verraten. Dann sind da die innerweltlichen Ursachen. Wir haben uns an diesen Gedanken gewöhnt, und unterstellen nicht gleich »transzendente Mächte«, wenn die Ursache sich nicht aufzeigen läßt (vgl. aber Pertigen 1988b). Für die Gegner Darwins hingegen war dieser Gedanke erschreckend: Die innerweltlichen Ursachen sind blind; es gibt kein vorprogrammiertes Heil mehr für die Menschen. Wir wissen aber mittlerweile: Ordnung ist die Voraussetzung für den Prozeß der Spekulation; wer noch keine gesicherten Erfahrungen machen konnte, vermag auch nicht zu spekulieren. Das Phänomen des spekulativen Geistes ist also der Beweis für einen grundlegenden (und stabilen) Zug von Ordnung in der Natur.

Hinsichtlich der Variabilität der Arten hat Darwin nur begrenzt spekuliert, denn er hat die Erfahrungen aus der künstlichen Zuchtwahl auf die freie Natur übertragen. Die variablen Exemplare einer Art werden zum Objekt der Naturkräfte, sie verrichten an ihnen eine natürliche Zuchtwahl. Die morphologischen Eigenschaften eines Tieres oder einer Pflanze sind gezielt variabel. Was dem Menschen beim Schwein die zusätzliche Rippe ist, wird vor dem Gericht der natürlichen Zuchtwahl die Fitneß. So wie es vorderhand nicht unmöglich ist, aus einem Schwein mit N Rippen eines mit (N+ 1) Rippen zu machen, so kann, wenn nur genügend Zeit ins Land geht, aus einem Reptil ein Vogel werden. Das ist, wie gesagt, nicht auszuschließen. Das Problem besteht lediglich darin, daß wir niemals einen »speculator«, eine Aufklärungstruppe empfangen werden, die uns diese Annahme verifiziert. Darwin sprach nie ausdrücklich davon, daß in dieser Hinsicht nur »specula«, nämlich schwache Hoffnung sei. Das Parkett des Darwinismus ist hinsichtlich der Verifizierbarkeit »speculoclarus«, i.e. spiegelglatt.

Das einzige »spectamen«, der einzige Beweis also für Darwin, könnten vom Standpunkt des Beobachters, des »spectaculum«, die Fossilurkunden als »speculum« einst lebender Tiere bringen. Ihr »spectrum« konnte es zu seiner Zeit nicht erbringen, und heutzutage sprechen sie gegen ihn, denn ein »speculamen« zeigt, daß wir es mit morphologischer Stabilität, nicht aber mit gradueller Variation zu tun haben. Das ist »spectatus«, nämlich sichtbar und auch anerkannt.

Die allermeisten Autoren, die spekulative Überlegungen über die Dynamik der Evolution anstellen, werden vom wissenschaftlichen Establishment abgelehnt vielleicht eine notwendige, aber keineswegs eine hinreichende Voraussetzung dafür, daß diese Autoren auf dem richtigen Wege sind. Darwin wurde zwar kontrovers diskutiert, aber binnen weniger Jahre waren die meisten und vor allem die jungen Wissenschaftler in das Lager der Evolutionisten übergewechselt. Diese Tatsache sollte aber nicht zu der Behauptung verleiten, daß Darwin eben unrecht hatte. Vielmehr enthielt Darwins Werk über die »Entstehung der Arten« genügend Stichworte und Anhaltspunkte, um endgültig auf ein schon lange virulentes Paradigma überzugehen: die Unterstellung innerweltlicher Ursachen für die Naturgeschichte. Die Übernahme von Darwins Argumentation war verknüpft mit einer Ablehnung des überkommenen und mit verknöcherten Hierarchien verbundenen theologischen Standpunktes. Dieses Motiv spielte eine viel größere Rolle als die Legitimationsmöglichkeiten des »britisch hemdsärmeligen ManchesterKapitalismus«, zumal diese Einschätzung durch die begeisterte Annahme von Darwins Thesen durch die meisten Theoretiker des Sozialismus konterkariert wird.

Wenn, wie immer wieder geschehen, moderne Spekulationen über kybernetische Zusammenhänge der Ökosphäre nie mehr als nur kurzes und halbherziges Rauschen im Blätterwald verursachen, scheint die Zeit weitergehender Hypothesen und Theorien noch nicht reif oder schon längst vorbei zu sein. Ein möglicher Grund für das Desinteresse an den in die Diskussion geworfenen neuen Hypothesen ist der im Schwinden befindliche Mut des wissenschaftsmüden Publikums zur eigenen Meinung. Wissenschaftsmüdigkeit ist nur der Gegenpol zur Wissenschaftsgläubigkeit. Die meisten Nichtfachleute haben uneingestandenermaßen vor der Masse der angehäuften Wissensrudimente kapituliert. Sie wähen die verzweifelt um Synthese bemühten Fachleute um Meilen gegenüber ihrem eigenen mühsam erkämpften kleinen Verständnis voraus und merken nicht oder glauben es auch einfach nicht, daß diese doch nur von einem kleinen Haufen wackeliger Hypothesen ausgehen. Das empirische Material mag ja ins Uferlose gehen, der Grundriß hingegen, auf dem dieses Material angeordnet wird, ist immer noch in unmittelbarer Nähe einfachster Antworten auf grundlegende Fragen und so sollte es auch bleiben.

Spekulationen erscheinen anrühlich, weil sie sich um das große und gewachsene Gebäude der Synthese nicht kümmern; sie beschäftigen sich wieder mit einfachen Antworten auf grundlegende Fragen, und die ersten neuen rudimentären Fundamente und Mauern nehmen sich wahrlich mickrig neben dem alten Prunk aus. Aber immer kommt ein Teil dieses alten Prunks von des Kaisers neuen Kleidern, und bei der neodarwinistischen Evolutionstheorie muß man kein Kind sein, um ihre Blößen zu entdecken und zu benennen.

Alle Spekulationen auf dem Gebiet der biologischen Evolution erwachsen aus der Einsicht, daß zwischen den molekularbiologischen Szenarien sowie dem rekonstruierten Verlauf der Entwicklung und der Reproduktion des Lebens eine große Lücke klafft. Allem Anschein nach ist diese Lücke mit den bisherigen Mitteln unüberbrückbar.

Ferdinand Schmidts Buch über die »Kybernetische Evolution« ist ein Plädoyer für die Abwendung vom molekularbiologischen Dogma, indem er über mehr als 400 Seiten ein Phänomen an das andere reiht, die alle ohne eine enge Wechselbeziehung zwischen den Informati-

onsträgern für die entstehenden Lebensformen untereinander sowie auch mit der Ökosphäre nicht verstanden werden können. Schmidt schreibt mit einer Liebe für Details, genau jene Details, die in den Lehrbüchern der Evolution allenfalls einmal die Rolle des *Advocatus Diaboli* spielen dürfen, aber in ihrer Gesamtheit aus Rücksicht auf die erreichte Synthese nicht angesprochen werden dürfen. Er analysiert vor allem und kommt immer wieder auf die Zusammenhänge zu sprechen, die ohne eine kybernetische Erklärung, ohne die Annahme eines regelkreishaften Zusammenhanges nicht verstanden werden können. Eines der markantesten Beispiel findet sich in dem Phänomen der Symbiose, das durch das gesamte Tier und Pflanzenreich gehe: »Symbiosen bilden die Voraussetzung für Ökosysteme generell, die ihrerseits die Vorbedingung für höheres Leben darstellen. Heterotrophe Lebewesen sind undenkbar ohne autotrophe Organismen, die Sonnenlicht direkt in Lebensenergie umwandeln können. Ohne Pflanzen keine Pflanzenfresser, ohne Pflanzenfresser keine Fleischfresser; aber auch pflanzenfressende Tiere wären in vielen Fällen (...) ohne die Symbiose mit primitiven symbiontischen Mikroben in ihrem Verdauungstrakt nicht existenzfähig.

Durch eine astronomische Zahl von Mutationen wenn man dem Neodairwinismus Glauben schenkt wurden in solchen Ökosystemen Lebensgewohnheiten, körperliche Merkmale und angeborene Verhaltensweisen der verschiedensten Tiere und Pflanzen bis ins letzte Detail aufeinander abgestimmt. Dabei hat zwar jede Art einen gewissen Tribut an die große Gemeinschaft zu entrichten; insgesamt wird jedoch im Gegenzug das Überleben aller gesichert. Und alle damit verbundenen Neuerwerbungen in diesem gigantischen Netzwerk, die Detailinformationen in unübersehbarer Fülle von einmaliger Spezifität voraussetzen, sollen gerade in das richtige Genom Tausender verschiedener Arten durch ein »BlindeKuhSpiel« der Evolution immer zum rechten Zeitpunkt gelangt sein!« (Schmidt 1985, 344 f.)

Schmidt hat dann zum Ende seines Buches eine »Arbeitshypothese für die Neuentstehung von Genen« zu bieten, denn kybernetische Evolution bedeutet den Informationsaustausch innerhalb des Ökosystems zur optimalen Anpassung aller Strukturen aneinander und nicht nur des einzelnen im Kampf ums Überleben. Diese Arbeitshypothese mündet in die Frage nach einem »cerebralen Code« für die Umwandlung von Nervenimpulsen in DNSSequenzen. Da Gedächtnismoleküle vom Typ des Scotophobins nicht stabil sind, zur Etablierung des Langzeitgedächtnisses also einer Codierungsbasis in Form von DNS zur dauernden Reproduktion bedürfen, müßte es, so folgert Schmidt, einen Code geben, der die über die Nerven in Form von elektrischen Impulsen zum Gehirn gelangenden Umweltinformationen in Nukleinsäuresequenzen übersetzt. Dieser cerebrale Code wäre das Gegenstück zum genetischen Code. Während der genetische Code Form und Verhaltensweise eines Lebewesens bestimmt, indem er Nukleinsäuresequenzen in Produktionsvorschriften für die Bausteine des Lebens übersetzt, würde der postulierte cerebrale Code Umweltinformationen in Gestalt von elektrischen Impulsgewittern in ebensolche Nukleinsäuresequenzen übersetzen. Mit dem Nachweis eines solchen Codes wären die Rudimente eines das gesamte Ökosystem erfassenden Regelkreises sichtbar geworden.

Natürlich würde selbst der Nachweis eines solchen Codes viele Fragen offen lassen und unzählige neu aufwerfen: Wieso gibt es überhaupt »Arten«, wenn jedes Lebewesen Umweltinformationen inkorporieren und letztlich in Wechselwirkung mit der Umwelt und eigentlich unabhängig von anderen Artgenossen Gestalt und Verhaltensweise ändern könnte? Wie gelangen Gedächtnisinhalte in die Chromosomen des Zellkerns? Trotz solcher Fragen wäre nicht zuletzt mit der Bestätigung der Schmidtschen Arbeitshypothese das Bild von dem einsam um Erhaltung kämpfenden, leicht mutagenen Individuum am Ende. Die Betrachtung der innersten Funktionsweise eines Lebewesens ließe sich nicht mehr unabhängig von anderen und von seiner Umwelt anstellen.

Die Entschlüsselung der Ursachen der biologischen Funktion könne nicht von der Biochemie erwartet werden, meint Fritz A. Popp, denn in Wirklichkeit stünde in der Hierarchie der Regulation das elektromagnetische Signal an erster Stelle. Folglich müsse auch an erster Stelle die Frage nach der Lichtinformation und nicht nach der »chemischen Konstellation« stehen, die zur Entstehung erster lebender Einheiten geführt hätte.

Das von der Sonne zur Erde gestrahlte Licht hat eine andere Intensitätsverteilung als das thermische Rauschen, mit dem sich die Wärmestrahlung der »kalten« Erde bzw. ihrer Gegenstände bezeichnen läßt. Das Sonnenlicht hebt sich in bestimmten Frequenzbereichen von diesem Rauschen ab und hat über kleine Flächen von der Größenordnung lebender Zellen eine besondere Qualität: Es ist kohärent und könnte damit ein »Muster« darstellen, in das biologische Materie »hineinwachsen« und in einer Kopplung mit dem elektromagnetischen Feld des Lichtes eine dynamische Struktur bilden kann. »Die Dimensionierung biologischer Strukturen muß dann eine Folge der Dimensionierung äußerer elektromagnetischer Feldmuster (...) sein; ihre Stabilität hängt ab von der durch die Wechselwirkungen mit der selbsterzeugten Materie erhöhten Stabilität der Feldkonfigurationen. Biologische Materie ist dann zu kennzeichnen als eine Art nichtlinearer Abdruck der Umgebungsinformation, als ein System, das elektromagnetische Impulse aufsaugt, speichert und in die Stabilität der Strukturierung umsetzt.« (Popp 1984, 139 f.)

Das über kleine Flächen kohärente Licht der Sonne hat Charakteristiken des Laserlichtes, das selber Produkt eines besonderen Ordnungszustandes fern vom thermodynamischen Gleichgewicht ist. Vielleicht war dieses Licht der Kondensationskeim für die erste dissipative Struktur auf der Erde, denn die DNS Doppelhelix hat Antenneneigenschaften, die das Einschwingen auf ein Photonenfeld möglich machen. Es wäre also denkbar, daß sie in das Strahlungsfeld der Sonne organisch hineingewachsen ist. »Trifft diese Überlegung zu, dann ist das DNSGitter nicht die Konsequenz der elektronischen Struktur der Nukleinbasen, sondern ein reiner Quanteneffekt des Phasenraumes.« (Pöpp 1984, 141) Das DNSGitter ist selber höchstwahrscheinlich die Quelle kohärenten Lichtes, das weitere chemische Bindungen organisieren kann. Diese Überlegungen gehen so weit, Zellen als Sonnenkollektoren zu betrachten, die auch regellose thermische Strahlung teilweise in kohärentes Licht umwandeln können, das dann reichweitigere Kommunikation ermöglicht. Vielleicht kann auf diesem Wege das Rätsel, wie der Zellaufbau des Organismus gesteuert wird, gelöst werden.

Die Konsequenzen für die Sichtweise der Dynamik der Lebensentstehung auf der Grundlage dieser Spekulation sind weitreichend. Hat sich erst einmal ein Keim für die erste dynamische Struktur herausgebildet, wird die »Freiheit« dieses Gebildes mit wachsender Komplexität immer weiter beschnitten. Die Evolutionsrichtung wird durch die Randbedingungen determiniert. Das System »emanzipiert« sich von den ordnungsgebenden Impulsen der Sonne und leitet eine Formierung der Biomaterie über Distanzen ein, für die das Sonnenlicht keine Information mehr enthält. Vielleicht stehen tatsächlich alle chemischen Systeme, die ihre Ordnung in Wechselwirkung mit elektromagnetischen Feldern aufrechterhalten, miteinander in Verbindung und damit auch die Genome aller auf der Erde existierenden Arten, die auf diese Weise einen einzigen GenPool bildeten.

Rupert Sheldrakes Arbeitshypothese ist von anderer Art. Er sucht nicht nach neuen funktionellen Beziehungen zwischen bekannten Phänomenen untereinander, sondern nach funktionellen Beziehungen der Organismen zu einem bislang mit physikalischen Mitteln nicht nachgewiesenen, informationstragenden Feld. Ausgangspunkt ist die Überlegung, daß die durch physikalische Gesetze offen gelassenen Verzweigungsmöglichkeiten bei der Entwicklung vielfältiger sind, als von der sichtbaren Formenvielfalt abgedeckt wird. Sheldrake meint, daß

die physikalisch gleichberechtigten Verzweigungsmöglichkeiten bei der Entwicklung einer Form so vielfältig sind, daß ohne eine Resonanz schon vorhandener Formen mit sich noch entwickelnden Formen die zu unterschiedlichen Zeiten und an verschiedenen Orten entstehenden gleichen Formen auf gleichen Entwicklungswegen mit den gleichen Strategien nicht zu verstehen sind.

Sheldrake betrachtet das morphogenetische Feld als immateriellen Informationsträger, mit dem Organismen wechselwirken, indem sie Information von ihm empfangen bzw. in es hineinbringen. Diese Hypothese wäre wertlos, wenn ihre Konsequenzen sich nicht im Experiment überprüfen ließen. Versuche an Ratten und an Menschen haben die Annahme eines solchen informationstragenden Feldes tatsächlich nahegelegt. Lernversuche mit 32 aufeinanderfolgenden Rattengenerationen ergaben die Absenkung der individuellen Fehlerquote der Ratten um ca. 60 %, ohne daß die einzelnen Generationen die Chance gehabt hätten, einander entsprechende Informationen zuzutragen. Das wäre noch interpretationsbedürftig, wenn nicht dieselben Versuche mit Ratten, die nun keinerlei verwandtschaftliche Beziehungen zu ihren Vorgänger hatten, von vornherein mit derselben Fehlerquote gestartet wären, die sich beim Ende der ersten Versuchsreihe ergeben hatte. Sheldrakes »morphogenetisches Feld« erlaubt die Deutung, daß sich das kollektive Verhalten der Ratte als Information auf dieses Feld übertragen und von da an jeder Ratte zur Verfügung gestanden hat. Vergleichbare Tests mit Menschen ergaben ebenfalls Resultate, die durch ein besonderes informationsspeicherndes Feld erklärt werden können, ansonsten aber rätselhaft blieben (vgl. Sheldrake 1984, 180).

Das Positive an dieser These ist vor allem, daß sie experimentell getestet werden kann. Nicht nur in bezug auf Lebewesen, sondern auch in bezug auf die Ebene genetischer Informationsübertragung lassen sich Experimente ausdenken, die die Existenz eines Informationsfeldes belegen könnten. Seit langem ist unter dem Begriff der morphologischen Bewegung das Phänomen bekannt, daß Zellen eigentlich unspezifizierter Art bestimmte Plätze innerhalb eines zerstörten Gewebes einnehmen können, um zuweilen ganze Organe neu zu bilden. Dies kann nur geschehen, wenn bestimmte Genabschnitte gezielt zum Ausdruck gebracht werden. Dazu müssen Informationen fließen, über deren Herkunft bislang nur spekuliert werden kann.

Das Thema ist auch in bezug auf die Frage nach Evolutionsauslösern von großem Interesse. Die Entstehung neuer Arten, die plötzlich auftauchen und sich wie wild ausbreiten, läßt sich unter dem Aspekt eines sich stabilisierenden »morphogenetischen Feldes«, also eines »formgebenden Feldes« einordnen: Hat eine Art die Gelegenheit zur Realisierung gehabt, und es entsteht auf diese Weise ein informationstragendes Feld, so bildet die nachgeschaltete Vermehrung dieser Art eine Art Resonanzeffekt, ähnlich vielleicht dem Einschwingen eines Resonanzbodens auf einen anklingenden Ton. Dieses Bild kann man, was die Entstehung neuer Arten betrifft, noch weiter ausmalen: Die massenhafte Ausrottung einer Art durch katastrophische Einwirkungen führt zu einer Abschwächung des formgebenden Feldes und zur verstärkten Realisierung abweichender Formen, von denen eine die Chance zur besonderen Vermehrung hat und damit die formgebenden Fehler anderer Varietäten ausdämpft und zugleich das eigene Feld resonanzartig verstärkt. Vielleicht bilden inzestuöse Fortpflanzungsbedingungen und die Wechselwirkung und Unterhaltung eines formgebenden Feldes ein kohärentes Kräftepaar, das zur Vermehrung einer neuen Art führt und die Verdrängung konkurrierender Varietäten bewirkt. Die ganzen Schattierungen der Evolutionsdynamik, die man einfach nicht begreift, lassen sich vielleicht auf diesem Wege erhellen: die Plötzlichkeit des Aussterbens vieler Lebewesen ohne erkennbaren Grund, gerade das wiederholte parallele Auftreten von Umwandlungen, die für sich schon koordinierte Neuerungen erfordert, und dergleichen mehr (vgl. Taylor 1983, 183). An diese morphogenetische Feldtheorie lassen sich weitreichende Spekulationen knüpfen. Gibt es Wechselwirkungen zwischen diesem Feld und den

uns bereits bekannten wie etwa dem elektromagnetischen Feld? D.h., führen etwa »überkritische« elektromagnetische Feldstärken zu entscheidenden Einbrüchen in dem morphogenetischen Feld und damit zur Auflösung und Neuordnung der Strukturen mit ihm in Wechselwirkung stehender lebender Arten?

Sheldrakes Thesen haben zur Zeit ihrer ersten Veröffentlichung großes Aufsehen erregt, zugleich wurde aber ihrer Verifizierbarkeit seitens der Wissenschaft keine gute Prognose gestellt. Tatsächlich ist es um die Theorie des morphogenetischen Feldes still geworden. Sheldrake selber sei zum reinen Vortragsreisenden geworden und habe zur mühseligen experimentellen Arbeit nichts mehr beigetragen. Hier kann sehr schnell der Eindruck entstehen, daß dieses Schicksal jede Spekulation ereilen wird oder sogar ereilen muß, die sich zu weit von den bewährten Pfaden der Wissenschaft entfernt hat. Der Fall Darwin zeigt, daß derartiger Pessimismus unangebracht ist. Darwin ist mit fast allen »Überlegungen über den Bereich der Erfahrungen hinaus« fehl gegangen. Das ändert aber nichts an der Tatsache, daß er der Ansicht von ausschließlich innerweltlichen Beziehungen für die Entwicklung des Lebens endgültig zum Durchbruch verholfen hat. Darwin hat geistige Pionierarbeit geleistet. Meistens wird das über das Kopfschütteln angesichts seiner grobschlächtigen Hypothesen schlicht vergessen.

Die hier zur Sprache gekommenen Spekulationen haben eine gemeinsame Zielrichtung: die Erklärung von Evolution durch Koordination jenseits des Zufallsregimes. Sie suchen nach dem kybernetischen Grundprinzip der Entstehung und der Reproduktion von Leben. Dabei sind die einzelnen Ansätze cerebraler Code, Biophotonen und morphogenetisches Feld nur verschiedene Facetten einer gemeinsamen Fragestellung. Die erzielbaren Antworten bergen andere Konsequenzen als gewohnt. »Ordnung« bedeutet Einschränkung und nicht mehr Ausnutzung von Freiheit. Darwinisten können sich als verlängerten Arm der natürlichen Zuchtwahl betrachten. Wo bislang der Zufall das Spielmaterial für die selektiven Mechanismen der Umwelt hervorgebracht hat, kann der Mensch das auch genausogut gezielt machen: durch »Kultivierung« der Natur via Technik, insbesondere der GenTechnik. Zwischen gezielter menschlicher Manipulation und zufälliger natürlicher Fluktuation bestünde kein prinzipieller Unterschied. Die »Darwinisten« sind die eigentlichen Alchemisten der Neuzeit. Was die Natur in unendlich langsamen Schritten ziel und richtungslos abzuwickeln scheint, kann der Mensch für seine Zwecke hilfreich in wenigen Jahren provozieren. Der Kybernetiker vermutet solange er nichts Genaues weiß hinter einem gentechnischen Eingriff andere Möglichkeiten als »Gelingen« oder »Unfall«. Wenn in Mannheim durch GenManipulation ein Bakterienstamm zur Enzymsynthese gebracht wird, kann in zwanzig Jahren allen Hunden in München das Fell abfallen nicht, weil sich ein Unfall ereignet hat und eine der manipulierten Bakterien das Labor verlassen konnte und als unangenehme Nebenfolge seines Stoffwechsels nun den Haarausfall bei Hunden veranlaßt. Sondern weil Münchner Hunde und Mannheimer Bakterien einem Regelkreis angehören, in dem der blinde Zugriff an einer Stelle Folgen an einer anderen Stelle haben kann, die für den Menschen unabsehbar sind, solange er das kybernetische Prinzip der Organisation der Biosphäre nicht versteht. Dieses Szenario muß mehr als bizarr wirken, aber es ist doch nur die äußerste (spekulative) Konsequenz der Hypothese einer umfassenden regelkreishaften Organisation des Lebens.

Damit sei es der Spekulationen nun genug. Nicht umsonst steht dieses Kapitel am Ende des Buches. Es erinnert an das grandiose Nichtwissen auf dem Gebiet der »Wissenschaft vom Leben« und an die Vorsicht, derer man sich beim Tappen im dunkeln (im wirklichen Leben jedenfalls) zu bedienen pflegt.

LITERATUR

- Ager, Derek V. (1973): »The Nature of the Stratigraphical Record«, N.Y.
- (1984) »The Stratigraphic Code and what it Implies«, in: Berggren 1984
- Alvarez, Walter et. al. (1984a): »Impact Theory of Mass Extinctions and the Intervertebrate Fossil Record«, in: SCIENCE, 223
- (1984b): »The End of Cretaceous: Sharp Boundary or Gradual Transition?«, in: SCIENCE, 223
- Archibald, J.D.: »Mammal Evolution near the Cretaceous-Tertiary Boundary«, in: Berggren 1984
- Benson, R.H. (1984): »Perfection, Continuity, and Common Sense in: Historical Geology«, in: Berggren 1984
- Berggren, W.A. (Hgb.) et al. (1984): »Catastrophes and Earth History«, Princeton
- Bertalanffy, L.v. (1970): »Gesetz oder Zufall Systemtheorie und Selektion«, in: Koestler, A. und Smythies, J.R. (Hgb.): »Das neue Menschenbild«, Wien
- Blöss, C. (1983): »VenusReport«, Basel
- (1987): »Maschinenkinder Über die Beziehung zwischen Angst und Naturwissenschaft«, Berlin
- Bretz, J.H. (1927): »The channeled scablands of the Columbia Plateau«, in: JOUR. GEOL., 17
- Buckland, W. (1820): »Vindiciae Geologicae«, Oxford
- Ciochon, R.L. (1983): »New Interpretations of Ape and Human Ancestry«, N.Y.
- Clark, B. (1985): »Charles Darwin«, Frankfurt/M.
- Coppens, Y. (1985): »Die Wurzeln des Menschen«, Stuttgart
- Cullis, C.A. (1984): »Environmentally induced DNA changes«, in: Pollard 1984
- Cuvier, Baron G. (1830): »Die Umwälzungen der Erdrinde in: naturwissenschaftlicher und geschichtlicher Beziehung«, Nöggerath, J. (Übers.), Bonn
- Darwin, C. (1981): »Die Entstehung der Arten«, Stuttgart
- (1859): »The Origin of Species«, London
- Dawkins, B. (1978): »Das egoistische Gen«, Berlin
- Delbrück, M. (1963): »Jahrestagung der Leopoldina«, Halle a.d. Saale
- de Grazia, A. (1983): »The Lately Tortured Earth«, Princeton
- de Wit, Duyvene, J.J. (1964) in: PHILOSOPHIA REFORMATATA, Kampen
- Dickson, D. (1981): »Darwin in California«, in: NATURE 290
- Dobzhansky, T. (1962): »Mankind Evolving: The Evolution of the Human Species«, New Haven
- Dove, A. (1871): »Was macht Darwin populär?«, in: IM NEUEN REICH I,2, Leipzig
- Eccles, J.C. (1982): »Das Rätsel Mensch«, München
- Eigen, M. und Schuster P. (1982): »Stages of Emerging Life Five Principles of Early Organisation«, in: J. MOL. EVOL., 19
- Family Herald, The (24.8.1861), 19, No. 956
- Fellmann, F. (1977): »Darwins Metaphern«, in: ARCHIV FÜR BEGRIFFSGESCHICHTE XXI, Bonn
- Fischer, E.P (1988): »Das Atom der Biologen«, München
- Fox, S.W. (1984): »Proteinoid Experiments and Evolutionary Theory«, in: Ho 1984
- Freud, S. (1930): »Das Unbehagen in der Kultur«, in: SA Bd. IX (1982), Frankfurt/M
- (1912-1913): »Totem und Tabu«, in: SA Bd. IX (1982), Frankfurt/M
- Geikie, A. (1924): »A Long Life's Work, an Autobiography«, London
- George, U. (1984): »Darwinismus: Der Irrtum des Jahrhunderts«, in: GEO, 7
- Gilmore, R. (1981): »Catastrophe Theory for Scientists and Engineers«, N.Y.
- Goldschmidt, R.B. (1952): »Evolution, as viewed by one geneticist«, in: AMERICAN SCIENTIST, 49, Jan.
- Gould, S.L. und Eldredge, N. (1972) in: Schopf, T.J.M. (Hrsg.), »Models in Paleobiology«, San Francisco
- (1977), in: PALEOBIOLOGY, 3
- Gould, S.J. (1980), in: PALEOBIOLOGY, 6
- (1984a): »Toward the Vindication of Punctational Change«, in: Berggren 1984

- (1984b): »Darwin nach Darwin«, Frankfurt/M
- Haeckel, E. (1903): »Die Weltraethsel«, Bonn
- (1882): »Die Naturanschauung von Darwin, Goethe und Lamarck«, Jena
- Heberer, G. (1949): »Was heißt heute Darwinismus?«, Göttingen
- (1960), »Darwins Urteil über die abstammungsgeschichtliche Herkunft des Menschen«, in: Heberer, G. und Schwanitz, E. (Hrsg.), »Hundert Jahre Evolutionsforschung«, Stuttgart
- Heinsohn, G. (1988): »Die Sumerer gab es nicht«, Frankfurt/M
- Ho, M.W. und Saunders, P.T. (Hgb.) (1984): »Beyond NeoDarwinism«, London
- Hölder, H. (1962), in: »Theorie der Geowissenschaft«
- Hsü, K.J. (1983): »Was verursachte das Massensterben im Erdmittelalter?«, in: UMSCHAU 83,3
- Hrdy, S.B. und Benett, W. (1981): »Lucy's Husband: What Did He Stand For?«, in: HARVARD MAGAZINE 46
- Illies, J. (1984): »Der Jahrhundert Irrtum«, Frankfurt/M
- Illig, H. (1988): »Die veraltete Vorzeit«, Frankfurt/M
- Johanson, D. et al. (1984): »Lucy Die Anfänge der Menschheit«, Berlin
- Kahle, H. (1984): »Evolution. Irrweg moderner Naturwissenschaft«, Bielefeld
- Kant, I. (1977): »Vorkritische Schriften I«, Frankfurt/M Kauffmann, E. in: Lewin 1983a
- Kerr, R.E. (1983a): »A Lunar Meteorite and Maybe Some from Mars«, in: SCIENCE, 220
- (1983b): »Suspect Terranes and Continental Growth«, in: SCIENCE 22
- Koestler, A. (1978): »Der Mensch Irrläufer der Evolution«, Bern
- Kueppers, B.O. (1986): »Der Ursprung biologischer Information«, München
- (1987): »Ordnung aus dem Chaos«, München
- Lern, S. (1983): »Das Katastrophenprinzip«, Frankfurt/M
- Lemcke, K. (1981): »Das Nördlinger Ries: Spur einer kosmischen Katastrophe«, in: SPEKTRUM DER WISSENSCHAFT, Jan.
- Lewin, R. (1983a): »Extinctions and the History of Life«, in: SCIENCE, 221, 2. Sept.
- (1983b): »What killed the Giant Mammut?«, in: SCIENCE, 221, 9. Sept.
- Lewontin, R.C. (1972): »Testing the theory of natural selection«, in: NATURE 236
- Locker, A. (Hgb.) (1983): »Evolution kritisch gesehen«, Salzburg
- Löw, B. (1983): »Kann das Gehirn sich selbst erkennen?« in: Locker 1983
- Lovejoy, A.O. (1985): »Die große Kette der Wesen«, Frankfurt/M
- Lovejoy, C.O. (1981): »The Origin of Man«, in: SCIENCE, 211
- Lyell, C. (1841): »Grundsätze der Geologie«, Bd. I, Weimar
- Mägdefrau, K. (1968): »Paläobiologie der Pflanzen«, Stuttgart
- Maddox, J. (1984): »Extinctions by Catastrophe?«, in: NATURE 308, 19. April
- Mayr, Ernst (1963): »Populations, Species, and Evolution«, Cambridge (Harvard University Press)
- (1978): »Evolution und die Vielfalt des Lebens«, Berlin
- Meinhardt, H. (1987): »Bildung geordneter Strukturen bei der Entwicklung höherer Organismen«, in: Küppers (1987)
- Merriam, J.C. (1911): »The Fauna of Rancho La Brea«, in: MEMOIRS OF THE UNIVERSITY OF CALIFORNIA I, No. 2
- Miller, S. und Orgel, L.E. (1974): »The Origin of Life on Earth«, New Jersey
- Monod, Jacques (1971): »Zufall und Notwendigkeit«, München
- Morris, D. (1968): »Der nackte Affe«, München
- NATURE (1984), Vol. 308, 19. April
- Newell, N.D. (1967): »Revolutions in the History of Life«, in: Albritton jr., C.C. (Hrsg.), »Uniformity and Simplicity«, THE GEOLOGICAL SOCIETY OF AMERICA, Special Paper 89
- Nilsson, H. (1954): »Synthetische Artbildung«, Lund

- Noble, C.S. und Naughton, J.J. (1968): »Deep Ocean Basalts: Inert Gas Content and Uncertainties in Age Dating«, in: SCIENCE, 162
- Odum, E.P. (1983): »Grundlagen der Ökologie«, Bd. 1, Stuttgart
- Olson, E. (1959): »The Evolution of Mammalian Characteristics«, in: EVOLUTION, 13
- Pertigen, E. (1988a): »Die Gewinnung des Feuers aus dem Zustand der Verliebtheit«, in: DIE TAGESZEITUNG, 16.1.
- (1988b): »Der Teufel in der Physik eine Kulturgeschichte des Perpetuum mobile«, Berlin
- Pflug, H.D. (1984): »Die Spur des Lebens. Paläontologie chemisch betrachtet: Evolution, Katastrophen, Neubeginn«, Berlin
- Pilbeam, D. (1984): »Die Abstammung von Hominoïden und Hominiden«, in: SPEKTRUM DER WISSENSCHAFT, Mai
- Pitt Rivers, A.L.F. (1891): »Typological museums«, in: JOUR. SOC. ARTS, 40
- Pollard, J.W. (1984): »Evolutionary Theory: Paths into the Future«, Chichester
- (1984): »Is Weismann's Barrier Absolute?«, in: Ho 1984
- Popp, F.A. (1984): »Biologie des Lichts«, Berlin
- Popper, K. (1972): »Objective Knowledge: an evolutionary approach«, Oxford
- Potonée, R. (1928): »Epochen der End, Tier und Menschheitsgeschichte«, in: RECLAMS PRAKTISCHES WISSEN, Leipzig
- Prigogine, I. und Stengers, I. (1981): »Dialog mit der Natur«, München
- Prothero, Donald B. (1985): »MidOligocene Extinction Event in North American Land Mammals«, in: SCIENCE, 229
- Ray, J. (1698): »Sonderbares Kleeblätlein: Der Welt Anfang, Veränderung und Untergang«, Hamburg
- Reader, J. (1982): »Die Jagd nach den ersten Menschen«, Basel
- Reimarus, J.A.H. (1802): »Über die Bildung des Erdalles und ins Besondere über das Lehrgebäude des Herrn Luc«, Hamburg
- Renfrew, C. (1984): »Die MegalithKulturen«, in: SPEKTRUM DER WISSENSCHAFT, Januar
- Rensch, B. (1970): »homo sapiens Vom Tier zum Halb-gott«, Göttingen
- Riedl, R. (1985): »Die Strategie der Genesis«, München
- Rieppel, O. (1985) in: NATURWISSENSCHAFTEN
- Russell, D.A. (1982): »Der Untergang der Dinosaurier«, in: SPEKTRUM DER WISSENSCHAFT, März
- Rutte, E. (1983): »Bioemergenz Befunde der Paläontologie zur Entwicklungsgeschichte«, in: Löcker 1983
- Salisbury, F.B. (1969): »Natural Selection and the Complexity of the Gene«, in: NATURE, 224, Okt.
- Saunders, P.T. (1980): »An introduction to Catastrophe Theory«, Cambridge
- (1984): »Development and Evolution«, in: Ho 1984
- Schindel, D.E. (1982): »The gaps in the fossil record«, in: NATURE 297
- Schindewolf, O. (1950): »Grundfragen der Paläontologie«, Stuttgart
- Schmidt, F. (1985): »Grundlagen der kybernetischen Evolution«, Krefeld
- (1987 Ms): »Grundlagen der Theorie der kybernetischen Evolution«
- Schoffeniels, E. (1984): »AntiZufall«, Stuttgart
- Schwabe, C. (1986): »On the validity of molecular evolution«, in: TRENDS IN BIOTECHNOLOGICAL SCIENCES 11, July
- Sheldrake, R. (1984): »Das schöpferische Universum«, München
- Simpson, G.G. (1945): »Tempo and mode in Evolution«, N.Y.
- (1984): »Fossilien: Mosaiksteine zur Geschichte des Lebens«, Heidelberg
- Smith, P.J. (1982): The Origin of Tectites Settled at Last?«, in: NATURE, 300
- Solé, J. (1983): »Christliche Mythen«, Frankfurt/MBerlinWien
- SPEKTRUM DER WISSENSCHAFT (1983) November
- (1986), Juli
- Stanley, S.M. (1983): »Der neue Fahrplan der Evolution«, München

- (1984): »Massensterben im Meer«, in: SPEKTRUM DER WISSENSCHAFT, August
- Steele, E.J. (1984): »The somatic selection of aquired characters«, in: Pollard 1984
- Streitz, E. (1979): »Die Evolution des Menschen«, Weinheim
- Taylor, G.R. (1983): »Das Geheimnis der Evolution«, Frankfurt/M
- Thompson, W.R. (1963): Einleitung zu »On the Origin of Species«, London
- Tobach, E. und Schneirla, T.C. (1968): »The biopsychology of social behaviour of animals«, in: Cooke, R.E. und Leven, S. (Hgb.): »Biologie Basis of Pediatric Practice«, N.Y.
- Toulmin, T. und Goodfield, J. (1985): »Entdeckung der Zeit«, Frankfurt/M
- Urey, H.C. (1957), in: NATURE, 179, p. 556
- (1973): »Cometary Collisions and Geological Periods«, in: NATURE, 242, 2.März
- Velikovsky, I. (1978): »Welten im Zusammenstoß«, Frankfurt/M
- (1980): »Erde im Aufruhr«, Frankfurt/M
- Virchow, R. (1877): »Die Freiheit der Wissenschaft im modernen Staat«, Berlin
- Vogel, C. (1977): »Zum biologischen Selbstverständnis des Menschen«, in: NATURWISSENSCHAFTLICHE RUNDSCHAU, 30
- Vogel, K. (1983): »Macht die Evolution Sprünge?«, Wiesbaden
- Vollmert, B. (1985): »Das Molekül und das Leben«, Reinbek
- Vrba, E.S. (1984): »Patterns in the Fossil Record and Evolutionary Processes«, in: Ho 1984
- Watson, J.D. (1986): »Die DoppelHelix«, Reinbek
- Wells, H.G. (1926): »Die Geschichte unserer Welt«, Frankfurt/M 1959
- Williamson, Peter G. (1981): »Morphological Stasis and Development Constraint: Real Problems for NeoDarwinism«, in: NATURE, 294, 12. Nov.
- Woodcock, A. und Davis, M. (1978): »Catastrophe Theory«, N.Y.
- York, D. et al. (1972): »The Earth's Age and Geochronology«, Oxford
- Zysman, M. (1985 Ms): »The Great Mother: A Biological View«, Toronto