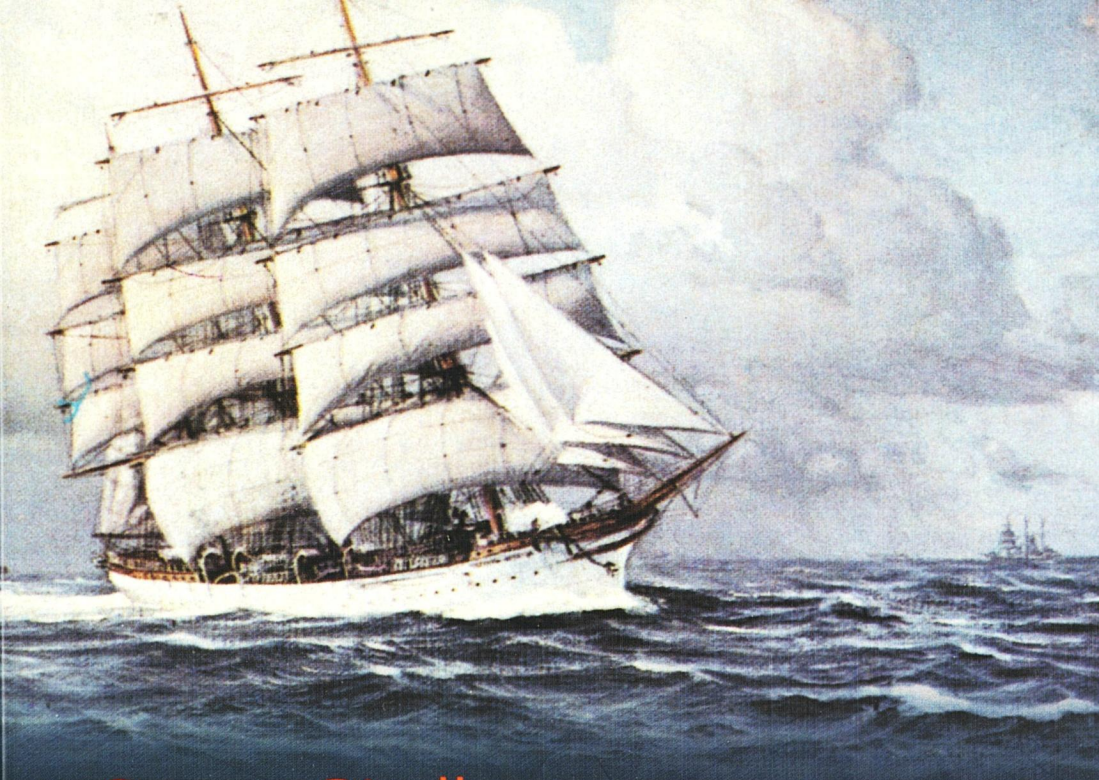


Rupert Riedl

Riedls Kulturgeschichte der Evolutionstheorie

Die Helden, ihre Irrungen und Einsichten

Springer

Riedl

Rupert Riedl

Riedls Kulturgeschichte der Evolutionstheorie
Die Helden, ihre Irrungen und Einsichten

Springer

Berlin
Heidelberg
New York
Hongkong
London
Mailand
Paris
Tokio

Rupert Riedl

Riedls Kulturgeschichte der Evolutionstheorie

Die Helden, ihre Irrungen und Einsichten

Mit 39 Abbildungen

Springer

Professor Dr. Rupert Riedl
Konrad-Lorenz-Institut für Evolutions- und Kognitionsforschung
Adolf-Lorenz-Gasse 2
3422 Altenberg, Österreich

ISBN 3-540-43668-5 Springer-Verlag Berlin Heidelberg New York

Die Deutsche Bibliothek – CIP-Einheitsaufnahme
Riedl, Rupert:
[Kulturgeschichte der Evolutionstheorie] Riedls Kulturgeschichte der Evolutionstheorie: die Helden, ihre Irrungen und Einsichten / Rupert Riedl.
– Berlin; Heidelberg; New York; Hongkong; London; Mailand;
Paris; Tokio: Springer, 2003
ISBN 3-540-43668-5

Dieses Werk ist urheberrechtlich geschützt. Die dadurch begründeten Rechte, insbesondere die der Übersetzung, des Nachdrucks, des Vortrags, der Entnahme von Abbildungen und Tabellen, der Funksendung, der Mikroverfilmung oder der Vervielfältigung auf anderen Wegen und der Speicherung in Datenverarbeitungsanlagen, bleiben, auch bei nur auszugsweiser Verwertung, vorbehalten. Eine Vervielfältigung dieses Werkes oder von Teilen dieses Werkes ist auch im Einzelfall nur in den Grenzen der gesetzlichen Bestimmungen des Urheberrechtsgesetzes der Bundesrepublik Deutschland vom 9. September 1965 in der jeweils geltenden Fassung zulässig. Sie ist grundsätzlich vergütungspflichtig. Zuwiderhandlungen unterliegen den Strafbestimmungen des Urheberrechtsgesetzes.

Springer-Verlag Berlin Heidelberg New York
ein Unternehmen der BertelsmannSpringer Science+Business Media GmbH
http://www.springer.de

© Springer-Verlag Berlin Heidelberg 2003
Printed in Germany

Die Wiedergabe von Gebrauchsnamen, Handelsnamen, Warenbezeichnungen usw. in diesem Werk berechtigt auch ohne besondere Kennzeichnung nicht zu der Annahme, dass solche Namen im Sinne der Warenzeichen- und Markenschutz-Gesetzgebung als frei zu betrachten wären und daher von jedermann benutzt werden dürften.

Satz: K+V Fotosatz GmbH, Beerfelden
Einbandgestaltung: Design & Production GmbH, Heidelberg
Einbandfoto: *Vollschiff Großherzogin Elisabeth*, mit freundlicher Genehmigung von Dr. Peter-Michael Pawlik
SPIN 10874566 31/3130-5 4 3 2 1 0 – Gedruckt auf säurefreiem Papier

'Die Segelflotte der Gedanken
fährt durch der Seiten offene Schranken
zu jenem wohlbekannten Hafen
der Leser – die mitunter schlafen.'

RUPERT RIEDL
frei nach Wilhelm Busch

Vorwort

Woher wir wohl kommen und wohin wir gehen, dies sind Fragen, die nur wir Menschen stellen und stellen können; und wir haben seit es Menschen gibt, Antworten gesucht, die sodann tatsächlich den Weg beeinflußten, den wir gemeinsam gegangen sind.

Drei Jahrzehnte Vorlesungen über Evolutionstheorie und Gespräche mit meinen Studiosi haben mich darin belehrt, daß man die Zustände dieser Theorie am verläßlichsten über die Darstellung ihrer Geschichte versteht. Denn tatsächlich ist keines ihrer Stadien, zumal die jeweiligen Ungereimtheiten, ohne deren Vorläufer ganz zu durchschauen. Und das gilt namentlich für ihre heutige Situation.

Ich werde diese Entwicklung nach drei Phasen unterteilt darstellen. Sie entsprechen sowohl der Geschichte der Theorie, wie auch meinem Erlebnis mit ihr. Die *heroische Phase* hatte ich, entlang meines eigenen Bildungsweges, nachzulernen. Die *ideologische Phase* habe ich zum Großteil mit- und nacherlebt; und in die bislang jüngste, die *systemische Phase* bin ich selbst verwickelt.

Das ergibt in diesem Band sowohl einen Gradienten zunehmender Nähe zum Gegenstand als auch einen von den Formen erwartbarer Subjektivität. Um beides kommt man in einer Geschichte nicht herum. Aber ich bin zuversichtlich, auf diese Weise den Wandel aus möglichster Nähe miterlebbar zu machen.

Indem wir Vorstellungen von einer Evolution der Organismen, also besonders von uns selbst, entwickelt haben, hat sich auch unser Welt- und Menschenbild geändert, und es ist mir ein Anliegen aufzuklären, in welcher Weise diese Evolutionstheorien unsere Kultur verändert haben und wie, umgekehrt, die übrigen Strömungen der Kultur die Theorien selbst modellierten.

Außerdem will ich versuchen, aus dem Konzert von Entdeckungen, Einsichten, nachweislichen und immer noch möglichen Irrtümern, dasjenige herauszuschälen, was bislang noch am verläßlichsten über unseren Weg durch diese Natur und unser Verständnis von dieser Natur festgeschrieben werden kann.

Das aber verlangt, nicht nur die großen Wenden herauszustellen, sondern auch allen scheinbar geringen Details nachzugehen, besonders den sich widersprechenden, wie sie theoretisch ganze Paradigmen zum Einsturz bringen sollten. Denn eben aus diesen Einzelheiten sollten sich jene großen Theoriengebäude zusammensetzen und legitimieren, wie umgekehrt das Kleine erst im Großen seine Funktion und seinen Sinn erhält.

Rupert Riedl

Inhaltsverzeichnis

Einführung 1

1 Heroische Phase 3

Teil 1 Die Vorläufer des Evolutionsgedankens 5

1.1 Das Rätselraten beginnt 6
1.2 Götter erschaffen die ganze Welt 8
1.3 Die Spaltung des Weltbilds beginnt 12
1.4 Rom, Christentum und sein Menschenbild 17
1.5 Gott kann fast alles 21

Teil 2 Die Evolutionstheorie entsteht 27

2.1 Materialisten; Maupertuis und Lamettrie 28
2.2 Positivismus; Buffon, Lamarck, Erasmus Darwin 30
2.3 Über das Erkennen; Cuvier, Saint-Hillaire und Goethe 38
2.4 Über Zeit und Wandel; Malthus, Lyell, Spencer 48

Teil 3 Darwin, das viktorianische England 53

3.1 Über Charles und seine Welt 54
3.2 Die Weltreise: Entdeckungen und Entwicklungen 58
3.3 Der Tüchtigere überlebt 60
3.4 Darwins Lamarckismus; die Pangenesis-Theorie 62
3.5 Rezeption von Darwins Werken 68

Teil 4 Zu Darwinismus, Haeckel und Lamarckismus 73

4.1 Alfred Russel Wallace und der Amazonas 74
4.2 Entdeckungsgeschichte aus der Insulinde 77
4.3 Erst Haeckel und ein Grundgesetz 82
4.4 Jesuiten, Monisten, Naturreligion 87
4.5 Lamarckisten und das zweckgerichtete Weltbild 90

2 Ideologische Phase 95

Teil 5 Die Abstammungslehre scheint bewiesen 97

5.1 Beweise aus der Systematik 98
5.2 Beweise aus der vergleichenden Anatomie 99
5.3 Beweise aus der Paläontologie 102
5.4 Beweise aus der Embryologie 105
5.5 Beweise aus dem Verhalten der Tiere 109
5.6 Wie diese Entwicklung zu verstehen ist 110

Teil 6 Die widersprechenden Erklärungen 115

6.1 Präludium: Probleme der organischen Zweckmäßigkeit 115
6.2 Vom Darwinismus zum Neodarwinismus 117
6.3 Die Selektions-Debatte 120
6.4 Lamarckismus und das Experiment 123
6.5 Somations-Debatte und Hexenjagd 127
6.6 Vitalismus und Neolamarckismus 129

Teil 7 Molekulare Genetik und Synthetische Theorie 135

7.1 Über Morsezeichen, Buchstaben und Worte 138
7.2 Regulative und das Epigenetische System 141
7.3 Jacques Monod und Pierre Teilhard de Chardin 142
7.4 Das Synthetische an der Synthetischen Theorie 146
7.5 Mikro- versus Makro-Evolution 148

Teil 8 Die offenen Fragen 153

8.1 Probleme von Komplexität und Wandel 154
8.2 Regulation der inneren Abstimmung 157
8.3 Über die Erhaltung alter Muster 161
8.4 Prinzipien der Morphologie 164

8.5 Cladogenese, das Entstehen der Stammbäume 168
8.6 Die Natur des Natürlichen Systems 170

3 Systemische Phase 173

Teil 9 Systemtheorie des Erkennens 175

9.1 Unsere kognitive Anpassung an die Welt 176
9.2 Wo die Schwierigkeiten beginnen 177
9.3 Über die Natur und das Denken 179
9.4 Das Erkennen organismischer Ordnung 183

Teil 10 Systemtheorie des Erklärens 191

10.1 Über kritische Betrachtungen 191
10.2 Systemtheorie der Adaptierbarkeit 194
10.3 Die Adaptierung des Komplexen 197
10.4 Die Erhaltung alter Muster 200
10.5 Die zwei Seiten der Medaille 202
10.6 Prinzipien der Morphologie 206
10.7 Cladogenese und Stammbäume 208
10.8 Das Natürliche System 210

Teil 11 Die neue Spaltung 213

11.1 Der Wandel der Wissenschaften 213
11.2 Die unheilige Allianz 218
11.3 Neue Einsichten in molekulare Systeme 219
11.4 Die bürgerliche Opposition 222

Teil 12 Retrospekt 227

12.1 Was wandelt das Weltbild? 227
12.2 Welche Position hat die Theorie vom Werden 228
12.3 Die Eigengesetzlichkeit des Prozesses 231

Weiterführende Literatur 235

Einführung

Den Gegenstand von außen besehen

Bewußtsein, Werden und Geschichte bilden jenes ungleiche Gespann, jene Troika, die uns stets über die holprigen Wege unserer Tage lenkte. So ist mein Thema, von außen betrachtet, kulturkritisch, angefüllt mit einer Fülle von Details.

Das Bewußtsein beschert uns das Grunddilemma. Angeschirrt in der Mitte der Troika läßt es jeden, der denkt, ein ganzes Sinn- und Weltbild aufbauen, mit der Erwartung, sich wieder in nichts aufzulösen, im Jenseits, in Wiedergeburten oder in seinen Nachkommen wiederzufinden. Schon in einem Elefanten mag ein seltsames Erleben entstehen, wenn sein alter Kumpan im Gezänk der Geier und Hyänen zerlegt wird. Und was könnte er empfinden, wenn er, Monate später, einen verbliebenen Stoßzahn wie wägend am Rüssel herumträgt? Er mag unserem Dilemma schon nahe sein. Dem Dilemma nicht ausweichen zu können, ist das Schicksal des Menschen.

Das Werden zu begreifen, sogar das seiner selbst, ist eine der Folgen und erst recht ein Privileg des Menschen. Und manch einer, der nachdenkt, mag sich gefragt haben, wie das wohl kam und was das soll, daß sich viele Moleküle (wie in der Gestalt des Lesers) im Laufe einer längeren Zeit so organisiert haben, daß sie beginnen konnten, wenigstens entlang einer Lebensspanne, über sich selbst und sogar über Moleküle nachdenken zu können. Damit finden wir uns Menschen nun ganz allein: mit dem Schicksal, den Schöpfer enthüllen oder aber reinen Unsinn glauben zu können. Aber noch eins: Unserer Geschichte können wir ebenso wenig entkommen, jedenfalls im Verständnis jedes Gegenstands, der Geschichte hat. Aber alles von Bedeutung hat Geschichte; von den Strukturen im Kosmos bis zu den Vorläufern jener Entscheidung, dieses Buch zur Hand zu nehmen, und eben diese Zeile zu lesen. Wir benötigen Geschichtsverständnis, um das Werden zu verstehen. Und dennoch kommt Geschichte nicht ohne Geschichtsverfälschung aus. So ist es auch mit der Geschichte der Vorstellungen von unserem Werden; sie selbst hängt schicksalhaft an uns.

Wie wir nun auch immer jeweils unser Werden gedacht haben oder heute denken, es bestimmt die Art, wie wir uns selber sehen und meinen, miteinander und mit der Welt umgehen zu sollen. Und diese Art, mit der Welt umzugehen, bestimmt wieder jenes Holpern und jene tief eingefahrenen Gleise am Weg unserer Geistesgeschichte: nun aber einen Weg durch all unserer Menschen Tage. Kurz: diese Troika ist ein merkwürdiges Gefährt. Es mag lohnen, es näher zu betrachten.

Mythos, Philosophie und Wissenschaft sind – um bei meiner Metapher zu bleiben – nun die Wagentreiber, welchen wir, die vermeintlichen Wagenlenker, ausgeliefert sind. Offenbar verfügen wir über keine anderen. Freilich kann man von Wahrheit reden und angeben, wo überall am Wege der Karren schon gescheitert ist. Wir werden uns zwischen empirischen, logisch-rationalen und kollektiven Wahrheiten wiederfinden und uns fragen, welchen zu trauen wäre.

Es scheint mir das beste zu sein, allem nachzugehen, was zur Vorstellung von unserem Werden bedeutsam sein dürfte, seien es große Zeitenwenden, genialische Würfe oder auch die scheinbar geringsten, widersprechenden Details der Erfahrung.

1 Die heroische Phase

Die Vorstellungen von der Herkunft von uns selbst haben sich besonders in unserer Frühzeit sehr gewandelt. Alle diese Menschenbilder sind einmalig, haben selbst Geschichte, so wie sie weiter Geschichte machen werden. Meine Darstellung hat daher der Zeitachse zu folgen. Denn offenbar ist nichts, was erdacht, erkannt und entwickelt wurde, ohne den Geist seiner Zeit und dieser wiederum nicht ohne die vorauslaufenden Zeitgeister zu verstehen.

Das mag noch trivial erscheinen. Weniger trivial ist der Umstand, daß sich diese Geschichte selbst in Bahnen spaltet, diese steuert und ihnen Richtungen gibt, welche sich dann mit der Fülle ihrer jeweils vermeintlichen Plausibilitäten, Vermutungen und Hoffnungen emotionenvoll und kaum belehrbar durch unsere ganze Kulturgeschichte ziehen.

Die heroische Phase, mit welcher ich beginne, ist nicht selbst heroisch. Der Alltag bleibt meist alltäglich. Heroisch erscheinen uns ihre Repräsentanten. Schon die Distanz der Zeit macht sie abzählbar, einsam, geschichtsumwittert. Tatsächlich aber hatten sie Risiken zu tragen. Es war gefährlich, die Sonne für einen glühenden Ball zu halten, die Existenz der Götter nicht beweisen zu können oder die Erde aus der Mitte des Kosmos an dessen Rand zu stellen. Der Scheiterhaufen gesellte sich dazu, und selbst noch in der Aufklärung taten unsere Helden Maupertuis und Lamettrie gut daran, Frankreich zu verlassen und Voltaire zog es vor, sich in Richtung Schweiz abzusetzen.

Das wird sich ändern. Die Savonerolas und Giordano Brunos der folgenden Ideologischen Phase, falls es solche gibt, werden nicht mehr verbrannt. Sie werden höchstens geächtet; einige von der Kirche, mehrere von Kollegenschaften. Das ist schon bequemer. Und selbst die Ächtung wird, wie man zugeben muß, später noch durch die Sozialversicherung gemildert werden.

Nichts aus der zu schildernden Zeit konnte ich selbst erlebt haben. Alles ist angelesen. Nur der Vergeßlichkeit unserer Zeit und den daraus verbliebenen Widersprüchen und Unterstellungen bin ich absichtsvoll nachgegangen.

Teil 1

Die Vorläufer des Evolutionsgedankens

Wann unsere Vorfahren begannen, über ihr Herkommen und Hingehen zu reflektieren, wissen wir natürlich nicht und auch nicht, ab wann bei Tieren ein subjektives Erleben anzunehmen ist. Aber wir können ja selbst das subjektive Erleben unseres Nachbarn nicht verläßlich bestimmen. Damit sind wir schon am Leib-Seele-Problem angelangt – und sind gut beraten, es vorerst zu vermeiden.

Die Vermutung kann jedoch nicht ganz falsch sein, daß solcherart Reflexion gleichzeitig mit dem Hellerwerden des Bewußtseins entstand. Dies war gewiß ein gleitender Prozeß, der sich über mindestens Hunderttausende von Jahren der Menschwerdung hinschleppte. Wann nun ein Affe ein Mensch geworden ist, kann nicht genau auf den Punkt gebracht werden, denn gewiß ist aus einer Affenmutter nicht plötzlich ein erster Mensch herausgeschlüpft. Eher gehört mein Reden von der Helle des Bewußtseins näher besehen. Ich will also zunächst näher erläutern, was ich mit dem Hellerwerden des Bewußtseins meine.

Hier kann ich tatsächlich etwas bestimmter werden. Es geht darum, ob ein Gehirn, beziehungsweise sein Träger, so weit organisiert ist, daß Gedächtnisinhalte, die sogenannten Engramme, gezielt abgerufen werden können. Diese Fähigkeit scheint zunächst nicht spektakulär, erweist sich aber als ein Durchbruch. Wir haben nämlich Grund zu der Annahme, daß selbst die uns am nächsten verwandten Menschenaffen, Schimpansen und Bonobos, dies erst in Ansätzen vermögen. Auch bei höheren Tieren werden Engramme offenbar ganz überwiegend durch Wiedererkennen abgerufen.

Vergleichbares finden wir natürlich auch noch beim Menschen. Ich könnte beispielsweise meine Erinnerung an einen vor Jahren gemachten Weg vom Bahnhof Florenz zur Academia nur so bruchstückhaft abrufen, daß ich den Weg nicht verläßlich anzugeben vermag. Stünde ich aber an jenem Bahnhof, würde ich mich getrost und in dem Vertrauen auf den Weg machen, daß mir das Wiedererkennen der Landmarken – da die Trattoria, dort die Brücke und so fort – den Weg weisen werden. Und wir alle kennen die Situation, daß wir unseren Arbeitsplatz ab-

sichtsvoll verlassend, im Nebenraum bemerken, daß wir den Inhalt der Absicht vergessen haben. Wir kehren um, und die Szene des Schreibtisches sagt uns sofort: Ah! die Schere wollte ich holen.

Üblicherweise gehen wir mit den Engrammen im Gehirn so um, als würden wir in einem Lexikon, Lehrbuch, Fahrplan oder einer Straßenkarte etwas nachschlagen. Die Experimentalpsychologie hat sich überwiegend mit dem Ausblassen von Engrammen befaßt – nicht zu Unrecht. Aber die Leistung der gezielten Abrufbarkeit ist uns hier noch wichtiger.

Diese Fähigkeit, Gedächtnisinhalte absichtsvoll aufrufen zu können, scheint Tieren kaum, aber, wie ich meine, allen Menschen weitgehend gegeben zu sein. Sie ist das spezifisch Menschliche. Und das ist eine Leistung, die uns, zusammen mit der Sprache, zweierlei beschert: die Entwicklung von Kultur und, wie noch zu zeigen sein wird, das Dilemma metaphysischer Rätsel: dem Menschen nicht vermeidbarer aber auch nicht lösbarer Fragen.

Als ich über Evolution nachzudenken begann, schien mir dieser Umstand nicht von Bedeutung. Erst durch die Begegnung mit Erhard Oesers Wissenschaftstheorie und der Wiederbegegnung mit Konrad Lorenz wurde mir die Bedeutung dieses Umstandes klar. In der Diskrepanz zwischen Empirismus und Rationalismus werden wir ihn wiederfinden, und er wird uns lange durch den Wandel von Evolutionstheorie und Menschenbild begleiten.

1.1 Das Rätselraten beginnt

Nun will ich mich mit der Frage beschäftigen, wann dieses reflektierende Bewußtsein im Werden des Menschen aufgetreten ist. Und tatsächlich tun sich gelegentlich überraschende Fenster in beträchtliche Tiefen unseres Herkommens auf. Ich war berührt von einer Geschichte, die schon in den 70er Jahren bekannt wurde. Vor rund 40 000 bis 60 000 Jahren wurden Neandertaler in den Shanidar-Höhlen im Zagros-Gebirge des nordwestlichen Iran mit großen Mengen an Blumen vergraben. Ralph Solecki war Grabungsleiter und Arlette Leroi-Gourhan in Paris machte die Pollenanalyse. Ergebnis: eine große Anzahl der Pollen stammte beispielsweise von Malven, Lichtnelken und Traubenhyazinthen.

Der Wind konnte so viel und so ausgelesen nicht zusammengeweht haben. Die Blumen müssen von diesen wohl rauhen Gesellen gepflückt und eingetragen worden sein. Aber wozu? Als Schmuck? Warum werfen wir einem Sarg Blumen nach, bevor die Erdbrocken nachpoltern? Vielleicht zur Heilung? Tatsächlich werden manche dieser Pflanzen in Persien noch als Heilkräuter verwendet. Aber gleichwie, der Tod muß sie beschäftigt haben, das Rätsel um das Wohin zerfallenden Lebens.

Ich nehme an, daß sie das Rätsel des Woher, das Wunder der Geburt, damals ebenso beschäftigt haben wird wie uns heute. Allerdings sind die Dokumente dazu, die Fruchtbarkeits-Figurinen, wie wir sie von Nordspanien bis in den Ural kennen, jüngeren Datums, nämlich nicht 40000 bis 60000, sondern nur 12000 bis 15000 Jahre alt. Ich denke aber, daß lediglich die für solche Leistung notwendige, aber noch nicht ausgereifte Handfertigkeit, die Dokumentation verzögerte.

Es sind in der Regel kaum spannegroße Figürchen eher abstrakter Frauenkörper, die die sekundären Geschlechtsmerkmale – Brüste, Bauch und Schoß – bis ins Groteske hervorheben: Das fruchtbare, gebärfreudige Weib. Insgesamt folgen sie alle einem ziemlich einheitlichen Stil. In unserer Gegend ist es die in der Wachau gefundene Venus von Willendorf, eine Figurine von besonderer Üppigkeit.

Zweifellos hat man sich auch über das Entstehen des Menschen Gedanken gemacht, zumal ja auch die Ursache der Schwangerschaft unbekannt gewesen sein mußte – eine Fügung wohl höheren Ortes.

Diese Menschengruppe, von der wir da reden, die also bereits Figürchen herstellen konnte und sicher schon Totenkulte betrieb, kann man sich als etwas abgewandelte Kannibalen vorstellen. Man hat darüber verläßliche Nachricht, denn viele ausgegrabene Schädel zeigen, daß das Hinterhauptsloch erweitert worden ist, und zwar so weit, daß eine schwere Hand in die Schädelhöhle hineingreifen kann. Wir wissen von Naturvölkern, die vor nicht langer Zeit noch solche Kulte betrieben haben, daß sie bei manch einem Toten meist gemeinsam das Gehirn herausgefressen haben. Das ist, wie man mir sagte, magischer Kannibalismus. Es geht also hier nicht, nicht nur oder nicht mehr nur um Proteinnahrung, die in der Gruppe nicht vergeudet werden soll, sondern um kultische Vorgänge; bei den Naturvölkern beispielsweise um die Vorstellung, daß man gerade von einem bedeutenden Mitglied des Clans das Gehirn gemeinsam verzehren soll, um dessen geistige oder physische Kräfte weiter übernehmen zu können. Damit wird gleichermaßen an etwas wie an eine Genealogie der Eigenschaften dieses Individuums gedacht.

Es steht auch außer Zweifel, daß sogar bald schon über das Woher? und Wohin? hinaus phasmagoriert worden ist. Es muß um etwas gegangen sein, das man heute eine Metaphysik der Ordnung der Dinge nennen würde; im Grunde also um die Ontologie einer gewiß noch rabiaten Gesellschaft. Kaum etwas anderes ist so schicksalhaft mit unserem Menschsein verbunden.

Wir wissen darüber heute schon einiges, z. B. durch die überwiegend aus der Schweiz bekannt gewordenen Höhlenbärenkulte. Unsere eiszeitlichen Vorfahren haben in Höhlen Altäre aus Steinen aufgebaut und darüber einen Höhlenbärenschädel so postiert, daß sie Oberarm- oder Unterarmknochen durch die Jochbeine hindurchstecken konnten, was für irgendeinen Zauber verwendet wurde. Zudem wissen wir von

Naturvölkern aus der Arktis, daß diese noch jüngst den Bären als einen Mittler zwischen dem Menschen und den Göttern betrachtet haben.

Auch Zauber mit Menschenschädeln sind belegt. Sie wurden beispielsweise in Höhlen auf Pflöcken aufgestellt, mit Steinkränzen umgeben, um auch mit ihnen allerlei Zauberei zu betreiben. Man versuchte, sich wohl auf irgendeine Weise mit höheren oder jenseitigen Mächten zu arrangieren. Und das war angesichts der Fülle der damals gewiß unbegreiflichen Katastrophen auch naheliegend.

Man ahnt, was sich vorbereitet. Natürlich bleibt uns dieses Welt- und Menschenbild weitgehend im Dunkeln. Aber es läßt sich der Wunsch, sogar die Hoffnung auf eine Möglichkeit erkennen, mit dem, was man Schicksal nennt, zu verhandeln, sei es Geburt, Jagdglück oder Tod. Wer aber verfügt über Schicksale, an wen hätte man sich zu binden (religare)?

Die Entstehung von Mythen, die das beantworten, ist zu erwarten. Mit dem Hellwerden des Bewußtseins ist für uns Menschen gleichzeitig das Schicksal der Dunkelheit der Metaphysik verbunden: die Wahrnehmung der dem Menschen nicht lösbaren Fragen.

Und von den drei Formen der uns künftig möglich erscheinenden Wahrheiten ist es die Paradoxie der kollektiven Wahrheit, mit der alles beginnt. Sie wird kulturbildend werden, uns bis in unsere Tage begleiten und ist dann am reinsten gegeben, wenn niemand in einer Sache etwas wissen kann und man sich nach der Meinung aller richtet.

1.2 Götter erschaffen die ganze Welt

Was die ältesten Vorstellungen von der Art jener Schicksalsmächte betrifft, so sind wir auf die ersten Überlieferungen und schriftlichen Dokumente angewiesen und auf die frühesten Reiseberichte über den Besuch bei noch unberührten Naturvölkern. Beide sind allerdings unterschiedlich verläßlich. Dreierlei fällt bei ihrer Betrachtung ins Auge.

Zunächst erweist sich der Witz: „Wenn es Gott nicht gäbe, müßte man ihn erfinden", als gar nicht so witzig, denn so gut wie jede Kultur hat in irgendeiner Weise Weltenschöpfer ausgedacht; vielfach wunderliche, doch gewissermaßen ökologisch plausible Geschichten. So dachten sich etwa ozeanische Völker die Welt als riesige Seeschildkröte, auf deren aufgetauchtem Rücken sich die Welt der Dinge entfaltete. In der Vorstellung der Bergvölker dagegen schufen tobende Riesen die Gebirge, und so fort.

Zweitens handelt es sich fast immer um Entstehungsmythologie. Nie waren die Dinge der Welt von Ewigkeit an da, und wenn doch, dann in unbestimmt ungeformter, chaotischer Weise. Man kann schon an dieser Stelle darüber reflektieren, wie sich solcherart Vorstellung bis in unsere modernen Theorien fortsetzen wird.

Drittens fällt auf, daß stets Überwesen auftreten, die mit dem Werden der Dinge, also Theogonien und Kosmogonien zusammenhängen. Fast immer haben Götter die Welt gemacht, lebensvolle Wesen mit überhöhten, menschlichen Zügen. Nie sind es allein unbelebte Kräfte, nie untergeordnete Kreaturen: eine Versammlung von Regenwürmern etwa. Eher sind es bewundernswerte Tiere, in welchen sich Supermenschliches verbirgt. Sie können auch als reißende Ungeheuer auftreten und allmählich menschliche, mütterliche oder väterliche Züge annehmen.

Ich werde das nicht weiter verfolgen. Mit mehr Ausführlichkeit aber will ich daran erinnern, wie die Theogonie und Kosmogonie unserer eigenen Geschichte entstanden ist. Eine frühe Freundschaft mit dem Gräzisten HANS SCHWABEL machte mich nicht nur auf diesen Gegenstand, sondern auch auf das in ihm so ‚Allzu-menschliche' aufmerksam.

Unsere Kultur geht bekanntlich auf die griechische zurück, und die Griechen haben schon früh begonnen, sich sehr differenzierte Vorstellungen über das Entstehen der Welt und die Herkunft der Menschen zu machen. Auch sie haben im Prinzip Eigenschaften der Menschen ins Gigantische vergrößert und vergröbert und ihren Göttern zugedacht.

Ich finde diese Demiurgen-Genealogie so bewegt, daß es lohnt, sie auszuführen. An den Ursprung dachte man sich Urpotenzen, Chaos (man beachte!), Nacht und Tag (Nyx und Hemera), Aither, den Äther, Erebos, die Unterwelt und Bruder der Nyx, dann Eros und die Urwesen Uranos und Gaia (oder Gäa), die breitbrüstige Erde. Uranos schwängerte fortgesetzt Gaia, die Rhea gebar sowie Titanen und Hekatonchairen, fünfzigköpfige, hundertarmige Riesen. Uranos sah sich von diesen bedroht und hinderte Gaia, weiter zu gebären. Diese fühlte sich bald bedrängt und bat ihre Söhne, sich gegen den Vater zu wenden. Alle ergriff Furcht, nur einer der Titanen, Kronos, war bereit dazu. Er erhielt von der Mutter die geschärfte Sichel, und als Uranos Gaia wieder liebend zum Lager führte, trennte er mit einem Schnitt das kopulierende Paar.

Aus den Blutstropfen des abgetrennten Penis entstanden Schicksalsgöttinen, die Erinnyen, aus dem Sperma, das ins Meer fiel, Aphrodite. Uranos hob von Gaia ab, und so trennte sich der Himmel von der Erde.

Kronos ging mit Rhea nach Kreta, schwängerte nun die Schwester, fraß aber sogleich alle ihre Geburten. Um wenigstens eine zu erhalten, gab Rhea Kronos schließlich einen in Windeln gewickelten Felsen(!), den er an Kindesstatt auch verschlang. Übrig blieb Zeus, der Vater der Götter, dem, lendengewaltig, das Werden des griechischen Götterhimmels zu danken ist.

Was die Entstehung der Menschen betrifft, so gibt es mehrere Versionen. Entweder entstanden sie früh, aus Felsen und Bäumen hervorgewachsen, oder später, waren entweder anfangs selig, den Göttern ähnlich und verwilderten oder wurden mit Hilfe der Götter aus rohem und hilflosem Zustand zu Menschen gehoben. Bezogen auf letzteres ist uns die Sage von Prometheus am geläufigsten, der büßen muß, weil er für die Menschen von den Göttern das Feuer stahl.

Vieles davon wird sich in aller weiteren Kosmogonie erhalten oder ist, wenn man will, seherisch vorwegempfunden worden. Da ist am Anfang das Chaos, auf das ordnende Prinzipien folgen. Eine gewiß anschauliche Sicht, die aber bis in die moderne Kosmologie, mit Kenntnis der Hauptsätze der Physik, Schwierigkeiten bereiten wird. Und da ist, noch verwirrender, der Götter-Zusammenhang, der mindestens die Möglichkeit oder die Hoffnung auf eine Gottähnlichkeit des Menschen erwarten läßt. In diesem Sinne ist der Mensch zunächst, wie NESTROY gesagt haben könnte: „ein schlechter Gott".

Wie sehr diese Götter die Griechen regierten, wissen wir von ihren Orakeln, Dramen und Epen. Es gibt sogar gute Gründe anzunehmen, daß sie weitgehend von ihren inneren Stimmen, den göttlichen Eingebungen, gelenkt wurden, und zwar in einem Maße, daß sich jene Form des „Ich"- oder Selbstbewußtseins, das wir uns heute als selbstverständlich zuschreiben, erst entwickelte. Darauf haben Althistoriker schon wiederholt hingewiesen, und JULIAN JAYNES hat das mit Hilfe vieler Quellen zu dokumentieren getrachtet.

Es ist sogar denkbar, daß noch die Helden der Ilias aufgrund solcher Stimmen gelenkt wurden, und es dem Typus nach erst Odysseus, der Listenreiche, war, der als Sterblicher sein „Ich" den Göttern kritisch gegenüberstellte. Für mich sind es besonders die Gespräche zwischen Odysseus und Äolus, die diesen Punkt illustrieren.

Daß dieses den Göttern gegenübergestellte „Ich"-Bewußtsein sich allein zwischen der Geschichte der Ilias und der Odyssee entwickelt haben soll, nimmt viele, die diese Theorie kennen, Wunder. Aber zweierlei scheint mir in diesem Zusammenhang bedenkenswert zu sein. Erstens ist es die Zeitspanne, die zwischen beiden Geschichten liegt. Während die Überlieferung der Ilias bis ins zweite Jahrtausend zurückreicht, gehören die Formulierungen der beiden Epen wahrscheinlich erst ins achte Jahrhundert.

Zweitens ist es die Frage, ob man nicht auch noch heute inneren Stimmen folgt. Der Volksmund bestätigt „das Hören auf die innere Stimme", um im Sinne einer höheren Ordnung zu agieren oder doch seinem Gewissen zu folgen. Manch einer kann das aus Traumerlebnissen, namentlich aus den Tag- oder Klarträumen bestätigen. Letztere ergeben sich aus Zuständen des Erwachens, in welchen man bemerkt, noch zu träumen. Ich befragte Freunde, ob sie, wie ich das schon erlebt habe, nicht auch im Halbwachen einmal Stimmen hörten. Niemand hat es mir bestätigt. Und ich denke, das ist gut so, weil man heute, räumte man das ein, der psychiatrischen Klinik kaum mehr entkommen kann.

Und dennoch folgen wir Eingebungen, vermutlich sogar Erleuchtungen, und das nicht nur im Großen, wie das Seher und Religionsgründer erlebt haben müssen. Auch in der Nüchternheit unserer Tagesroutine folgen wir inneren Stimmen, ob nun scheinbar akustisch unterstrichen oder nicht. Ich kann mich in der Sache nicht als Experte beanspruchen,

vermute jedoch, daß es ebenso unbewußte wie lebhafte Wünsche und Erwartungshaltungen sind, die derlei anleiten. Heute redet man von unbewußten Vorurteilen, der Steuerung durch Motivationen, Einstellungen und Prägungen, die sich ebenso schwer aufklären lassen.

Aber auch das genügt, um darauf vorbereitet zu sein, in welch erstaunlichem Ausmaß solcherart Steuerung dasjenige lenken, was wir Verstand und Vernunft nennen, wenn wir nicht bewußt entgegensteuern. Dies betrifft Einstellungen und Glaubenssätze, aber auch die doch ganz vernünftig geformten Paradigmen, jene Grundsätze der Wissenschaften, und zwar sogar dann, wenn Fakten und möglicherweise Erfahrung dem eigentlich entgegensprechen. Von HEGEL wird berichtet, er habe angesichts eines solchen Vorwurfs geantwortet: „um so schlechter für die Fakten".

Das Thema über viele Götter kann man mit einem ganz neuen Begriff ausklingen lassen: dem Begriff der Wahrheit, der uns in seinen mindestens dreierlei Formen in allen weiteren Betrachtungen begleiten wird. Etwa um 500 v. Chr. präsentiert HEKATAIOS von Milet, einer der ersten Prosaschriftsteller Griechenlands, Aristokrat und bis Luxor gekommener „Weltreisender", den ersten Entwurf einer Weltkarte. Er steht in Milet, im kleinasiatischen Griechenland, bereits im geistigen Klima der Jonischen Physiologen. Dies sind empiristische Naturphilosophen, von denen noch zu berichten sein wird.

Beispielsweise dachte man sich, jenseits der Götter, daß diese Welt vormals nicht genau in Ozeane und Land getrennt gewesen sein konnte, vielmehr mußte es sich um eine Art schlammige Welt gehandelt haben. Und da kleine Kinder mit einer schlammigen Welt nicht zurecht kommen, mußte also der Mensch anders gemacht sein, nämlich so, daß er eine gute Vorsorge für seine Kinder hatte usw.

Einige Bruchstücke der beiden Bücher von HEKATAIOS sind erhalten. In einem heißt es: „*Die Überlieferungen der Griechen sind zu vielfältig und zu kindisch; wahr vielmehr ist...*". Was für ein gewaltiger Schritt!

Es muß uns noch nicht interessieren, was er für wahr gehalten hat. Allein der Umstand, daß man solcherart Ansichten schon vertreten konnte, leitet ein neues, allerdings nicht weniger verwirrendes Zeitalter unseres sich entwickelnden Menschenbildes ein.

Das Welt- und Menschenbild hatte man sich über Urpotenzen, Demiurgen und das Werden eines auch die Menschen regierenden Götterhimmels zurechtgedacht. Die Menschen selbst mochten aus geringerem, aus Gestein oder Vegetation, entstanden oder aus verwilderten Göttern hervorgegangen sein. Oder sie wurden, umgekehrt, durch Götter aus hilflosem Zustand zu Menschen geformt.

Dreierlei daraus wird uns weiter begleiten. Der Mensch findet sich zwischen dem Nichtbewußten und dem Göttlichen, er besteht aus Leib und Seele, was uns insgesamt ein duales Vermächtnis hinterlässt und die Frage aufwirft, wie dieses genau zu definieren sei.

Der Begriff Hyle spielt früh eine Rolle und wird erst für Holz, später für Stoff und Materie verwendet. Zunächst dachte man sich alle Formen belebt: ein Hylozoismus, im Hylopsychismus der Jonischen Physiologen, aus Form und Seele. Dies finden wir auch explizit bei GOETHE: „daß Materie nie ohne Geist und Geist nie ohne Materie existieren und wirksam sein kann". Bei ARISTOTELES hält sich ein Hylemorphismus, in dem Stoff, was nicht zu verkennen ist, eine Möglichkeit für Form sein kann.

1.3 Die Spaltung des Weltbilds beginnt

Nun geht es um die Entwicklung der Formen der Wahrheit. Daß die Philosophen des klassischen Griechenlands ohnehin schon alle Probleme der Philosophie kannten, gilt heute als Gemeinplatz. Tatsächlich trifft das auf fast alle Grundprobleme zu; ausgenommen natürlich später, enormer Differenzierung. Man kann sagen, daß dies sogar schon für die Vorsokratiker gelten kann, womit die gesamte Philosophie der Jahrhunderte vor SOKRATES, der 399 v. Chr. durch den Schierlingsbecher starb, bezeichnet wird. Wir begegnen einer bewundernswerten Welt frühen Denkens.

Wie viele Naturwissenschaftler bin auch ich erst spät auf meinem Bildungsweg philosophischen Fragen begegnet; als ich bemerkte, daß dem Erkenntnisproblem, also der Frage, wie unser Erkennen zu begründen sei, nicht zu entkommen ist; als mir deutlich wurde, wie tief in unserer Geistesgeschichte die materialistisch/idealistische Spaltung unseres Welt- und Menschenbildes wurzelt.

Im 8. Jahrhundert v. Chr. besaß das werdende Groß-Griechenland schon feste Kolonien in Süditalien sowie in Ionien, der Ägäischen Küste Kleinasiens, deren Zentren Syrakus bzw. Milet waren. Diese Aufteilung in Außengebiete führte zur Entwicklung philosophisch völlig unterschiedlicher Schulen. Und so ferne das zunächst unserem Thema zu liegen scheint, man sollte es kaum für möglich halten, daß diese Spaltung unsere ganze Geistesgeschichte und so auch das Rätseln um die Position des Menschen bestimmen wird.

Im Westen begann die Entwicklung im 6. Jahrhundert v. Chr. im Calabrischen Kroton mit den Pythagoreern, den italischen Mathematikern und in Elea, südlich von Paestum, vor allem mit PARMENIDES. „*Die meisten Sterblichen*", so entnehme ich seinem erhaltenen Lehrgedicht, „*haben nichts in ihrem irrenden Verstand, was nicht durch ihre irrenden Sinne hineingekommen ist*".

Entdeckt wurden Beziehungen zwischen Strukturen der Welt und der Seele; mit der Vernunft würden wir heute sagen. Man wird sich an den Lehrsatz erinnern, der PYTHAGORAS zugeschrieben wird, ebenso des Umstands, daß die Halbierung der Saite der Lyra den Wohlklang

der Oktave ergibt. Ein Zusammenhang von Seele und Welt wurde deutlich. Und wie sollte das unstete Durcheinander von Welt und Sinnen auch zu ordnen sein, läge nicht dahinter das Ewige, Wahre und Geordnete? Wahrheit ist nur auf dem Wege reinen Denkens zu finden. Wäre denn das Zeitlose des Wortes „ist" oder der Negation zu leugnen? Es kann doch nichts gleichzeitig sein und nicht sein! Kurz, man mißtraute den Sinnen, überschätzte die Sprache und vertraute der Vernunft, der Ratio. Viel später erst wird man von Rationalismus reden. Des Menschen Seele hat Anteil am Wahren der Götter.

Im Osten entstand die erste Philosophie schon Ende des 7. Jahrhunderts v. Chr. und erlangte neue Bedeutung wieder im 6. Jahrhundert, eingeleitet von THALES von Milet und entfaltet durch seine Schüler ANAXIMANDROS und ANAXIMNES zu einer Verbindung von Naturforschung und Naturphilosophie. Von Wahrheit liest man da noch nichts. Es entsteht eine physikalische Kosmogonie aus der Deutung der Wahrnehmungen. Die Erde sei eine gerundete Säule, der Himmel eine Sphäre, die frei im Raume schwebe, das Meer Rest früherer Überflutung, die Lebewesen aus dem Feuchten entstanden, der Mensch vielleicht aus Fischen, die ans Land gingen.

Die Philosophie führte in Richtung Kausalität. Die Welt sei zwar ewig, aber nicht immer dieselbe. *„Woraus die Dinge ihre Entstehung haben"*, sagt ANAXIMANDROS, *„darein finde auch ihr Untergang statt, gemäß der Schuldigkeit, denn sie leisten einander Sühne und Buße."* Aus Schuld und Sühne wird später Ursache und Wirkung werden, empirische Wahrheit und der Empirismus.

Diese Epoche findet ihr Ende mit SOKRATES, dem man nahelegte, sich zu entleiben, weil er die Möglichkeit eines Zweifels an der Existenz der Götter lehrte sowie solcherart Mythologie überhaupt. An ihn schließen PLATON und ARISTOTELES an. Wir gelangen an einen Höhepunkt der Griechischen Philosophie.

PLATON, von dem wir ja auch das meiste über SOKRATES wissen, sehe ich in der Tradition des PYTHAGORAS und PARMENIDES. Der Welt, so lehrte er, muß das Ewige, Schöne, Gute und Wahre vorgegeben sein, woran die Dinge, ebenso wie die Seele des Menschen noch teilhaben ähnlich wie an einer Erinnerung. Zwingt nicht schon die Idee eines Dreiecks, welche Form es (in der Ebene) auch immer haben mag, anzuerkennen, daß die Summe der Winkel zwei Rechte ergeben muß? Ist nicht dagegen alles Messen unnütze Spielerei menschlichen Gelangweiltseins?

Und wieder ist es bewundernswert, daß diese Ideenlehre, welche die Materie zur Erscheinungsform des Geistes macht, zur Philosophie des Christentums führen wird – als Neuplatonismus erkenntnistheoretisch bis zur idealistischen Philosophie unserer Tage. Und die Deutung von PLATONS Ideen als Muster oder Urbilder wird im Zusammenhang mit dem Entstehen der Morphologie mit GOETHE noch große Schwierigkei-

ten bereiten. In PLATONS Menschenbild ist es die Seele, die, noch bevor sie an den Leib gebunden ist, das Ewige des Göttlichen besitzt.

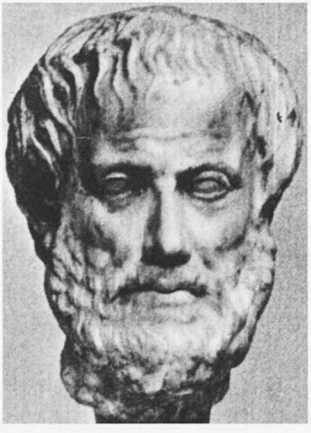
Anders sein Schüler ARISTOTELES, der mehrfach für unser Thema wichtig wird. Telos, das Ziel, und Entelechie, sein Ziel in sich tragen, werden eine Rolle spielen. Letzterer ist ein oft verwirrter Begriff. Für den Biologen bedeutet es ein Programm, wie das Ei, das das Ziel in sich trägt, zum Küken und zum eierlegenden Huhn zu werden. Nicht minder folgenreich war die Entwicklung der zweiwertigen Logik und die Unterscheidung von vier verschiedenen Formen, nach welchen wir Ursachen erleben.

Auf all das komme ich an den einschlägigen Stellen noch zurück. Hier aber können wir ARISTOTELES schon als den Begründer der Biologie feiern. Vieles ist so richtungsweisend, daß ich einiges im Original zitieren werde.

In seiner Systematik beispielsweise unterscheidet er die Bluttiere von den blutlosen Tieren: *enaima* = Bluttiere (Fische, Amphibien, Vögel, Säuger), *anaima* = Blutlose (Schalentiere, Krustentiere, Mollusken). Freilich besitzen auch viele Krustazeen und Mollusken Blut, aber die Unterscheidung der Wirbeltiere von, wie wir heute sagen, den Wirbellosen, ist hier bereits geglückt.

Zur Embryologie gebe ich die folgenden Stellen:

> *„Bei den Hühnern nun zeigt sich nach Verlauf von drei Tagen und Nächten der Anfang... Und es zeigt sich als ein blutiger Punkt im Weißen das Herz. Dieser Punkt aber hüpft und bewegt sich wie belebt, und von ihm erstrecken sich... zwei bluthaltige Adergänge in zwei Windungen zu den beiden umhüllenden Häuten. Auch eine bluthaltige, Streifen führende Haut umfaßt bereits zu dieser Zeit von den Adergängen aus das Weiße... Wenn es zehn Tage alt ist, so ist das Junge in allen seinen Teilen deutlich".*



Aristoteles

Auch zum menschlichen Embryo stellte er Überlegungen an. Der menschliche Embryo entwickelt sich nach Ansicht des ARISTOTELES im Grunde ähnlich wie ein Kükenembryo.

> *„Der menschliche Embryo liegt auf die gleiche Weise im Mutterleib..., denn die Natur des Vogels ist der Natur des Menschen vergleichbar".*

Zur vergleichenden Anatomie, man kann schon fast von Morphologie sprechen, folgendes:

> *„So vergleicht man den Knochen mit der Gräte, den Nagel mit dem Hufe, die Hand mit der Schere, die Feder mit der Schuppe; was nämlich beim Vogel die Feder, das ist beim Fische die Schuppe".*

Was er hier bereits erkannte, werden wir später in zwei Grundbegriffen der Morphologie wiederfinden: Analogie und Homologie. Freilich greifen sie hier noch ineinander, aber es wird Jahrhunderte dauern bis sie sortiert werden können. Knochen/Gräte sind Homologien, Wesensähnlichkeiten. Sie gehen auf dieselbe Anlage zurück. Hand/Schere (etwa des Krebses) sind Analogien, Funktionsähnlichkeiten unterschiedlichen Ursprungs.

Schließlich setzte sich ARISTOTELES auch mit Entwicklungsbedingungen auseinander, was wir später Stammesgeschichte nennen werden. Der Text ist für unsere Begriffe umständlich, aber für alles weitere so aufschlußreich, daß es lohnt, ihn im Original vorzunehmen.

> *„So allmählich schreitet aber die Natur vom Unbeseelten zu den Tieren fort, daß bei dem Zusammenhang die Grenzscheide desselben verborgen bleibt... Auf das Reich der unbeseelten Dinge folgt nämlich zunächst das der Pflanzen, und von diesen unterscheidet sich das eine vom anderen dadurch, daß es mehr Anteil am Leben zu haben scheint, während das ganze Reich den übrigen Körpern gegenüber als beseelt, dem Reich der Tiere gegenüber dagegen als unbeseelt erscheint. Der Übergang von jenen zu den Tieren ist aber ein allmählicher... Bei einigen im Meere vorkommenden könnte man nämlich darüber im Zweifel sein, ob es Tiere sind oder Pflanzen... die Spongie dagegen gleicht vollkommen den Pflanzen... (Einige Tiere) sind festgewachsen, und viele von ihnen gehen abgelöst zugrunde. Anlangend die Empfindung, so zeigen einige von ihnen gar keine, andere nur eine schwache Spur... Immer aber erscheinen die einen den anderen gegenüber in geringerem Grade schon mehr mit Leben und Bewegung begabt".*

Ein durchaus physischer Entwicklungsgedanke ist entstanden. Was an dieser Vorstellung überrascht, ist die Vermutung, daß in den allgemeinen Entwicklungsprozessen die anorganischen Elemente, wie Mineralien und Felsen, am wenigsten weit vorangeschritten wären. Wären sie nur ein Stückchen weiter in ihrer Entwicklung vorangekommen, so wären sie Pflanzen geworden. Und die Pflanzen wiederum haben es noch zu keiner Empfindung gebracht. Hätten die Pflanzen gewissermaßen die Chance gehabt, sich weiterzuentwickeln, dann wäre in ihnen Empfindung entstanden und sie wären zu Tieren geworden. Und hätten die Tiere mehr Zeit gehabt usw., dann wäre ein beseeltes Wesen, nämlich der Mensch, herausgekommen (Die Zitierungen sind aus der Deutschen Fassung von DURANT, „Kulturgeschichte der Menschheit".)

Heute, wo wir den zweiten Hauptsatz der Thermodynamik kennen, ist das besonders deutlich. Dieser sagt, daß alles in diesem Kosmos, solange es Wärme gibt, im Chaos völliger Mischung zerfallen muß. Und wir bewundern, daß es dennoch, wie SCHRÖDINGER klar machte, Möglichkeiten zur Schaffung negativer Entropie gibt, also offene Systeme, die das Prinzip wiederum universell umgehen können, indem sie sich differenzieren. Dazu müssen sie mehr Unordnung abführen, als sie in sich aufbauen.

Denn tatsächlich muß Leben aus unbelebten Molekülen entstanden sein. Tatsächlich bauen sich Pflanzen aus anorganischer Materie auf und benötigen kein Nervensystem. Dies wurde erst erforderlich, als das, was wir Tiere nennen, Pflanzen zum Verzehr finden mußten. Und auch sie brauchten das helle Bewußtsein nicht: Es ist Chance und Schicksal von uns Menschen. Nach ARISTOTELES entstehen wir Menschen aus einem Prinzip der Natur.

Die Spaltung des Weltbildes hat also mit der Philosophie, mit dem reflektiven Denken und dessen beiden Möglichkeiten begonnen.

Der Verstand läßt über die mögliche Erfahrung Materie als die Grundlage aller Dinge erwarten und deren Entfaltung annehmen, die vom Unbelebten, zum Belebten, zur Empfindung und zum Bewußtsein führt. Erkenntnis ist möglich, weil die Teilchen, die unsere Sinne zusammensetzen, jenen entsprechen, die sie wahrnehmen.

Die Vernunft dagegen ahnt als ein geistiges Organ den universellen Zusammenhang der Dinge und des Geschehens, ein Weg, über den auch das nicht sichtbare, das Göttliche, empfangen werden kann. Die Grundlage aller Dinge ist der Geist, und Erkenntnis ist möglich, weil die Seele an der Weltvernunft teil hat.

Diese Spaltung hat unsere Kulturgeschichte bis in die heutigen Tage begleitet und die Trennung in Evolutionismus und Kreationismus vorbereitet. Dieser Trennung liegt die Frage zugrunde, ob denn die Welt und mit ihr der Mensch entwickelt oder geschaffen worden sei. Die Griechen nahmen die Welt materialistisch und ehrten ihre Götter.

1.4 Rom, Christentum und sein Menschenbild

Es kann nicht erstaunen, daß Vorstellungen in diesem dritten Jahrhundert noch viel Wunderliches enthalten, so beispielsweise das Rätsel um eine Verwandtschaft von Mensch und Affe. Man kannte Affen gut in Griechenland und die große Ähnlichkeit mit dem Menschen war niemandem entgangen. In der Frage aber, ob sie Vorläufer der Menschen sein könnten, war man sich unsicher. Bald nach ARISTOTELES wurde diese Möglichkeit völlig verworfen. Vehement geschah dies durch EMPEDOKLES, und zwar mit dem Argument, daß die Ähnlichkeit zufällig sei und Gott, der nur das Vollkommene schaffe, worin der Zufall nicht vorkommen kann.

Wie man weiß, ist Griechenland in den beiden letzten Jahrhunderten v. Chr. von der Szene geschmolzen. Innere Zwiste und Roms Macht hatten es ausgelöscht, weniges von seiner Kultur wurde übernommen, hatte aber den Boden bereitet für das im Osten entstehende Christentum. Beides wollen wir nun näher betrachten.

Zur Zeit der Auseinandersetzungen um DARWINS Lehre, namentlich zwischen HUXLEY und Bischof WILBERFORCE, wovon noch zu erzählen sein wird, bemerkte ein gebildeter Londoner: „Wozu die Aufregung, das steht ja schon bei LUKREZ." Er war klassisch ungleich gebildeter als ich, denn ich bin erst durch dieses Bonmot auf den hier so einschlägigen Gehalt seines Lehrgedichtes aufmerksam geworden.

Rom differenzierte das Recht, die Verwaltung und die Schlachtordnung. Der Transfer geistiger Dinge floß ihm vom Osten zu. TITUS LUCRETIUS CARUS, gebildeter, römischer Philologe und Dichter, bereiste um die Zeitenwende auch Griechenland. Erhalten ist „De natura rerum", eine große Kosmogonie in Hexameter-Versen. Es steht dem EPIKUR nahe, ist agnostisch und das wahrscheinlich bedeutendste erhaltene Lehrgedicht des Altertums. Das Selektionsprinzip ist erkannt, aber auch eine Ahnung vom Prozeß der Anpassung wird deutlich.

Zunächst geht es um das, was wir heute niedere, sedentäre und zwittrige Wirbellose nennen:

Damals hat auch die Erde versucht, in Menge zu schaffen –
Ungeheuer, gebildet von seltsamem Aussehn und Gliedern, –
Zwitter, mittenin, weder Mann noch Weib und von beiden -
weit entfernt, zum Teil der Füße beraubt, ohne Hände –
andre, sich stumm ohne Mund, ohne Blick in Blindheit erfindend –
und gefesselt am ganzen Leib durch Anwuchs der Glieder –...

Das ist der aristotelischen Vorstellung niederer Lebensformen verwandt, gemessen an der möglichen Entwicklung. Sie hätten den Mund

noch nicht gebildet, sie sind noch festgewachsen und zweigeschlechtlich, denn:

ganz umsonst, da Natur den Wuchs den Wesen versagte –
nicht zu berühren imstand sie waren die Blüte des Alters –
die sie ersehnt, nicht Nahrung zu finden, zu einen sich liebend –...

Sie haben die Reife, wie wir sagen würden, höherer Tierstämme nicht erreicht und fallen zurück.

Und kein Ausweg sonst; verdorben sind viel Geschlechter – damals und waren imstand nicht, Nachwuchs schaffend zu mehren... – Wem aber nichts die Natur zuteilte von diesem, daß weder – selber von sich aus imstand sie wären zu leben, noch Nutzen – uns zu gewähren irgendwie... die lagen freilich da zu Gewinst und Beute für andre (sic!).

Keine Frage, Selektion ist erkannt: aus Nahrungsmangel, Mißerfolg in der Reproduktion und fehlendem Schutz durch menschliche Züchtung und Hege.

Aber auch eine Ahnung von Adaptierung lässt sich aus diesen Passagen herauslesen: was aus Bedürfnis und Gebrauch (sic!) zum eigenen Nutzen entdeckt wurde. Wir hören hier schon fast LAMARCKS Thesen der Förderung aus Bedürfnis und dem Gebrauch von Organen. Ob LAMARCK das gekannt hat? Es ist möglich. DIDEROT und seiner Umgebung war LUKREZ geläufig.

Das also, mag man glauben, ist um des Gebrauches willen -
worden entdeckt, was heraus aus Bedürfnis und Leben gefunden. –
Jenes ist aber geschieden davon, was vorher von selber –
wachsend, hernach hat enthüllt die Kenntnis des eigenen Nutzens.
(W. DURANT, vol. 7, p. 276)

Götter haben in diesen Prozessen keine Funktion. Die Natur schafft sich selbst; aus Bedürfnis, Gebrauch und durch Selektion. All das scheint auf die Wissenschaft, auch des folgenden Mittelalters kaum eine Wirkung getan zu haben, sehr hingegen auf die Renaissance. BOTTICELLI vor allem wird es aufgreifen. Und natürlich wird es die Aufklärung beflügeln.

LUKREZ' Menschenbild betrachtet den Geist *(anima)* als ein Organ, das um des Nutzens willen entstand; ein Werkzeug, eine Funktion des Lebensodems Seele *(anima)*. Eine äußerst feine Materie, auf die, in einer Welt von Atomen, fortgesetzt von den Oberflächen der Dinge Schleier von Partikel fallen, wird die Sinnesempfindungen ausmachen.

Ganz anders dagegen die Entwicklung, die zum Menschenbild des Christentums und zur rationalistisch-idealistischen Achse unserer Geistesgeschichte führen wird. Für mich war es ein Erlebnis wahrzuneh-

men, welch ungemeine Wirkung die Vorstellung von einer aller Welt vorgegebenen Ordnung getan hat. Es ist ein Thema, das selbst die Physik noch bis in unsere Tage beschäftigt, nämlich mit der Frage, ob ihre Gesetze mit dem Urknall schon gegeben waren, oder ob diese erst schrittweise entstanden. Heute beginnt sich die Ansicht durchzusetzen, daß sie entstanden sind; die Welt hätte ganz anders werden können.

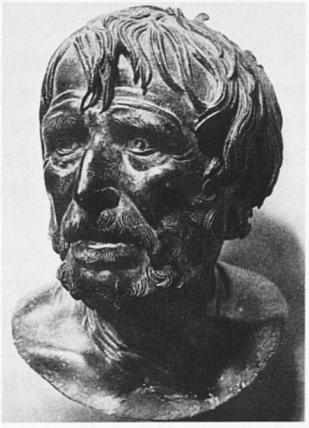
Selbst der gedankliche Weg, der in diesen Rationalismus führen wird, ist von einer nachgerade zwingenden Folgerichtigkeit.

In der hier gebotenen Kürze will ich die Hauptachse dieser Entwicklung darstellen. Man erinnert sich der Pythagoreer, Eleaten, des PARMENIDES, mit der Erwartung, daß den Dingen und der Seele das Wahre und Gute von ewigen Göttern vorgegeben sein müsse. Bei PLATON ist das zum System ausgeführt. Die Dinge sowie auch die Seele haben Anteil, eine Art Erinnerung an das Ewige des Guten, Schönen und Wahren.

KLEANTHES, stoischer Philosoph und Nachfolger des ZENON in Assos, stellte dann die Frage, ob die Seele des Menschen nicht in dem Maße am Ewigen teilhaben könnte, in dem sie sich als gut, schön und wahr erwiese. Das aber würde einen Weltenrichter verlangen. Zweihundert Jahre darauf wurde PAULUS offenbart, wer das ist.

Man vergebe mir diese knappe Form. Denn es würde gewiß lohnen, allein schon der damaligen Welt von Korinth nachzugehen, um diesen PAULUS darin zu sehen und seine in Ephesos und Mazedonien verfaßten, berühmten Korintherbriefe noch mehr schätzen zu lernen. Korinth war zur Zeitenwende eine bedeutende, turbulente Handelsstadt, voller Bordelle, Reichtum und Schiffsvolk aus dem ganzen Mediterran, in der sich eine merkwürdige Religiosität entwickelte.

Was damals im Ostmediterran an Kosmologie und Anthropogenie geläufig war, stammte noch aus den Mythen über die Demiurgen und Götter der Griechen, aber auch schon aus Kleinasien. Es ist das, was wir als das Alte Testament kennen.



Lukrez

Dieser Sicht, namentlich dem Ersten Buch Mose, der Genesis, wie es als Schöpfungsbericht des Christentums erhalten blieb, ist nun zu folgen. Es beschäftigt mich und, wie ich weiß, viele von uns die Frage, wie man vor über zweitausend Jahren einen Ablauf fassen konnte, der unserer modernen Vorstellung so sehr nahekommt. Sollte man an Offenbarung glauben, an Sehertum, an bloße Plausibilität oder im Gegenteil annehmen, daß diese Schöpfungsgeschichte alle Wissenschaft auf eine damit recht fragwürdige Fährte gelockt hat?

„Im Anfang schuf Gott den Himmel und die Erde. Die Erde aber war wüst und leer. Finsternis lag über dem Abgrund... und der Geist Gottes schwebte über den Wassern... Da sprach Gott: ‚Es werde Licht'. Und es ward Licht..." (Erster Tag)

Der Begriff der Wasser läßt sich nicht verläßlich übersetzen. Ich denke, es kann Wirkung, Stoff, Substanz oder Materie gemeint sein. Wieder bildet Chaos den Ausgangspunkt, zudem Leere und Finsternis. Tatsächlich wird ja vor dem Urknall völlige Leere angenommen, und im frühen Kosmos kann es auch noch keine Protonen gegeben haben. Die Geschwindigkeit der Teilchen, die Temperatur, sagen uns die Kosmologen, muß zu hoch gewesen sein.

„Nun sprach Gott: ‚Es werde ein Firmament inmitten der Wasser und scheide zwischen Wasser und Wasser'..." (Zweiter Tag)

„Nun sprach Gott: ‚Es sammle sich das Wasser, das unter dem Himmel ist, zu einer Ansammlung, und es erscheine das trockene Land'. Und es geschah so. Und Gott nannte das trockene Land Erde, und die Ansammlung des Wassers nannte er Meer. Und Gott sah, daß es gut war"...

„Dann sprach Gott: ‚Es lasse grünen die Erde Grünes, Kraut, das Samen bringt'..." (Dritter Tag)

Wieder eine bestätigte Vorstellung? Denn die Meere konnten sich erst mit der Abkühlung der Erdkruste auf 100 °C erhalten und die Pflanzen entstanden noch bevor die Sonnenstrahlen die Oberfläche der Erde erreichten. Die damalige Zweitatmosphäre der Erde, aus Wasser/ Schwefelwasserstoff/Methan-Dampf war nach heutiger Rekonstruktion noch zu dick.

„Und nun sprach Gott: ‚Es sollen Leuchten werden am Firmament des Himmels'..." (Vierter Tag)

„Nun sprach Gott: ‚Es sollen die Wasser wimmeln vom Gewimmel lebendiger Wesen, und Vögel sollen über die Erde am Firmament des

Himmels hinfliegen.' Und es geschah so. Gott schuf die großen Seetiere und alle lebendigen Wesen, die sich regen..." (Fünfter Tag)

Die Reihenfolge der Bildungen ist jene, die wir auch heute annehmen: Erst Himmel und Erde, dann Wasser, Kontinente und Meere, in der Folge die Pflanzen, darauf das Sonnenlicht auf der Erdoberfläche, erst darauffolgend die Tiere; und, wie man weiß, erst am Folgetag die Menschen.

„Nun sprach Gott: ‚Laßt uns den Menschen machen nach unserem Bilde, uns ähnlich. Sie sollen herrschen über die Fische des Meeres und über die Vögel des Himmels, über das Vieh und über alles Wild des Feldes und über alles Gewürm, das auf dem Erdboden kriecht!'- Und Gott schuf den Menschen nach seinem Bilde, nach dem Bilde Gottes schuf er ihn, als Mann und Frau schuf er sie... Und Gott sah alles, was er gemacht hatte, und siehe, es war sehr gut" (Sechster Tag). (Zitiert aus der Jerusalemer Bibel, Herder)

In diesem Sechstagewerk steckt natürlich auch vielerlei Wunderliches. Genügt das Wort Gottes, damit die Dinge entstehen? Aber viele dachten damals, daß alle Worte von Gott stammten und die Dinge daher mit ihnen. Man kritisiert, daß der Mensch über alle Natur herrschen soll. Aber nochmals: man mag zur Zeit der Entstehung des Textes an eine Höherrangigkeit gedacht haben, was dem Ebenbild Gottes wohl zustehen mußte. Bleibt das Eigenlob Gottes über das schon GOETHE seinen Mephisto witzeln läßt. Ich weiß damit nichts anzufangen.

Das daraus abgeleitete Menschenbild ist uns allen geläufig. Wir sind gottgemacht, mit unsterblicher Seele und stehen am Ende unseres Erdenlebens vor Gottes Prüfung. LUKREZ und die wenigen ihm vielleicht verwandten Geister haben noch keine Wirkung getan. Entweder man folgte heidnischen Weltbildern oder schloß sich, den Quälungen der Zeit entsprechend, den Hoffnungen an, die das frühe Christentum verhieß.

1.5
Gott kann fast alles

Auf die soziale Mission des Christentums muß ein Gutteil Europas, wenigstens der schon von Rom besetzte Teil, vorbereitet gewesen sein. Sein Erfolg macht das sichtbar. Schon vom 1. zum 2. Jahrhundert gab es Dutzende christliche Gemeinden von Antiochien über Griechenland und Italien bis Vienna (an der Rhone). Der harte Griff Roms hatte das gefördert. Den philosophischen Gehalt des Christentums erwartete man

kaum. Gegenüber den differenzierten Ansichten Griechischer Schulen war er dürftig.

Das auszugleichen übernahmen Apologeten, missionierende Gelehrte und Verkünder, genannt seien wenigstens der Märtyrer JUSTINUS und ATHENAGORAS. Wir finden uns im zweiten nachchristlichen Jahrhundert. Ein wichtiger Teil des Schrifttums der alten Kirche, der sich auch um die Anerkennung des philosophischen Gehaltes der christlichen Heilslehre bemühte, gehört hierher. In Schriften an Kaiser, Machthaber und Gebildete suchten sie die politische Ungefährlichkeit und moralische Überlegenheit des Christentums gegenüber den heidnischen Positionen zu verbreiten.

Die folgenden tausend Jahre der Glaubens-, Dogmen- und Kirchenentwicklung, hinein ins Mittelalter, hat viele Geister auf den Plan gerufen. AUGUSTINUS und THOMAS VON AQUIN, die der Metaphysik PLATONS oder ARISTOTELES folgten, muß man wenigstens nennen.

Platonismus mit orientalischer und christlicher Mystik wurde zu einer Befreiungsmystik des stoffgebundenen Menschen zu reiner Geistigkeit durch Ekstase oder Askese. Der arabische Arzt AVICENNA suchte PLATON mit Lehren des ARISTOTELES zu verbinden; beispielsweise faßte er dessen Konzept vom tätigen Verstand als eine Art Weltgeist auf. Das wirkte auch auf THOMAS, ebenso wie der arabische Aristoteliker AVERROS aus Cordoba. Ich erzähle das, weil es dazu führen wird, daß sich im „finsteren" Mittelalter zunächst unscheinbar ein wesentlicher konzeptioneller Schritt anschließt.

Was unsere Untersuchung des Wandels unseres Menschenbilds betrifft, tritt mit der sogenannten Scholastik, klösterlicher Schulwissenschaft, namentlich aus dem Gegenüber des Neuplatonismus und aus dem besseren Bekanntwerden der aristotelischen Schriften, etwas Wichtiges auf. Man konzipiert eine Trennung der Einsichten von Wissenschaft und Philosophie, namentlich der Naturphilosophie, von der Theologie; eine Trennung von Wissen und Glauben.

Es entwickelt sich die Lehre von der doppelten Wahrheit. Man akzeptiert, daß das was theologisch wahr sein muß, wissenschaftlich falsch sein kann und umgekehrt. Es ist eine Lehre, die sogleich in die Renaissance hineinwirken wird. Und tatsächlich wird sie, in einem gewissen Sinne, auch die ganze Aufklärung überwinden oder unterwandern, und, wenn auch in oberflächlicher Weise, noch immer das Menschenbild vieler unserer christlichen Zeitgenossen bestimmen.

In der folgenden Zeit der Renaissance, einer Wiedergeburt der Antike, der man sich verwandt glaubte, entstand in Italien, später in Frankreich, gefördert durch einen neuen Humanismus und der erstarrten Scholastik entgegen ein neues Lebensgefühl. Mit dem Vertrauen auf das eigene Können und die eigene Vernunft entfaltete sich, wie man weiß, eine grandiose Kunst und eine Philosophie von der Einheit der Natur.

Über die Grenzen der Länder und jener Geistigkeit wirkten noch Kirchenmänner wie NIKOLAUS VON KUES, der Märtyrer GIORDANO BRUNO und, als Kritiker der Kurie SAVONAROLA, der auch gehängt und verbrannt wurde. Unter den Philosophen befanden sich PICO DELLA MIRANDOLA und MACHIAVELLI, unter den Künstlern BOTTICELLI und LEONARDO und unter den Physikern GALILEI und KEPLER – erneut eine großartige Zeit.

Man wird mit ihr die Quälereien durch die heilige Inquisition verbinden, sollte dabei aber nicht vergessen, daß diese schon lange wirkte und nun lediglich auch bedeutende Gelehrte traf, und daß alle diese Männer, gläubige Christen, mit ihren Werken die höhere Ehre Gottes im Auge hatten. Das ist besonders bei GALILEI sichtbar, der durch das heliozentrische Weltbild die vergrößerte Weite der Schöpfung bewundert wissen wollte. Weniger bekannt scheint zu sein, daß er mit Methoden der Physik die Abmessungen der Hölle berechnete, allerdings um, wiewohl erfolglos, eine von ihm erhoffte Professur zu gewinnen.

Dazu sei eine Randbemerkung gestattet. BERTOLT BRECHT hat in seinem Schauspiel „Leben des GALILEI" den gealterten, schon unter Hausarrest stehenden Helden sagen lassen: „Es ist meine Ansicht, daß es die einzige Aufgabe der Wissenschaft sein muß, die Mühseligkeiten der menschlichen Kreatur zu mildern." Das ist gut. Aber was hat GALILEI gemildert? Für die Kreatur seiner Zeit hat er nur die Tätigkeit der Inquisition angefacht. Hat BRECHT das nicht verstanden, oder zählt das zu seinen Unterschleifen?

Nicht aufmerksam genug kann man LEONARDO bedenken. Mit ihm tritt eine neue Einheit auf: die zwischen Wissenschaft und Kunst. Er zählt zu den ersten, die noch immer verbotenerweise der Anatomie des Menschen nachspüren, deren Gesetzlichkeit suchen und das auch vielfältig abbilden. Er macht sich sehr richtige Vorstellungen über das Vorkommen von Muschelschalen mariner Arten hoch in den Bergen. Und

Leonardo da Vinci

wenn man ihm eine philosophische Haltung zudenken soll, dann ist er Empirist und Experimentator – und auch das mit bedeutenden Nachwirkungen.

Das Menschenbild dieser Zeit ist gewachsen. In dem Maße, in dem sich Gottes Kosmos vergrößerte und auch in allem Inneren erweiterte, von den Gesetzen des freien Falls und der Planetenbahnen bis in die Anatomie, wuchs auch sein Ebenbild.

In dieser Zeit der Renaissance, hatte ihr Geist den Norden aber noch lange nicht erreicht. Und zwei Geschichten sind zu erzählen, die, sogar schon um 1700 spielend, auf recht verschiedene Weise für die Folgezeit kennzeichnend werden.

Die ersten Fossilien wurden gefunden. Ich erwähnte das schon bei LEONARDO. Dem Zürcher Arzt und Chorherrn JOHANN JAKOB SCHEUCHZER wurde der Abdruck eines Fossils gebracht, in dem wir heute einen Riesensalamander erkennen. SCHEUCHZERS spektakuläre Deutung lautete: Das lange gesuchte „Beingerüst eines armen Sünders" sei gefunden. Bestraft, wie alle anderen Sünder, war er in der Sintflut ertrunken. Wir werden dieses Überschwemmungs-Konzept auch noch bei CUVIER, zur Zeit der entstehenden Paläontologie, und bei GOETHE finden.

Die zweite Geschichte ist anders gelagert. JOHANNES BARTHOLOMÄUS BEHRINGER, Professor für Naturgeschichte an der Universität Würzburg und Leibarzt des Bischofs, war Sammler von Fossilien in den lokalen Muschelkalken. Seine Studenten förderten seine Freude über neue Funde, indem sie Wunderlichkeiten aus Ton bastelten, brannten und im Steinbruch deponierten: fliegenfangende Spinnen, kopulierende Frösche und vieles andere, die der glückliche BEHRINGER in stattlichen Foliobänden veröffentlichte.

Hatte AVICENNA doch recht? Er war Arzt und neuplatonischer Philosoph im Persien des 10. Jahrhunderts. Die schöpferische Kraft der Natur vermag alles, auch im Stein die realen Dinge nachzuformen? Eine Lehre die bei ihm besonders deutlich wird. Konnte Gott also alles?

Als der Jux so weit ging, ein „Fossil" mit dem Namen "BEHRINGER" zu versehen, konnte er es nicht mehr glauben. Der Schwindel flog auf. Das ist aufschlußreich. Warum kann Gott nicht auch den Namen BEHRINGER in Stein setzen? Sind Ihm Grenzen gesetzt? Oder ist Ihm zuzudenken, daß Er keinen Grund hat das zu tun? Ich fand das eine berührende Geschichte. Kann Er doch nicht alles, oder will Er einfach nicht alles tun?

Das Menschenbild hat sich über das Mittelalter, einem Zeitalter des Glaubens und der Lehnsherrschaft, zur Liberalisierung des Individuums in der Renaissance mit deren Päpsten und Fürstendynastien beträchtlich gewandelt, ohne daß sich die Vorstellung von der Schöpfung geändert hätte. Die Welt wurde zwar über GIORDANO BRUNO, KOPERNIKUS, KEPLER und GALILEI viel größer gedacht, aber konfligierte mit der Kirche.

Rettet aus dem Dilemma nur mehr die Theorie von den beiden Wahrheiten? Aber wenn das so sein sollte, warum hat Er dem Menschen zweierlei Wahrheiten gegeben? Welcherart Menschenbild müßte daraus folgen? Das Menschenbild, das sich in der Renaissance vergrößerte, scheint sich zu teilen.

Teil 2

Die Evolutionstheorie entsteht

An dieser Stelle beginnt tatsächlich ein neues Kapitel, eine neue Sprechweise zum Zusammenhang von Evolutionstheorie und Menschenbild. Wir tauchen nun ein in die so gekünstelt erscheinende Welt der gepuderten Perücken, der fünf Todesarten (Scheiterhaufen, Rädern, Vierteilen, Hängen und Köpfen) sowie eines ebenso ungekünstelten Vertrauens in eine rationale Wissenschaft; in die Aufklärung, überhaupt in ein Zeitalter der Vernunft.

Seit der Antike gab es immer wieder Bemühungen, aufzuklären, auf menschliche Vernunft zu vertrauen. In Europa führt die Aufklärung vom 16. bis zum 18. Jahrhundert zu einem Umschichtungsprozeß, der sich je nach Ländern und Lebensbedingungen verschieden entwickelt. In England tritt die Aufklärung seit dem 16. Jahrhundert vorwiegend religiös und politisch auf, in Frankreich seit dem 17. Jahrhundert gesellschaftlich, moralkritisch, bis sie 1789 in die Große Revolution mündet. In Deutschland hinterläßt sie wenige Spuren.

Aus dem Bedürfnis, den Menschen durch Bildung zu befreien, entsteht der Optimismus hinsichtlich einer durchschaubaren Welt, deren Probleme sich letztlich alle werden klären lassen. Die Philosophie wird metaphysikfeindlich, fortschritts- und wissenschaftsgläubig, das soziale und wirtschaftliche Konzept humanitär und liberal. Hauptvertreter sind, wie erinnerlich, in England Francis Bacon, Hobbes, Locke und Hume, in Frankreich Bayle, Voltaire, die Encyclopädisten, Rousseau, Diderot, in Deutschland Friedrich II.

Mein eigener Zugang zu den folgenden Themen beginnt in meiner Gymnasiastenzeit, als ich den Band „Abstammungslehre" von Ludwig Plate erwarb und setzte sich an der Universität mit der Morphologie meines goethischen Lehrers Wilhelm von Marinelli fort. Von beiden wird noch zu berichten sein. Lamarck wurde mir zur Anregung, mich mit seinem Umfeld zu beschäftigen. Die Erkenntnisfragen schlossen erst an, als ich mir über die Widersprüche der nun zu schildernden Zeit klarer wurde.

2.1
Materialisten; Maupertuis und Lamettrie

An der Wende zum Materialismus stehen die Franzosen MAUPERTUIS und der jüngere LAMETTRIE. Wegen Gottlosigkeit aus Frankreich vertrieben werden sie sogleich, der eine als Präsident, der andere als Mitglied, in die von FRIEDRICH II. gegründete Preußische Akademie der Wissenschaften berufen. Seit der Zeit des LUKREZ, also seit mehr als eineinhalb Jahrtausenden, entsteht wieder ein greifbares, vielleicht das erste, ganz materialistische Entwicklungs- und Menschenbild.

MAUPERTUIS, 1698-1759, französischer Diplomat, wird aus der Pariser Akademie und Frankreich vertrieben, geht sodann nach Berlin und publiziert 1745 das Traktat „Vénus Physique" und 1751 ein „Système de la Nature"; ein materialistisches Bild des Menschen und der ganzen Natur. Es enthält eine Vorstellung davon, was wir heute genetische Variabilität nennen und eine Ahnung ihrer Ursachen.

> *„Im Übrigen nehme ich an, daß die Ursache aller Variationen in ‚seminal fluids' (in der Samenflüssigkeit) gelegen wäre,... und ich schließe nicht aus, daß auf diese Nahrung und Klima einen Einfluß haben können.*
>
> *Bedenkt man also, daß Klima und Nahrung einen Einfluß haben könnte auf die ‚seminal fluids'... So ist es wahrscheinlich, daß die Hitze tropischer Gebiete Partikel entstehen läßt, welche die Haut schwarz machen ... gegenüber jenen die sie weis machen; und ich weiß (freilich) nicht wie weit dieser Einfluß von Nahrung und Klima über die lange Zeit von Jahrhunderten reichen mag."*

Man beachte die Zeitspanne, in der noch gedacht wird. MAUPERTUIS redet nicht von Jahrmillionen oder hundert Jahrmillionen, wie wir das heute tun, er redet von Jahrhunderten. Dieses Problem der Zeitspannen wird bald zum Hauptproblem werden. – Nun noch eine zweite Perspektive:

> *„Sollte man nicht aufklären auf welche Weise aus der Vermehrung allein von zwei (unterschiedlichen) Individuen verschiedene Arten folgen könnten."*

Viel Spekulation ist hier produziert. Allerdings ist sie so geartet, daß sie sich als ungemein fruchtbar erweisen wird. (Meine Zitierungen stammen aus Glass/Temkin//Straus; Forerunners of Darwin)

Drei Seitenblicke seien angefügt, um auch die damalige Zeit näher zu beleuchten. – Der volle Titel der „Physikalischen Venus" lautet: „Vénus Physique: contenant deux dissertations, l'une sur l'origine des hommes et des animaux: et l'autre sur l'origine des noirs". Die Schwarzen werden

getrennt von Mensch und Tier abgehandelt. – Aufschlußreich ist auch, wie gefährlich Publikationen über solche Gegenstände damals noch sind. Selbst unter dem sehr aufgeklärten FRIEDRICH II., der zweifellos den Präsidenten seiner Akademie sehr schätzte und schützte, zieht dieser es noch immer vor, sich bedeckt zu halten und unter dem Pseudonym „DR. BAUMANN" zu publizieren. – Schließlich entwickelt er das Prinzip des kleinsten Kraftmaßes und versucht daraus einen wissenschaftlichen Gottesbeweis abzuleiten. Das schafft Konflikte mit VOLTAIRE, der sich über ihn lustig macht. So verläßt er die Preußische Akademie.

LAMETTRIE, in der Jugend Jansenist, wird Philosoph, Militärarzt und schon aufgrund seines Erstlingswerks über die Seele, „Histoire naturelle de l'âme" (1745), aus Frankreich vertrieben. Er geht nach Holland, wird weiter verfolgt und in Berlin aufgenommen. Dort erscheint bald „L'homme machine", „Der Mensch als Maschine", ein Menschenbild, das er ganz hart mechanistisch und später weicher, physiologisch zeichnet.

Viele seiner Einsichten gehen auf Selbstbeobachtung während einer Krankheit zurück. Im Zentrum steht, unter dem Eindruck von LINNÉS Systematik – eines Systems der Organismen –, die Idee von einer materiellen Einheit in aller Mannigfaltigkeit des Lebendigen. FRIEDRICH II. selbst hält seine Grabrede.

Das Welt- und Menschenbild der Aufklärung schließt an das der Renaissance an. Aus einer Glaubenskultur wird eine Wissenschaftskultur. Der Mensch beginnt, seinem Urteil zu vertrauen, wird skeptisch gegen Orthodoxie, rebellisch gegen Autorität, stolz auf seine Vergangenheit und sogar auf sich selbst. Die Perspektive wird frei für neue Visionen, wissenschaftliche Revolutionen, Gesellschaftsreformen und -verträge. Und zu Recht denken wir in England gleich an NEWTON, LOCKE und HUME, in Frankreich an DESCARTES und MONTESQUIEU, VOLTAIRE und ROUSSEAU, in Deutschland an LEIBNIZ, KANT und GOETHE.

Pierre L. M. de Maupertuis

Julien Lamettrie

Schon in der geschilderten, ersten Phase dieser Moderne scheint das Menschenbild insgesamt liberaler und das der Wissenschaften – in Opposition gegen die Kirche – materialistisch, sogar grob materialistisch, ja mechanistisch zu werden. Man beginnt, wissenschaftlich über das Werden des Menschen nachzudenken. Und dennoch ist es nicht ganz so gewesen. Der Jansenismus, dem der junge LAMETTRIE so wie viele andere gebildete Franzosen seiner Zeit anhingen, suchte nur einen Kompromiß zwischen der Lehre des AUGUSTINUS und dem scholastischen Rationalismus. Man wandte sich gegen die Laxheit der Jesuiten und den Klerikalismus des Königtums. Und von MAUPERTUIS erzählte ich, daß er, entgegen seiner Bildung, einen wissenschaftlichen Gottesbeweis versuchte und die Akademie verließ, als er sich damit lächerlich gemacht hatte. Die Lehre von den beiden Wahrheiten suchte neuen Boden.

2.2 Positivismus; Buffon, Lamarck, Erasmus Darwin

Bald nach der Mitte des 18. Jahrhunderts, als MAUPERTUIS und LAMETTRIE ihr irdisches Dasein verließen, stehen, wieder in Paris, die Leben von D'ALEMBERT und des jüngeren DIDEROT in Entfaltung. Es ist die Zeit der Enzyklopädisten und der bevorstehenden Französischen Revolution. Diese gebildeten Universalisten, Schriftsteller und Philosophen kennen natürlich nicht nur die materialistisch-mechanistischen Positionen der genannten, sondern die ganze Literatur, wie erwähnt, zurück bis LUKREZ, ARISTOTELES und PLATON.

Sie tragen zwar nicht viel neues zum Entwicklungskonzept bei, aber Entscheidendes zur Verbreitung des Materialismus, Mechanizismus und einer sich abzeichnenden Wende vom offenbarungsgläubigen Theismus zu einem Pantheismus. Damit bezeichnet man einen Deismus, in dem Gott nicht viel anderes sein könne als die Summe der Naturgesetze, *„deus lex mundi"*.

Aber noch ein Begriff findet Verbreitung: der des Positivismus, der uns durch alle weitere Geistesgeschichte bis in unsere Tage begleiten wird. Er steht für ein naturwissenschaftliches Konzept, eine Art Ideologie oder Doktrin. Sie hat mit AUGUST COMTE in Frankreich ihren Anfang genommen, setzt sich in England mit JOHN STUARD MILL und mit SPENCER fort, der uns noch sehr wichtig werden wird, und kehrt, auch mit FEUERBACH, nach Frankreich zurück.

Metaphysische Fragen werden als Scheinprobleme ausgeklammert. Es wird vermutet, daß die Geistesgeschichte von einer theologischen über eine metaphysische zu einer positivistischen Ära fortschreite, und zwar mit zweierlei Erwartungen: Erstens, alles Wissen diene nur dazu, mögliche Voraussichten zu sichern. Zweitens, empiristisch, man dürfe

sich nur an das „positiv" greifbar Erfahrbare halten. Beide Positionen werden uns noch in widersprüchlicher Weise beschäftigen.

Wir begegnen nun Biologen, Naturhistorikern hätte man damals gesagt; dem Grafen BUFFON und bald darauf seinem späteren Mitarbeiter LAMARCK, mit dem die Theorie von der Evolution ihre erste moderne Form bekommt. Beiden waren die Enzyklopädisten geläufig. Der ältere hat die Ankündigung der Französischen Revolution erlebt, der jüngere durchlebt sie schließlich. In ihren Werken nehmen sie auf all das kaum Bezug. Aber, so versunken sie auch in ihren Arbeiten gewesen sein müssen, die Unterströme ihrer Zeit sind in ihren Perspektiven wahrzunehmen.

GEORG LOUIS LECLERC GRAF VON BUFFON, 1707 geboren, gewandter Autor, schon früh Intendant des königlichen Gartens und des Naturalienkabinetts, verfaßt und redigiert durch die gesamte zweite Hälfte des Jahrhunderts hindurch eine Serie mächtiger Bände über die „Epochen der Natur" und über „Naturgeschichte", zur Systematik, Anatomie und Lebensweise der Vögel und Säuger. Er gewinnt dabei wichtige Einsichten zur Bestimmung, Variation und Begrenzung der Arten.

Kenner finden, daß ihm anfangs die Stetigkeit der Arten wichtig war, er sich später für deren Abwandlungen interessierte, bis er zuletzt praktisch einen Evolutionismus vertrat. Seine Wirkung ist eine Dreifache: Erstens eine Breitenwirkung, seine Werke werden in fast alle Kultursprachen übersetzt. Zweitens erweisen sich seine Lebensgeschichten der Organismen als sehr anregend. Der Göttinger Anatom JOHANN FRIEDRICH BLUMENBACH erweitert dies auf die Varietäten und Rassen des Menschen. Und drittens gibt er LAMARCK, Schüler und Mitarbeiter, Anregung und Einrichtungen für seine Forschung.

Bei LAMARCK haben wir gute Gründe, länger zu verweilen. Er ist der erste, der der Abstammungslehre einen erkenntnistheoretisch sicheren Grund gegeben hat, der erste, der die wesentliche Unterscheidung

Georges Buffon

Schon in der geschilderten, ersten Phase dieser Moderne scheint das Menschenbild insgesamt liberaler und das der Wissenschaften – in Opposition gegen die Kirche – materialistisch, sogar grob materialistisch, ja mechanistisch zu werden. Man beginnt, wissenschaftlich über das Werden des Menschen nachzudenken. Und dennoch ist es nicht ganz so gewesen. Der Jansenismus, dem der junge LAMETTRIE so wie viele andere gebildete Franzosen seiner Zeit anhingen, suchte nur einen Kompromiß zwischen der Lehre des AUGUSTINUS und dem scholastischen Rationalismus. Man wandte sich gegen die Laxheit der Jesuiten und den Klerikalismus des Königtums. Und von MAUPERTUIS erzählte ich, daß er, entgegen seiner Bildung, einen wissenschaftlichen Gottesbeweis versuchte und die Akademie verließ, als er sich damit lächerlich gemacht hatte. Die Lehre von den beiden Wahrheiten suchte neuen Boden.

2.2 Positivismus; Buffon, Lamarck, Erasmus Darwin

Bald nach der Mitte des 18. Jahrhunderts, als MAUPERTUIS und LAMETTRIE ihr irdisches Dasein verließen, stehen, wieder in Paris, die Leben von D'ALEMBERT und des jüngeren DIDEROT in Entfaltung. Es ist die Zeit der Enzyklopädisten und der bevorstehenden Französischen Revolution. Diese gebildeten Universalisten, Schriftsteller und Philosophen kennen natürlich nicht nur die materialistisch-mechanistischen Positionen der genannten, sondern die ganze Literatur, wie erwähnt, zurück bis LUKREZ, ARISTOTELES und PLATON.

Sie tragen zwar nicht viel neues zum Entwicklungskonzept bei, aber Entscheidendes zur Verbreitung des Materialismus, Mechanizismus und einer sich abzeichnenden Wende vom offenbarungsgläubigen Theismus zu einem Pantheismus. Damit bezeichnet man einen Deismus, in dem Gott nicht viel anderes sein könne als die Summe der Naturgesetze, *„deus lex mundi"*.

Aber noch ein Begriff findet Verbreitung: der des Positivismus, der uns durch alle weitere Geistesgeschichte bis in unsere Tage begleiten wird. Er steht für ein naturwissenschaftliches Konzept, eine Art Ideologie oder Doktrin. Sie hat mit AUGUST COMTE in Frankreich ihren Anfang genommen, setzt sich in England mit JOHN STUARD MILL und mit SPENCER fort, der uns noch sehr wichtig werden wird, und kehrt, auch mit FEUERBACH, nach Frankreich zurück.

Metaphysische Fragen werden als Scheinprobleme ausgeklammert. Es wird vermutet, daß die Geistesgeschichte von einer theologischen über eine metaphysische zu einer positivistischen Ära fortschreite, und zwar mit zweierlei Erwartungen: Erstens, alles Wissen diene nur dazu, mögliche Voraussichten zu sichern. Zweitens, empiristisch, man dürfe

sich nur an das „positiv" greifbar Erfahrbare halten. Beide Positionen werden uns noch in widersprüchlicher Weise beschäftigen.

Wir begegnen nun Biologen, Naturhistorikern hätte man damals gesagt; dem Grafen BUFFON und bald darauf seinem späteren Mitarbeiter LAMARCK, mit dem die Theorie von der Evolution ihre erste moderne Form bekommt. Beiden waren die Enzyklopädisten geläufig. Der ältere hat die Ankündigung der Französischen Revolution erlebt, der jüngere durchlebt sie schließlich. In ihren Werken nehmen sie auf all das kaum Bezug. Aber, so versunken sie auch in ihren Arbeiten gewesen sein müssen, die Unterströme ihrer Zeit sind in ihren Perspektiven wahrzunehmen.

GEORG LOUIS LECLERC GRAF VON BUFFON, 1707 geboren, gewandter Autor, schon früh Intendant des königlichen Gartens und des Naturalienkabinetts, verfaßt und redigiert durch die gesamte zweite Hälfte des Jahrhunderts hindurch eine Serie mächtiger Bände über die „Epochen der Natur" und über „Naturgeschichte", zur Systematik, Anatomie und Lebensweise der Vögel und Säuger. Er gewinnt dabei wichtige Einsichten zur Bestimmung, Variation und Begrenzung der Arten.

Kenner finden, daß ihm anfangs die Stetigkeit der Arten wichtig war, er sich später für deren Abwandlungen interessierte, bis er zuletzt praktisch einen Evolutionismus vertrat. Seine Wirkung ist eine Dreifache: Erstens eine Breitenwirkung, seine Werke werden in fast alle Kultursprachen übersetzt. Zweitens erweisen sich seine Lebensgeschichten der Organismen als sehr anregend. Der Göttinger Anatom JOHANN FRIEDRICH BLUMENBACH erweitert dies auf die Varietäten und Rassen des Menschen. Und drittens gibt er LAMARCK, Schüler und Mitarbeiter, Anregung und Einrichtungen für seine Forschung.

Bei LAMARCK haben wir gute Gründe, länger zu verweilen. Er ist der erste, der der Abstammungslehre einen erkenntnistheoretisch sicheren Grund gegeben hat, der erste, der die wesentliche Unterscheidung

Georges Buffon

zwischen Erkennen und Erklären getroffen hat, der aber heute noch in der Trivialbiologie als großer Irrläufer dargestellt wird. Auch meine Position wird, um es sich bequem zu machen, als Lamarckismus abgetan, wiewohl das völlig falsch ist.

Jean-Bapiste de Lamarck (1744–1829) war zunächst Klosterschüler, ging nach dem Tod des Vaters wie auch seine Brüder in die Armee, wo sie dekorierte Stabsoffiziere wurden. Er erkrankte, zog sich zurück und betrieb Naturstudien. Auf diese Weise kam er 1792 – er war bereits Ende 40 – zu Buffon in das Königliche Naturalienkabinett. Zuvor hatte er sich jeweils in einigen Bänden mit einer „Flore de France" befaßt, sowie mit Meteorologie, Chemie und – ein Begriff, der auch von ihm stammt – mit Biologie. Um die Jahrhundertwende datieren seine Vorlesungen zur Entwicklung der Organismen. Zur Einführung in sein Denken berichte ich über seinen Beitrag zum Problem „Zeitachse".

Ein Haupthindernis für eine Akzeptanz einer Vorstellung von der Abstammung war die Zeitachse. Nach der Dogmatik der Kirche, die auf einer Genealogie der historisch überlieferten Personen zurück bis Adam beruhte, kamen nicht mehr als 4004 Jahre seit der Schöpfung zusammen. Da man über fast zweitausend Jahre Nachricht über Tiere besaß und sich die Arten in dieser Zeit nicht verändert hatten, war es nicht zu verstehen, daß sie in nur der doppelten Zeit alle hätten auseinander hervorgehen sollen.

1805 publiziert er seine „Hydrologie", in der es ihm um die notwendige Verlängerung der Zeitachse geht. Später sagt er zu der geringen Resonanz, die sie fand:

> *„Diese Überlegungen, wie ich weiß, sind noch nie an anderer Stelle vorgelegt worden als in meiner Hydrologie, und sie fanden nicht die*

Jean Baptiste de Lamarck

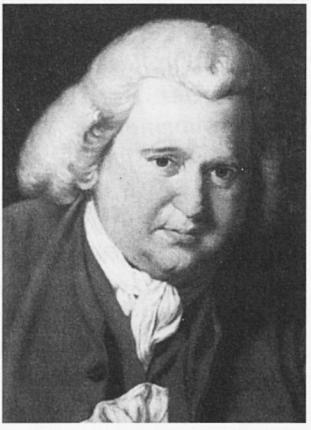
ernsthafte Prüfung, die sie wie ich glaube verdienen, müssen auch den gebildetsten Personen ungewöhnlich erscheinen.

Natürlich, wenn man die Dimensionen von Dauer in Bezug zu sich selbst beurteilt und nicht in Bezug zur Natur, wird man gewiß keine Sicht auf die langsamen Veränderungen bekommen, die ich vorgelegt habe, und wird es für nötig halten das alles ohne Prüfung zu verwerfen." (nach Glass, p. 250)

Viele haben weiterhin diese Sicht verworfen, aber nicht alle. Bei Gelehrten in England, zu welchen auch LAMARCKS Zeitgenosse ERASMUS DARWIN gehört, jener Großvater des CHARLES, wird sie bald aufgenommen.

Ganz Ähnliches entwickelt sich zeitgleich in England. Der naturkundlich ambitionierte ERASMUS DARWIN (1731–1802), Landarzt und Poet, interessiert uns natürlich schon als CHARLES Großvater, hatten doch seine Bücher noch einen Ehrenplatz in dessen Bibliothek. Auch ihm geht es, schon vor LAMARCK, um die Zeitachse, den Wandel der Organismen, zudem um die richtende Wirkung der Embryonalentwicklung und um eine Ahnung von Selektion.

In seiner „Zoonomia or the laws of organic life" von 1794, mit einer dritten Auflage 1801, bezieht er sich auf ein posthumes Werk von DAVID HUME, in dem dieser bereits der Entwicklung eine größere Bedeutung für die Erklärung der Natur einräumt als der Schöpfung. Und er macht deutlich, daß die gewaltigen Bänke von Kreide, Marmor und Muschelkalk sowie die Kohlenlager organische Ablagerungen darstellen müssen und wie vieles andere wohl einen eindeutigen Beweis für den Wandel der Erde darstellen. Das ist ein Gedankenweg, der, wie ich noch darstellen werde, durch seinen Landsmann LYELL einen entscheidenden Durchbruch bringen wird.



Erasmus Darwin

Die Höherentwicklung und die Entfaltung der Arten erklärt er sich aus physischen und psychischen Prozessen, Sensibilität und Irritabilität, Umweltreize, Triebe und Bastardierung. – Aber kehren wir vorerst zurück nach Paris.

Unter dem Stichwort LAMARCK findet man in den heutigen Lexika wenig über seine Hydrologie, fast nichts über seine bedeutendste Leistung, die wissenschaftliche Begründung für die Notwendigkeit einer Abstammungslehre, viel dagegen unter Lamarckismus und den fatalen Irrtum dieser Theorie. Das will ich hier in Ordnung bringen.

Seine „Philosophie Zoologique", 1809, markiert ein wichtiges Datum. Hier präsentiert er nicht nur seinen bekannten Erklärungsversuch organischer Adaptierung, er trennt den Prozeß des Erkennens des Phänomens deutlich von dessen Erklärung. Das wird nicht immer gemacht.

Ich werde nämlich zu zeigen haben, daß es der Biologie geschehen ist, den Prozeß des Erkennens erst nicht bedacht, dann dessen Gegenüber zum Erklären übersehen zu haben; namentlich unter dem Einfluß der ‚exakten' Wissenschaften, in welchen das Erkennen überhaupt durch das Erklären ersetzt werden sollte. Dabei liegt es auf der Hand, daß nur etwas Erkanntes erklärt werden kann, daß die Erklärung nicht besser sein kann als die Richtigkeit des Erkennens. Zudem kann jeder sehen, daß wir gegenüber einem erkannten Phänomen mit unterschiedlichen Erklärungen leben können, ändert sich aber das Erkannte, die Erklärung sogleich wechseln muß. Unser Thema selbst ist dafür typisch.

Ich bin in dieser Sache schon hier genauer, weil wir im weiteren Text mit diesem Leiden werden leben müssen. – Die folgenden Zitate entnehme ich der Übersetzung LAMARCKS „Philosophie Zoologique" von HEINRICH SCHMID, die man allgemein schätzt.

Kommen wir gleich zu der entscheidenden Passage. Nachdem LAMARCK seinen Lesern den Umfang der erkannten, abgestuften Ähnlichkeiten der Organismen nahe gebracht hat, welche, wie wir heute sagen, weit entfernt ist von jeder Möglichkeit des Zufalls, stellt er davon getrennt die Herausforderung einer Erklärung dar.

> *„Wie hätte ich auch die merkwürdige Abstufung in der Organisation der Tiere, von den unvollkommensten bis zu den vollkommensten, bemerken können, ohne nach der Ursache einer so positiven und wichtigen Tatsache zu fragen, einer Tatsache, die durch so viele Beweise verbürgt erscheint."*

Ist das Muster der Ähnlichkeitsverhältnisse zwischen den Organismen – ein damals schon ungemein detailreicher Zusammenhang – so verläßlich und eindeutig (positiv) erkannt, also zur Tatsache geworden, so ist die Frage nach einer Erklärung herausgefordert.

„Mußte ich nicht annehmen, daß die Natur die verschiedenen Organismen nacheinander hervorgebracht habe, fortschreitend von den einfachen bis zu den kompliziertesten, da sich die Organisation in der tierischen Stufenleiter, von den unvollkommensten Tieren an, stufenweise in einer äußerst merkwürdigen Weise kompliziert?"

Das ist der Ansatz zu seinen Überlegungen. Wir bestätigen noch ganz diese Erwartung. Im folgenden sucht er einen Mechanismus für Ausbreitung und Anpassung.

„Meine eigene Folgerung: Die Natur hat alle Tierarten nacheinander hervorgebracht, sie hat mit den unvollkommensten oder einfachsten begonnen und mit den vollkommensten aufgehört. Sie hat ihre Organisation stufenweise entwickelt, indem sich diese Tiere allgemein auf alle bewohnbaren Orte der Erde ausbreiteten, hat jede Art derselben durch den Einfluß der Verhältnisse, in denen sie sich befand, ihre Gewohnheiten und die Abänderungen in ihren Teilen erhalten, die wir bei ihr beobachten."

Das entspricht bereits unserer modernen Einsicht. Natürlich spielen beim Artenwandel Verbreitung und Änderung durch Einfluß der Verhältnisse eine Rolle. Man könnte sich das alles als mutative Änderung und Auswahl durch das Milieu denken. Aber LAMARCK mißt der „Gewohnheit" nicht eine passive Wirkung bei, wie wir das heute tun, sondern eine aktive.

„Wenn nun neue, für eine Tierrasse" – Art kann man heute sagen – *„dauernd gewordene Verhältnisse diesen Tieren neue Gewohnheiten auferlegt, d.h. neue gewohnheitsmäßige Tätigkeiten derselben veranlaßt haben, so wird sich daraus der vorzugsweise Gebrauch"* – das ist das Stichwort – *„eines Teiles vor einem anderen ergeben haben, und in gewissen Fällen der vollständige Nichtgebrauch eines Teiles, das unnütz geworden ist... An jedem Orte, wo Tiere wohnen können, bleiben die Verhältnisse, welche hier eine Ordnung der Dinge bedingen, sehr lange dieselben und verändern sich wirklich nur so langsam, daß der Mensch diese Veränderungen direkt nicht beobachten kann... Man muß sich an die Monumente"* – Dokumente der Erfahrung müssen gemeint sein – *„halten, um zu erkennen, daß an allen diesen Orten die Ordnung der Dinge, welche er vorfindet, nicht dieselbe gewesen ist, um einzusehen, daß sie sich noch verändern."*

Hier wird nochmals der Zusammenhang mit der Zeitachse deutlich. Es muß verstanden werden, daß, obwohl wir an einem bestimmten Ort heute keine Veränderungen wahrnehmen, diese dennoch während langer Zeiträume stattgefunden haben und daß in der Regel evolutiv nur geför-

dert ist, was gebraucht wird. Zum Schluß nun noch ein Ausschnitt aus einer der von ihm vorgeführten Arten:

> *„Wenn nun die Individuen der Airasse" – das sind die Faultiere – „während langer Zeit die Gewohnheit beibehalten haben, auf den Bäumen zu bleiben und auf ihnen nur langsame und wenig mannigfache Bewegungen, die ihre Bedürfnisse befriedigen konnten, auszuführen, so wird sich ihre Organisation mit ihren neuen Gewohnheiten ergeben haben:"*

Aus einer Reihe von Beispielen zum Faultier bringe ich die ersten drei.

1. *„daß die Vorderbeine dieser Tiere, die beständige Anstrengungen machen, um die Baumzweige leicht zu umfassen, sich verlängert haben;*
2. *daß die Krallen ihrer Nägel durch die ununterbrochenen Anstrengungen des Tieres, sich anzuklammern, eine große Länge und eine gekrümmte Gestalt erlangt haben;*
3. *daß ihre Finger, die nie zu besonderen Bewegungen gebraucht werden, untereinander alle Beweglichkeit verloren, sich verbunden und nur die Fähigkeit sich miteinander zu bewegen und zu strecken, beibehalten haben."*

Auch das ist alles zu bestätigen. LAMARCK stellte sich aber eine aktive oder direkte Wirkung vor, in dem Sinn, dass sich ein gefordertes Organ nicht nur verstärke, ein nicht gebrauchtes dagegen verkümmere, sondern daß diese Veränderungen wenigstens in einem gewissen Maße vererbt würden. Für diesen Vererbungs-Mechanismus wird sogar CHARLES DARWIN noch ein Modell vorschlagen. Man redet von der „Vererbung neuerworbener Eigenschaften"; keine glückliche Bezeichnung, denn auch Mutationen sind neu, erworben und erblich. Es geht um die Erwartung aktiver Prozesse. Tatsächlich haben die Biologen, trotz bedeutender Bemühungen, wovon ich zu erzählen haben werde, bis heute derlei noch nicht nachweisen können.

Woher konnte der Irrtum kommen? Er ist durch richtige Beobachtungen angeleitet, durch eine Verwechslung entstanden und einen Wunsch unterstützt.

Richtig ist die Beobachtung, daß sich manche Organe mit Gebrauch und Nichtgebrauch verändern. Bodybuilding verstärkt die Muskulatur, mehrere Wochen Gips atrophiert sie. Auch eine Niere wächst kompensatorisch, wenn die andere entfernt wurde. Für das Auge gilt das bekanntlich schon nicht mehr und für viele andere Organe wahrscheinlich auch nicht.

Die Verwechslung hat mit der vermuteten Erblichkeit zu tun. Es ist richtig, daß die meisten Schmiede kräftig, die meisten Schneider dagegen eher zart gebaut sind und daß kräftig gebaute Väter eher kräftige, zarte eher schmächtige Söhne haben. Die Anlage steckt schon im väter-

lichen Erbgut. Die Häufung kräftiger Schmiede und zarter Schneider beruht zwar auf Auslese, diese geschieht aber nicht aufgrund von Anpassung, sondern aufgrund von Siebung. Kräftige Burschen mögen zum Schmiedehandwerk, zarte zum Schneidergewerbe tendieren.

Der Wunsch, der hinter der vermuteten Erblichkeit steht, hat mit der Erwartung zu tun, einer Art Hoffnung und gedachter Verantwortung, man werde seinen Nachkommen Gutes tun, wenn man sich gesund erhält, seine körperlichen und geistigen Kräfte übt und fordert. In einem gewissen Sinne mag das auch so sein, aber schon wieder nicht in einer aktiven, direkten Weise, sondern in einer passiven, indirekten. Sieche und verdummte Eltern sind ihren Kindern weniger nütze als gesunde und kluge.

Eine direkte Wirkung ist leider nicht nachweisbar. Man kann im Laufe seines Lebens versulzen und verblöden, sich bis zu gewissen Graden sogar versaufen, ohne dass das auf die Qualität des Erbgutes eine Wirkung täte. Das ist gewiß schade, und es ist viel darüber nachgedacht worden, warum sich in der Evolution der Evolutionsmechanismen diese Lösung nicht durchgesetzt hat. Was wäre das für ein nobler Antrieb menschlicher Entwicklung geworden – wenn nicht dadurch auch Gewalttätigkeit, Bosheit und Perfidie aufgrund eines unmittelbaren Nutzens hätte erblich herausgezüchtet werden können.

LAMARCK ist von seiner akademischen Umgebung ignoriert und sogar lächerlich gemacht worden. Es wird berichtet, daß Baron CUVIER, von dem bald zu berichten sein wird, dies sogar im Hörsaal und in so dummer wie geschmackloser Weise tat. Als LAMARCK, schon erblindet und von einer seiner Töchter an den Katheder geführt, unterrichtete, drang CUVIER mit seinen Studenten in den Saal ein und fragte über LAMARCKS Hörer hinweg, wie es wohl käme, daß die von ihm erworbene Blindheit nicht auf seine Tochter übergegangen wäre.

CUVIER hat ihn in keinen seiner Schriften erwähnt. Über zwanzig Jahre Blindheit ist er vergessen und armselig verschieden.

Ich denke, er war seiner Zeit zu weit voraus. Er hatte ja nicht nur den Unterschied zwischen Erkennen und Erklären erkannt, sondern auch, daß es zur Erklärung des Artenwandels zweier Prinzipien bedarf: neben der Auslese auch die Veränderungen, die man schon von LUKREZ hätte kennen können: als ein Prinzip, das auch erbliche Änderungen schafft. „*Seiner Zeit zu weit voraus zu sein*", schrieb mir einmal ARTHUR KÖSTLER, „*ist ein schreckliches Schicksal*".

Weltbild und Menschenbild wandeln, das Weltbild in einer damals kaum wahrgenommenen Weise. Aber LAMARCK hatte, wie berichtet, deutlich gemacht, daß das Werden der Natur Zeiten gehabt und beansprucht haben muß, die jenseits unseres Vorstellungsvermögens liegen. Es wird noch zwei Generationen dauern, bis sich diese Einsicht, eben mit LYELL, durchsetzen wird. Sie bildet jene entscheidende Voraussetzung, die den Wandel vom Kreationismus zum Evolutionismus wissenschaftlich erst möglich machen wird.

Auch die Vorstellung vom Werden der Organismen, wie sie LAMARCK vorschlägt, ist seiner Zeit voraus und doch in ihr eingebettet. Drei Perspektiven werden große Wirkung tun, ohne daß er selbst das noch erleben konnte: das Konzept der Abstammung, die Unterscheidung der Prozesse des Erkennens und Erklärens und die Überwindung des Mechanizismus in der Erklärung organismischen Wandels.

Was sich bei BUFFON noch wie ein harmonisches Bild schöpferischer Ordnung darstellt, wird bei LAMARCK zu einer geschlossenen Theorie, die Generationen später Abstammungslehre heißen wird. – Die Gegenüberstellung von Erkenntnis- und Erklärungsweg wird sich erkenntnistheoretisch als entscheidend erweisen. Sie wird, unabhängig von LAMARCK, von GOETHE aufgegriffen, dann mißverstanden und wieder vergessen. Das plagt unser Verständnis für Evolution noch bis in unsere Tage. In die Vorstellung von den Ursachen des Artenwandels zieht ein psychologistisches Konzept ein, das den plumpen Physikalismus überwindet, zwar falsch ist, aber den Weg zu biologistischen Konzepten öffnet. Es sind Konzepte, um welche die Diskussion nie mehr versiegen wird und die gerade heute wie ein lamarckisches Gespenst wieder um uns sind.

Eingebettet ist diese Wende in den entstehenden Reduktionismus und das Lebensgefühl der Zeit. Von der Entwicklung des ersteren wird noch ausführlich die Rede sein. Vorerst enthält er nicht viel mehr als pragmatische Vereinfachung in den Wissenschaften, die mit LAPLACE, LAVOISIER und ADAM SMITH von der kosmischen Physik über die Chemie bis zur Staatslehre reichen. – Und was das Lebensgefühl der Zeit betrifft, so finden wir uns mitten in der Französischen Revolution, die dem Menschen nun nicht nur seine Freiheit, sondern auch das Recht auf seine Bedürfnisse und seine individuelle Entwicklung attestiert.

2.3 Über das Erkennen; Cuvier, Saint-Hillaire und Goethe

GEORGE BARON CUVIER, jünger als Lamarck (1769–1832), aus dem früher Württembergischen Mömpelgard, wird erst durch die Eroberungen der Revolutionsarmee französischer Staatsbürger. Bald in der Pariser Gesellschaft und der Akademie wohl eingerichtet, kann man sich einen streitbaren, am Einzelding verhafteten Gelehrten vorstellen, der als Begründer der Paläontologie anzusehen ist. Man erinnert sich, daß sich schon LEONARDO darüber Gedanken machte, wie marine Fossilien in den Bergen zu erklären wären. Diese Gedanken kannte CUVIER und ging über die Narreteien von SCHEUCHZER, BEHRINGER und Konsorten hinweg. Die Vielzahl von Fossilien erhielt er leicht erreichbar und ausschälbar aus den weichen Kreidekalken, die Paris umgeben.

Er muß ein hervorragender Anatom gewesen sein. Es wird von ihm berichtet, daß er, um die Konstanz der Zusammenhänge von Merkmalen zu demonstrieren, einen Block im Hörsaal ausmeißelte, und als sich darin das Gebiß eines Beuteltieres zeigte, den Beutelknochen am Becken richtig vorhersagte. Im Wesentlichen ging es ihm um die Konstanz der Arten und auch darum, daß der Mensch keine andersartigen Vorfahren haben könne.

Seine wichtigste Entdeckung oder, besser, seine Synthese vieler, auch vorauslaufender Erfahrungen namentlich in England, ist das, was Geologen und Paläontologen heute Stratigraphie nennen: den Schichtenbau von Gesteinen, also versteinte Sedimente mit ihren typischen Fossilien. Er interpretierte Lage für Lage als Überschwemmungs-Katastrophe, ähnlich der Sintflut die alles auslöschte, worauf wieder neue Arten erschaffen wurden. Gewiß ist manches auf Transgressionen, Überflutungen durch das Meer, zurückzuführen, aber immer sind dies lokale Ereignisse, die nie alle Arten auslöschen.

Wie weit seine „Katastrophentheorie" nur zur Stützung seiner These der Artenkonstanz gedacht war, ob er aus Klugheit die Lehre von der Sintflut mitdachte oder selbst daran glaubte, wird uns verschlossen bleiben. Denn man kann sich immerhin fragen, wie Muscheln und Meeresschnecken durch Transgressionen zugrunde gehen sollten und auch, warum der Schöpfer, nachdem er alle diese Arten ausgelöscht hatte, wiederum nur Schnecken und Muscheln kreierte.

Aufschlußreicher, und für unsere kommenden Themen interessanter, ist eine fachliche Auseinandersetzung mit seinem Kollegen Geoffroy de Saint-Hillaire, der als Akademiestreit Geschichte machte. Im Zusammenhang mit Goethes Morphologie komme ich darauf zurück.

Geoffroy Saint-Hillaire, wie man ihn heute schreibt, ist (1774–1844) Zeitgenosse von Cuvier, wird weniger beachtet und gilt heute als

Georges Cuvier

„idealistischer Morphologe". Das ist, wie wir sehen werden, als Abwertung gemeint, wiewohl es den Begriff Morphologie damals noch nicht gibt. Sein wichtigstes Werk „Philosophie Anatomique" erscheint 1818, also neun Jahre nach LAMARCKS „Philosophie Zoologique". Schon hierdurch wird ein Zusammenhang zwischen beiden deutlich, und läßt auch verstehen, daß Naturwissenschaftler jedenfalls in Frankreich, unter Philosophie ein durchaus auf empirischer Erfahrung gründendes, jedoch geschlossenes und erklärendes Lehrgebäude verstanden.

Im Gegensatz zu CUVIER erkennt GEOFFROY SAINT-HILLAIRE, daß es Grundformen oder allgemeine Voraussetzungen in den Bauformen der Organismen gibt, also etwa das, was man heute „Baupläne" nennt und auf „Constraints" zurückführt. So folgen Muscheln und Schnecken oder auch Fische und Säuger, so verschieden sie aussehen, in ihrem Bau identischen Grundformen. Man sprach damals von Analogien, was wir später Homologien, Wesensähnlichkeiten, nennen werden. Allerdings kommt bei ihm auch der Begriff der Urform vor, der noch allerlei Schwierigkeiten mit sich bringen wird.

Eines seiner Prinzipien organismischer Organisation ist das „balancement des organs". Damit ist beispielsweise gemeint, daß Säuger mit besonders wehrhaftem Gebiß wehrhafte Hörner und Geweihe entbehren und umgekehrt. Das ist gewiß richtig gesehen. Von größerem Interesse ist aber der Inhalt des erwähnten Akademiestreits, auf den ich nun im Zusammenhang mit GOETHES Morphologie zurückkomme.

Von GEOFFROY SAINT-HILLAIRE kommen wir direkt zu GOETHE (1749–1832) und seinem ersten Entwurf einer „Morphologie". Ihn lernen wir als den Begründer und Namensgeber der Morphologie kennen und als den Entdecker der beim Vorgang des Vergleichens von Gestalten herrschenden Prinzipien. In unserem Begriff Gestalt ist auch die Vorstellung vom Gestalten beinhaltet, eine für das Deutsche sehr kennzeich-

Étienne Geoffroy Saint-Hillaire

nende, rekursive oder rückbezügliche Konzeption. Zugrunde liegt die Erwartung, daß nicht nur der optische Sinn, sondern auch deutende Interpretation beteiligt sind.

Wahrnehmungen werden probeweise Deutungen angefügt, weil es darauf ankommt, Urteile für Handlungsanweisungen zu gewinnen, um so etwa Beute- und Raubtier, Freund und Feind zu unterscheiden. Denn wir überleben nicht durch die Wahrnehmung von Bildern, sondern durch deren richtige Interpretation.

Ich darf uns noch nicht zu weit in die viel späteren Einsichten der Gestalttheorie entführen. Die wichtigsten Voraussetzungen/Aspekte will ich jedoch bereits anmerken: (1) Was sich gemeinsam bewegt, gehört zusammen (drei Lichtpunkte am Nachthimmel stellen keine drei Kometen dar, sondern ein Flugzeug). (2) Das Kleinere, das sich vor dem Größeren verschiebt, ist das sich bewegende (wenn wir nach rechts schauend einen Gegenstand verfolgen, stürzt nicht die Welt nach links um; sie ruht, der Gegenstand bewegt sich nach rechts). (3) Wenn wir in der Ferne einen Löwen sehen, ist es nicht gut, sich angesichts seiner Ameisengröße zu beruhigen, die Perspektive ist einzurechnen; und wenn wir (4) von ihm hinter einem Busch nur seinen Schwanz sehen, ist es geraten, den restlichen Löwen zu ergänzen. (5) Im Grunde interpretieren wir alles in gedachten „Feldern von Ähnlichkeiten".

Man kennt das von den Umspringbildern: Vase oder Profile, Braut oder Hexe. Auch wenn wir am Weg die Hirnschale eines Hasenschädels oder einen Tonscherben sehen, wird beides automatisch im Rahmen aller Schädel oder aller Tongefäße interpretiert, die wir schon gesehen und deutend eingeordnet haben.

Was aber geschieht beim Interpretieren, wenn wir angesichts eines Hasenschädels überzeugt werden, einen Säugerschädel erkannt zu haben? Das interessierte GOETHE: der Vorgang des Erkennens. Erst vor

Johann Wolfang von Goethe

wenigen Absätzen stellte ich dar, daß LAMARCK der erste war, der dem Produkt eines Erkannten den Vorgang einer Erklärung des Erkannten gegenüberstellte. Wir finden uns an der Schwelle einer erkenntnistheoretisch entscheidenden Einsicht: nämlich dem Vorgang beim Erkennen und seinem Vorrang vor dem des Erklärens.

Das ist für das kritische Verständnis der weiteren Geschichte wissenschaftlichen Denkens entscheidend. Denn nicht nur müssen die Vorgänge des Erkennens und Erklärens auseinander gehalten werden, weil sie ganz verschieden sind. Das Erkennen ist auch die Voraussetzung allen Erklärens. Denn (1) – trivial genug – nur etwas Erkanntes hat Sinn, erklärt zu werden. Zudem (2) haben wir auch schon erfahren, daß Erkanntes verschiedene Erklärungen zuläßt – beispielsweise die Organismenwelt als das Produkt der Schöpfung oder aber einer Entwicklung – und zwar ohne daß sich das Erkannte dabei ändert. Dagegen (3) fordert jede Änderung in der Deutung von etwas Erkanntem – mein Beispiel von Hirnschale oder Tonscherben – eine andere Erklärung.

Diese Einsicht greift dem Thema der eben behandelten Zeit vor, wird aber künftighin und bis in unsere Tage zur grundlegenden Problematik, weil man in wichtigen Wissenschaften nicht nur den Vorgang des Erkennens vergessen hat, sondern darüber hinaus in die Falle der Ansicht geriet, man könne Erkennen durch Erklären ersetzen.

Wie also gelangen wir zu einem Urteil über Ähnlichkeiten? GOETHES „Erster Entwurf" ist 1795 erschienen, und ich bringe daraus einige Beispiele; zunächst zur „Vergleichenden Anatomie":

> *„Man wendet wie in anderen Wissenschaften so auch hier, nicht genug geläuterte Vorstellungen an. Entweder man nahm die Sache zu trivial und haftete bloß an der Erscheinung, oder man suchte sich durch Endursachen zu helfen, wodurch man sich denn nur immer weiter von der Idee eines lebendigen Wesens entfernte."*

Das fordert später das erste sprachliche Mißverständnis heraus. In der Diktion GOETHES ist „Idee" keineswegs im Sinne jener platonischen Idee, einer „Teilhabe" von Welt und Seele an ein Weltprinzip gedacht, sondern an etwas empirisch Entwickeltes, das wir heute Vorstellung, Erwartung oder Theorie nennen würden und später auch im Sinne von eine „Idee haben" verstanden wird. Diese Idee kann weder aus ungedeuteter Wahrnehmung entstehen, noch durch Ursachenkonzepte ersetzt werden. Das ist der Punkt.

Ich werde das aus seinem ersten Gespräch mit SCHILLER, nämlich über sein Konzept einer Urpflanze, noch deutlicher belegen.

Was zu einer solchen Theorie führt, wird von ihm an der Gewinnung des „Typus", des allgemein Gültigen oder des zugrundeliegenden Prinzips, am Beispiel des Schädels der Säugetiere dargestellt. Es handelt sich genau um das, was wir heute als Wesensähnlichkeiten, „Homolo-

gien", oder als Freiheitsgrade versus Constraints in der Entwicklung kennen – eine zentrale Entdeckung für die Morphologie.

> *„Schon aus der allgemeinen Idee eines Typus folgt, daß kein einzelnes Tier als ein solcher Vergleichskanon aufgestellt werden könne, und kein Einzelnes kann Muster des Ganzen sein."*

Der Typus des Säugerschädels kann nur aus der Erfahrung, aus einem Vergleich aller uns bekannten Repräsentanten erfolgen. Ich betone die Erfahrung hier nochmals, weil die GOETHEsche Morphologie heute noch für „idealistische Morphologie" gehalten wird, eben für platonistische oder neuplatonistische, also idealistische Philosophie. Das plagt unsere Diskussion über das Erkennen bis in unsere Tage. Tatsächlich handelt es sich aber nicht um idealistische Morphologie. Vielmehr wird ausdrücklich gesagt:

> *„Die Erfahrung muß uns vorerst die Teile lehren, die allen Tieren gemeinsam sind, und worin diese Teile verschieden sind. Die Idee..."* – *also die Vorstellung, oder Theorie* – *„muß über dem Ganzen walten und auf eine genetische"* – *eine generierende, zusammenhängende* – *„Weise das allgemeine Bild abziehen.*
>
> *Indem wir jenen Typus aufstellen und zwar als eine allgemeine Norm, wonach wir die Knochen sämtlicher Säugethiere zu beschreiben und zu beurteilen denken, setzen wir in der Natur eine gewisse Consequenz voraus, wir trauen ihr zu daß sie in allen einzelnen Fällen nach einer gewissen Regel verfahren werde."*

Aus den Schädeln, die man kennt, ist das Typische, das Gleichbleibende zu bilden, bzw. wie wir sagen: zu abstrahieren. Technisch ist das ein komplexer Vorgang. Die Leistung aber ist so lebenswichtig, daß sie uns angeboren ist. Sie umfasst alles das, was ich bereits das Denken in Ähnlichkeitsfeldern nannte.

Hier müssen wir nochmals in die Wahrnehmungsgesetze eintauchen. Heute kann ich nämlich zeigen, daß uns die Gestaltwahrnehmung die Ähnlichkeitsfelder sogar hierarchisch ordnet. Fänden wir zu jenem Schädel, den wir als den eines Hasen deuteten, noch einen, welcher der eines Rehes sein könnte, so bildet sich der Begriff der „Schädel". Taucht später noch ein Langknochen auf, wird er nicht für einen vertrackten Schädel gehalten, vielmehr bildet sich aus allen dreien das nächste Ähnlichkeitsfeld, wir sagen: der Begriff „Knochen". Das mag trivial erscheinen. Gar nicht trivial dagegen ist der Umstand, daß dies lange nicht erforscht war, da man sich auf die angeborene Leistung ebenso verließ wie man ihr im Zweifelsfall, weil unbekannt, mißtraute. Daher blieb die morphologische Methode zunächst lange intuitionistisch.

Auch mein Lehrer MARINELLI, befragt, wie er zu einer für mich überraschenden Deutung käme, mußte noch antworten: *„Ein erfahrener*

Morphologe sieht das". Mich hat das seit meiner Studentenzeit nicht losgelassen, und ich komme darauf zurück. Tatsächlich werde ich die Lösung erst in der zweiten Hälfte des 20. Jahrhunderts entwickeln. Allerdings wird die Morphologie auch intuitionistisch die erfolgreiche Grundlage der Vergleichenden Anatomie, der Erforschung der Stammbäume und aller Abstammung bilden.

– Nun aber zurück zu GOETHE:

> *„Ist ein solcher Typus auch nur zum Versuche aufgestellt, so können wir die bisher gebräuchlichen Vergleichungsarten zur Prüfung dessen sehr wohl benützen."*

Das ist nun sehr genau zu lesen, denn zweierlei wird impliziert. Die eben gebrauchte Vergleichsart, die versuchsweise zur Vorstellung vom Typus des Säugerschädels führt, ist ein Abstraktum. Die eineinhalb Jahrhunderte Diskussion um den Typusbegriff, die sich anschlossen, ließen einsehen, daß sich diese Vorstellung im Grunde nicht abbilden läßt, denn sie besteht nicht aus Umrissen, sondern aus einer Vielzahl baulicher Freiheitsgrade und deren Grenzen.

Und was die Prüfung betrifft, kann sie natürlich nur an der empirischen Erfahrung, also an den konkreten Schädeln erfolgen, von welchen aus der Typus gebildet wurde. Man muß zur Prüfung vom Typus zurück zu den Fällen. Das wird besonders wichtig und liest sich folgendermaßen:

> *„Daß der Charakter, der im Allgemeinen allen Tierknochen durch alle Geschlechter durch zukommt, erstlich als Resultat der Untersuchung wird aufgestellt werden können, so wird es bei den Beschreibungen, die zur Übung vorgenommen werden, eher nützlich als schädlich sein so zu beschreiben wie man vor sich sieht. Hält man alsdann die Beschreibungen zusammen, so findet sich in dem was man wiederholt hat das Gemeinsame und, bei vielen Arbeiten, der allgemeine Charakter."*

Es handelt sich um einen „rekursiven" Lernvorgang, etwas, das man „wechselseitige Erhellung" und in den Geisteswissenschaften Hermeneutik nennt. So, wie sich die Bedeutung eines Zeichens ungewohnter Handschrift aus dem vermuteten Wort, die Bedeutung eines Wortes („Strauß", Blumengebinde oder Vogel?) aus dem Satz und die des Satzes (ob ironisch gemeint?) aus dem Kontext ergibt, wiewohl sich Worte aus ihren Zeichen, Sätze aus ihren Worten und der Kontext aus seinen Sätzen zusammensetzen.

> *„Hat man aber die Idee von diesem Typus gefaßt, so wird man erst recht einsehen, wie unmöglich es sei, eine einzelne Gattung als*

Chanon aufzustellen. Das Einzelne kann kein Muster vom Ganzen sein, und so dürfen wir das Muster für alles im Einzelnen suchen."

Auch die Hierarchie dieses Zusammenhanges deutet sich an. Denn freilich hat der Typus des Schädels der Nagetiere nur in dem der Säuger und dieser in dem der Wirbeltiere seinen Sinn, der sich wiederum selbst aus dem Typus der Hasen und anderer verwandter Nager zusammensetzt. Denn:

„Die Klassen, Gattungen, Arten und Individuen verhalten sich wie die Fälle zum Gesetz; sie sind darin enthalten, aber sie enthalten und geben es nicht."

Ich fand, daß Philologen der späten Goethezeit, wie dem Altphilologen AUGUST BOECKH, dieser hermeneutische Zusammenhang der Deutung im Falle von Schriften so klar war, daß sie ihn unterrichteten, aber gar nicht erst publizierten. Erst über eine Generation später haben ihn seine Schüler veröffentlicht, wohl weil sie dann schon Gefahr liefen, zerredet oder vergessen zu werden.

Nun aber noch zurück zur Urpflanze, deren Konzept man für besonders idealistisch hielt. Ein Gespräch mit dem idealistischen SCHILLER, das GOETHE aufzeichnete und das wenige gelesen zu haben scheinen, macht seinen Empirismus am deutlichsten:

„Wir gelangten zu seinem Haus, das Gespräch lockte mich hinein; da trug ich die Metamorphose der Pflanze lebhaft vor, und ließ, mit manchen charakteristischen Federstrichen, eine symbolische Pflanze vor seinen Augen entstehen. Er vernahm und schaute das alles mit großer Teilnahme, mit entschiedener Fassungskraft; als ich aber geendet, schüttelte er den Kopf und sagte: das ist keine Erfahrung, das ist eine Idee. Ich stutzte, verdrießlich einigermaßen: denn der Punkt der uns trennte, war dadurch aufs strengste bezeichnet.

Die Behauptung aus ‚Anmut und Würde' fiel mir wieder ein, der alte Groll wollte sich regen, ich nahm mich aber zusammen und versetzte: das kann mir sehr lieb sein, daß ich Ideen habe ohne es zu wissen und sie sogar mit Augen sehe.... Als aus meinem hartnäckigen Realismus mancher Anlaß zu lebhaftem Widerspruch entstand"... machten mich Sätze „wie folgender ganz unglücklich: ‚Wie kann jemals Erfahrung gegeben werden, die einer Idee angemessen sein sollte? denn darin besteht eben das Eigentümliche der letzteren, daß ihr niemals eine Erfahrung kongruieren könnte'".

GOETHE, der sich wenig für solcherart Philosophie interessierte und SCHILLER für einen „gebildeten Kantianer" hielt, hatte keineswegs PLATONS Ideenlehre im Auge. SCHILLERS Haltung war dem Deutschen Idealis-

mus verwandt, GOETHES sicher nicht. Die auf GOETHE folgende deutsche idealistische Philosophie hat später ihren Gewährsmann gesucht und sich dabei zum Unglück der folgenden (auch der meinen) Wissenschaftsentwicklung ihren GOETHE so zurechtgebastelt, wie sie ihn haben wollte.

Im Grunde war SCHILLER der Ansicht, daß die wüste Natur an der hohen Seele des Menschen geläutert werden müsse. GOETHE dagegen meinte, daß das ungeordnete Denken des Menschen nur an der Natur lernen könne. Diese Spaltung des Weltbilds wird uns bis in unsere Tage begleiten.

GOETHES Einsichten fanden keine Resonanz, eher abschätzige Kommentare; auch von damals kompetenter Seite. Es ist darum verständlich, daß er den Pariser Akademiestreit aus 1832, also eine Generation später, nicht nur aufmerksam verfolgte, sondern selbst übersetzte und für dessen Veröffentlichung sorgte. Er fand sich durch GEOFFROY bestätigt. Aus seinem Kommentar:

> *„Bei einer Sitzung der französischen Akademie am 22. Februar dieses Jahres begab sich ein wichtiger Vorfall, der nicht ohne höchst bedeutende Folgen bleiben kann. Hier ereignete sich über einen wissenschaftlichen Punkt ein Streit, der persönlich zu werden droht, aber genau besehen, weit mehr bedeuten kann. Es offenbart sich hier der immerfortwährende Konflikt zwischen zwei Denkweisen, in die sich die wissenschaftliche Welt trennt. Zwei vorzügliche Männer, der perpetuierte Sekretär der Akademie, Baron* CUVIER, *und ein würdiges Mitglied,* GEOFFROY DE SAINT-HILLAIRE, *treten gegeneinander auf.* CUVIER *arbeitet unermüdlich als Unterscheidender, das Vorliegende genau Beschreibender, und gewinnt eine Herrschaft über eine unermeßliche Breite.* GEOFFROY DE SAINT-HILLAIRE *hingegen ist im Stillen um die Analogien"* – Homologien würden wir heute sagen – *„der Geschöpfe und ihrer geheimnisvollen Verwandtschaft bemüht; jener geht aus dem Einzelnen ins Ganze, welches er zwar voraussetzt, aber nie erkennbar betrachten kann. Dieser hegt das Ganze im innern Sinne und lebt in der Überzeugung fort: das Einzelne könne daraus nach und nach entwickelt werden."*

Das liest sich zunächst wie eine Unterscheidung zwischen analytischen und synthetischen Prozessen im Kenntnisgewinn. Es geht aber darum, das Ganze im Auge zu haben. Wir setzen eben *„in der Natur eine gewisse Consequenz voraus, wir trauen ihr zu, daß sie in allen einzelnen Fällen nach einer gewissen Regel verfahren werde."*

Das sind entscheidende Dinge, die hier verstanden worden sind, das erste tiefe Eindringen in den Erkenntnisweg. Auffallend ist, daß GOETHE bei so guter Kenntnis und regem Interesse an CUVIER und GEOFFROY SAINT-HILLAIRE deren Fach- und Zeitgenossen LAMARCK nie erwähnt. Mag sein, daß LAMARCK so unterdrückt war, daß man ihn übersah.

Mag aber auch sein, daß GOETHE der Entwurf einer Erklärung der hier erkannten Zusammenhänge nicht interessierte.

Es gibt nur wenige Stellen in GOETHES morphologischen Schriften, in denen er so etwas wie eine Erklärung andeutet. Er nennt das, was er „der Natur zutraut", ein „esoterisches" Prinzip. Bekanntlich bedeutet das heute vorwiegend „geheimnisvoll". Aber auch hier muß eine Verschiebung der Wortbedeutung schon mit dem deutschen Idealismus vorliegen, die nicht mehr richtiggestellt wurde. Man erinnert sich des Gegenbegriffs „exoterisch". Nach dem Wortsinn im Griechischen bilden beide das Begriffspaar „innenstehend" und „außenstehend", das von Vorsokratikern dann auch im Sinne von schulintern und extern gebraucht wurde. Derlei könnte bei GOETHE nur mit oder ohne Kennerschaft bedeuten, vielleicht sogar Binnen- und Außenbedingung, so, wie wir uns heute tatsächlich jene Wesensähnlichkeiten oder Homologien gegenüber ihren Abwandlungen deuten.

Zuletzt ist noch ein Begriffswandel anzumerken, der aber so gerechtfertigt und klar ist, daß er nie ernstlich gestört hat. Was ich nach heutiger Terminologie bislang schon Homologie nennen mußte, hieß über GOETHE und GEOFFROY SAINT-HILLAIRE hinaus Analogie. Erst der englische Anatom und Paläontologe RICHARD OWEN stellt 1847 in seinem „Report on the archetype and homologies of vertebrate skeleton" sehr geglückt Homologien als Ähnlichkeiten aus Binnenbedingungen den Analogien als Ähnlichkeiten durch Außenbedingungen gegenüber.

Was das Weltbild der Zeit betrifft, so wird das Universum unpersönlicher, läßt aber eine Harmonie erwarten, die dem Menschen erkennbar, vielleicht sogar steuerbar werden wird. Das aber betrifft schon das Menschenbild.

Was sich in diesem Abschnitt geistesgeschichtlich entwickelt, hat sich schon in der Renaissance angekündigt und zwei kulturelle Strömungen eingeleitet. Beide streben auf einen Humanismus der Moderne zu. In der Aufklärung Frankreichs entfaltet sich die eine zu einem wissenschaftlich skeptischen Säkularismus, die andere nimmt subjektivistisch das eigene Erleben ins Zentrum des Menschseins. VOLTAIRE kann für erstere, ROUSSEAU für letztere stehen, welche sich schließlich in Deutschland, über GOETHE, SCHILLER und HERDER, vom Sturm und Drang über die Klassik zur Romantik, etwa der Brüder SCHLEGEL, fortsetzt.

Was sich im Akademiestreit noch wenig spektakulär ausnimmt und auch CUVIER und GEOFFROY SAINT-HILLAIRE noch nicht ganz durchschauten, entfaltet sich mit GOETHE zu jenem Prozeß wechselseitiger Erhellung einer wissenschaftlichen Hermeneutik. Was die Zeit darauf vorbereitet hat, ist noch nicht erforscht, daß aber dabei das Interesse am eigenen Erleben und dessen Verbindung mit einer möglichen Ordnung in der Natur eine Rolle spielte, ist nicht zu verkennen.

Das Menschenbild wird in einer neuen Weise transparent. Nach GOETHE deutet sich sogar an, daß der Mensch an dieser Natur gemacht sein könnte, so etwa das Auge am Licht: *„wär' nicht das Auge sonnenhaft, die Sonne könnt es nicht erblicken"*. Es fragt sich nun nicht nur, wie der Mensch physisch, sondern auch wie er psychisch gemacht ist; welche Möglichkeiten er überhaupt hat, die Welt zu begreifen und sich an ihr zu bilden.

Über den Gegensatz zu SCHILLER habe ich berichtet, auch über die Überheblichkeit des deutschen Idealismus, die Natur reglementieren zu wollen. Was sich aber zwischen diesem und der Romantik verlor, wird noch zu zeigen sein, so wie auch noch von dem Unheil, der Morphologie deutsche idealistische Philosophie zu unterstellen, die Rede sein wird.

2.4 Über Zeit und Wandel; Malthus, Lyell, Spencer

Diese drei Engländer, ein Nationalökonom, ein Geologe, ein Philosoph, haben eines gemeinsam: Sie hatten, wenn auch wieder in verschiedener Weise, große Wirkung auf ALFRED RUSSEL WALLACE und CHARLES DARWIN, auf viele, die diesen folgten und damit auf ein sich wieder wandelndes Welt- und Menschenbild. Obwohl sie wie Generationen aufeinander folgen, datieren fast alle ihre entscheidenden Beiträge in die erste Hälfte des 19. Jahrhunderts. Das viktorianische England mit der Blüte des britischen Bürgertums, der Industrialisierung und dem Evolutionismus bereitet sich auch damit vor.

THOMAS ROBERT MALTHUS (1766–1834) würden wir heute einen Soziologen nennen. Die Bezeichnung Nationalökonom ist wahrscheinlich

Thomas R. Malthus

treffender, weil es Soziologie, wie wir sie heute verstehen, in seiner Zeit noch nicht gegeben hat. Erst Pfarrer, dann Professor für Geschichte und Politische Ökonomie am Kollegium der Ostindischen Kompanie, publizierte er 1798 „An essay on the principle of population", der Aufsehen erregte und später noch ausführlicher dargestellt werden muß.

Er wollte, damals noch lange vor dem Boom der Industrialisierung und der Entstehung des Proletariates in England, das Elend seiner Zeit aus dem Umstand erklären, daß die menschliche Population geometrisch wachse, die Ressourcen dagegen höchstens linear. Im Zusammenhang mit den Armengesetzen bedeutete das politischen Sprengstoff. Jeder kannte diese Arbeit. Auch DARWIN wußte auf seiner Beagle-Reise schon davon. Und WALLACE gibt sogar den Umstand an, bei welchem ihm MALTHUS einfiel und ihm seine Entdeckung des Selektionsprinzips einbrachte: Es muß naturgesetzliche Wandlungen der Populationen geben.

Sir CHARLES LYELL (1797–1857) war in England führender Geologe seiner Zeit. Unter seinen Werken sind die drei Bände „Principles of geology", die er 1830 bis 1833 als Professor am King's College publizierte, besonders wichtig. Für unsere Geschichte wird sein Aktualitäts-Prinzip bedeutsam, das sich mit ihm durchsetzte. Darin postuliert er, daß sich geologische Veränderungen, tektonische Verschiebungen, aber auch Erosionen schon immer in einem Zeitmaß vollzogen haben, wie es auch heute noch beobachtbar ist. Man könne sich davon eine Vorstellung machen, wenn man feststellt, wie langsam ein Fluß ein Tal erweitert.

Nachdem die Frage des Zeitrahmens, die LAMARCK plagte, ein Haupthindernis bei der Anerkennung des Evolutionskonzeptes darstellte, wurde die im LYELLschen Aktualismus beträchtliche, wenn auch noch immer zu kurze Verlängerung der Zeitachse für den Evolutionismus entscheidend. Nun war von kompetenter Seite Platz geschaffen für allmähliche Entwicklung.

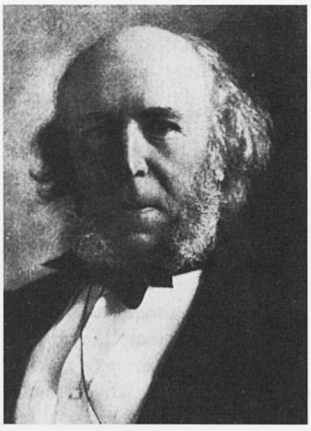
Charles Lyell

DARWIN erzählt in seiner Autobiographie, daß ihn an der Hochschule kein Gegenstand so langweilte wie Geologie und daß er sich vorgenommen hatte, in seinem Leben nie mehr ein Buch aus diesem Fach in die Hand zu nehmen. Der Kapitän der Beagle hatte die erwähnten drei Bände LYELLS an Bord, und DARWIN war schließlich glücklich, daraus Nutzen ziehen zu können.

HERBERT SPENCER (1820–1903), erst Ingenieur, dann Journalist und bald freischaffend, begann ab 1862 sein schließlich zehn Bände umfassendes „System auf Synthetik" zu verfassen. Dabei verstand er unter Philosophie ein zusammenhängendes System aller Einsichten der empirischen Wissenschaften. Er hatte, wiewohl jünger als DARWIN, unabhängig von ihm und schon vor dessen „Ursprung der Arten" ein Entwicklungs- und Fortschrittskonzept dargestellt. Danach geschehen Entwicklung und Fortschritt bei Tieren durch Anpassung an ihre natürliche Umwelt, durch Vererbung von Funktionsänderung und Ausmerzung der Nichtgeeigneten, beim Menschen durch Anpassung an seine soziale Umwelt, wobei, MALTHUS fortsetzend, der angepaßtere überlebt.

„Survival of the fitter", das die Darwinisten als Lösung und als Losungswort im Munde führen werden, stammt also nicht aus der Biologie DARWINS, sondern aus einer Art Soziologie SPENCERS. „Fit" besitzt ein breites Spektrum an Bedeutungen, in der Hauptsache passend, geeignet, aber auch fähig und tauglich. Die Deutschen haben daraus „Überleben des Tüchtigeren" gemacht. Warum dann DARWIN mit seiner Einsicht die viel größere Wirkung hervorrief, wird uns noch beschäftigen.

Im Weltbild, das sich nach KOPERNIKUS so bedeutend vergrößerte, gewinnt nun auch die Erde durch LYELL enorme, zeitliche Dimensionen. Und so, wie uns auch die Sonne längst nicht mehr im Zentrum des Kosmos steht, werden sich auch die Erdzeitalter noch wesentlich verlängern. Der Durchbruch aber ist auch hier gelungen.



Herbert Spencer

Dem Menschenbild dagegen werden über sein soziales Milieu Naturgesetze zugedacht, selbst übergeordnet. Was sich bei LUKREZ angedeutet hatte, Ungeeignetheit, Ausmerzung und Beute für andere, soll ein Entwicklungsgesetz zur Höherentwicklung sein, dem auch der Mensch unterworfen sei. Wäre der Mensch eine Maschine und Venus physikalisch zu verstehen, wie die französischen Physikalisten meinten, dann könne das angehen. Hier aber wird an das Werden höherer Ordnung, höherer Werte gedacht. Sollten auch diese mechanistisch entstehen? Bei LAMARCK klang das noch anders.

Trotz allem Wandel finden sich aber noch verborgene Kontinuitäten. Von der Genesis der Menschen, wie sie sich die Griechen dachten, über die jüdisch-christliche Tradition hat auch in dieser Moderne der Mensch seine Position und seine individuelle Verantwortlichkeit zwischen Unvernunft und den Göttern behalten: egal, ob man sich Gott als Heiligen Geist, als durchgeistigt oder als höchste Zivilisation, die Unvernunft dagegen schrittweise als unbelebt, pflanzlich, tierisch, teuflisch oder einfach bewußtlos vorstellt; gleich, ob man an NIETZSCHES „Übermenschen" denkt, oder an all die Utopien, seien sie von CONDORCET oder COMTE, liberalistisch oder marxistisch.

Teil 3
Darwin, das viktorianische England

Lösen sich nun die Probleme? Bei manchen Wissenschafts-Historikern liest sich das so. Auch das, was man als Vulgärdarwinismus kennt, liegt auf dieser Linie. Dies ist darauf zurückzuführen, daß, wenn auch zu Unrecht, aus DARWINS Lehre ein Darwinismus und Neodarwinismus wurde. Zudem versteht sich die inzwischen vorherrschende Lehrbuch-Meinung, nun sogar zu Recht, als eine Fortsetzung des Neodarwinismus. An den Kapiteln, die ich noch folgen lasse, erkennt man aber, daß die Lösungen immer noch auf sich warten lassen. Es gibt gute Gründe, hier etwas ausführlicher zu sein.

„DARWIN the Mount", poetisch „der Koloß", muß natürlich im Zentrum auch meiner Geschichte stehen. Es ist aber der Wirkung seines Werkes wegen nützlich, neben dem Entdecker auch den Buben, Studenten, seekranken Weltumsegler, fortschrittlichen Liberalen, kränkelnden Reichen und auch seine Zeit, seine Förderer, seine bigotte Frau, manche Lebenswunderlichkeit, die Rezeption wie die Verdrehung seines Werkes wenigstens kurz zu betrachten. Große Biographien sind ja zur Hand.

Kurzum, es soll hier um CHARLES DARWIN alleine gehen. Daher kann ich vorerst eine für unsere Geschichte bedeutende und für sein Leben wichtige Gestalt nur am Rande erwähnen, werde ihr aber einen Großteil des nächsten Kapitels einräumen: ALFRED RUSSEL WALLACE, zumal nicht aus DARWIN, sondern erst aus RUSSELS Werk der Darwinismus entstanden ist.

Mein Zugang zu DARWIN war die Lektüre der „Beagle-Reise" in meiner Gymnasiastenzeit. Ich habe sie nicht direkt, aber bald nach JULE VERNES Reisebüchern gelesen. Erst viel später las ich die Biographien, schrittweise immer größere.

3.1 Über Charles und seine Welt

Man denke sich eine geachtete, soigniert und gebildete Landärzte-Familie. Erinnert man sich an Großvater ERASMUS, kann man sie fast schon als eine Dynastie bezeichnen, die nun mit CHARLES hineinwächst in das boomende, viktorianische England. Aus seiner unvollendeten Autobiographie einige seiner Reflexionen:

> *„Mein Vater, welcher der weiseste Mann gewesen ist, den ich je gekannt habe, ungefähr 6 Fuß, 2 Zoll hoch mit breiten Schultern und sehr korpulent, so daß er der größte Mann war, den ich je gesehen habe."*

CHARLES lebte sehr unter dem Eindruck seines Vaters, teils litt er auch darunter, und es wird sich bald zeigen, daß sich dessen Weisheit nicht auf alle Gebiete erstreckte. CHARLES litt beispielsweise darunter, daß ihn sein Vater, den er liebte und verehrte *„für einen sehr gewöhnlichen Jungen, eher etwas unter dem Durchschnitt"* hielt. So der Tadel:

> *„Du hast kein anderes Interesse als Schießen, Hunde und Rattenfangen. Du wirst Dir selbst und der ganzen Familie zur Schande."*

Diese Ansicht des Vaters stammt aus der Zeit, die CHARLES in der Dorfschule absolvierte. Spezielle Begabungen werden selten früh erkannt, und CHARLES gibt zu, daß ihm die Phantasie oft durchging:

> *„Ich will auch bekennen, daß ich als kleiner Junge sehr geneigt war, unwahre Geschichten zu erfinden, und zwar geschah dies immer zu dem Zweck, Aufregung hervorzurufen. So raffte ich zum Beispiel einmal viel wertvolles Obst von meines Vaters Bäumen zusammen, verbarg es im Gebüsch und rannte dann in atemloser Eile, um die Neuigkeit mitzuteilen, daß ich einen Haufen gestohlenen Obstes gefunden hätte."*

Phantasie, Geltungsbedürfnis, der Wunsch beachtet zu werden, hängen oft zusammen. Sie formen eine Sensibilität, die ihn sein ganzes Leben begleiten wird. Hierher gehören seine notorische Seekrankheit, der Umstand, daß er sich allen akademischen Auseinandersetzungen entziehen wird und seine Freunde ins Feuer laufen läßt. Außerdem litt er nach der Beagle-Reise ein Leben lang an Schwindel und Bedrücktheiten, die er immer wieder in Wasserkuranstalten zu heilen suchte.

Damit greife ich vor, aber es geht mir darum, einer Reihe seiner Biographen gleich zu widersprechen, die ihn als Hypochonder darstel-

len. Ich bin dagegen der Ansicht, daß ihm sein Leben eine Persönlichkeitsstruktur abverlangte, die es eigentlich nicht geben kann: einerseits über jene Sensibilität zu verfügen, um in einer Fülle von Einsichten und Ansichten einfühlsam Sinn und Unsinn zu trennen, andererseits jenen Ledernacken zu besitzen, um die Schläge und Vorwürfe hinzunehmen, welche die Veröffentlichung seines säkularisierten Weltbilds in seiner höchst christlich kultivierten Gesellschaft auf ihn ziehen.

Im Alter zwischen 16 und 18 Jahren versuchte Darwin zunächst verschiedene Studien. Wir wissen von ihm, daß ihn Chemie ungemein langweilte. Also probierte er es mit der Medizin. Wenn man bedenkt, daß bei einer Kinderoperation, der er beizuwohnen hatte, noch keine ausreichende Anästhesie möglich war, kann man verstehen, daß er das lassen mußte. Als nächstes versuchte er sich dann an der Geologie, fühlte sich aber davon so enttäuscht, daß er zu dem Entschluß kam:

> *„niemals, so lange ich lebe, ein Buch über Geologie zu lesen, oder in irgendeiner Weise diese Wissenschaft zu betreiben."*

Darin irrte sich nun CHARLES gewaltig, denn es stellte sich bald heraus, daß auf der Beagle LYELLS drei Bände „Principles of Geology" im Regal der Kapitänskajüte standen, welche die allergrößte Wirkung auf die Entwicklung seiner Weltsicht nehmen werden.

Ansonsten muß sein Landleben eine Rolle gespielt haben, durch welches er jedenfalls ein standesgemäß passabler Reiter und Jäger geworden sein dürfte. Er sagte selber über sich:

> *„Infolge meiner Leidenschaft für das Schießen und Jagen, und wenn dies nicht anging, für das Reiten durch das Land, geriet ich in eine Kurzweil treibende Gesellschaft, unter der sich einige liederliche, niedrig denkende junge Leute befanden. Wir pflegten oft am Abend zusammen zu speisen, obschon an diesen Mahlzeiten häufig Männer eines höheren Standes teilnahmen, und tranken zuweilen zu viel, sangen heitere Lieder und spielten später Karten."*

CHARLES war also mehrfacher Schulabbrecher, und das einzige Fach, in dem er es zu einem Diplom brachte, war die Theologie. Man sollte nicht übersehen, daß er als Magister der Theologie auf die Beagle ging.

Auch das kam nicht von ungefähr und spiegelt ein weiteres Merkmal seines Charakters. Er wollte sich der Welt entziehen und stellte sich vor, als Landpfarrer in Ruhe seiner Freude am Sammeln nachgehen zu können. Dazu das kuriose Zitat:

> *„Ja, es scheint daher, als wenn die Neigung zum Käfersammeln einen Hinweis auf späteren Erfolg im Leben böte."*

Es zählt wie so oft zu den ebenso müßigen wie amüsanten Fragen, wie sich die Evolutionstheorie wohl entwickelt hätte, wäre ihm das so gewünschte Leben als Landpfarrer beschieden gewesen. Vielleicht wäre die Geschichte aber gar nicht so anders verlaufen, denn es gab schon ALFRED RUSSEL WALLACE, der, wie wir sehen werden, das Selektionsprinzip sicher unabhängig und vielleicht sogar vor DARWIN entdecken wird.

Während der Zeit von CHARLES verbummeltem Medizinstudium in Edinburgh wurde der gelernte Arzt ROBERT EDMONT GRANT sein wichtigster Mentor. Er hatte die Medizin aufgegeben, befaßte sich mit marinen Wirbellosen und war hingebungsvoller Bewunderer der wissenschaftlichen Revolutionäre GEOFFROY und vor allem LAMARCK, der damals noch, 80-jährig und blind, in Paris lebte. Ein Freidenker von universeller Bildung und Charisma und Verfechter des zu dieser Zeit noch völlig verdammten Entwicklungsgedankens. Von den Darwin-Biographen wird er verschieden beurteilt. Ich muß aber annehmen, daß er gerade in dieser Hinsicht auf seinen Schüler großen Einfluß nahm.

Den gereiften DARWIN werden wir noch als sehr gebildete Persönlichkeit zu schätzen haben, was auf seine Familie, auf seine so verschiedenen Studien, aber eben auch auf GRANT zurückgehen muß. Während dieser Studien-Zeit las CHARLES auch HUMBOLDTS Reisen und Tropenreisen werden für ihn zu einer Art Schülerideal.

In die noch frischen Landpfarrer-Pläne platzte die Einladung zu einer wissenschaftlichen Weltreise. Hochwürden JOHN STEVENS HENSLOW, sein Botanikprofessor, mit dem er schon länger befreundet war, sollte auf die Beagle, wollte jedoch nicht und wurde daraufhin gebeten, einen Biologen für die Reise vorzuschlagen. Seine Empfehlung fiel auf CHARLES. Der war zwar noch kein voll ausgebildeter Wissenschaftler, aber aus dem intelligenten jungen Mann, der zu Sammeln, Jagen und Präparieren verstand, konnte auf der Reise schließlich noch einer werden.

Vater ROBERT war zunächst höchst skeptisch, lenkte endlich aber doch ein. CHARLES erinnert sich:

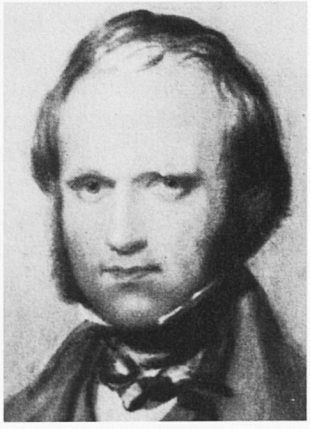
> *„Wenn du irgendeinen Mann von gesundem Menschenverstand finden kannst, der dir den Rat gibt, zu gehen, so will ich meine Zustimmung geben."* Aber auch CHARLES war unsicher. *„Selbst wenn ich gehen sollte, so würde mir der Umstand, daß es mein Vater nicht gerne sieht, alle meine Energie rauben, und davon dürfte ich einen guten Vorrat gebrauchen."*

Aber Onkel WEDGWOOD setzte sich für CHARLES ein und so wurde die Reise beschlossen. – Das war die Zeit, in der Hochwürden ROBERT TAYLOR „der Kaplan des Teufels" in der „Rotunda", dem Treffpunkt der Straßenradikalen, öffentliche Diskussionen über den Wahrheitsgehalt der christlichen Lehre führte. Bevor CHARLES auf die Beagle ging, wurde TAYLOR eingesperrt.

Das Welt- und Menschenbild des CHARLES DARWIN war das eines allgemeingebildeten, phantasievollen, etwas eigenbrötlerischen „gentle man" des viktorianischen Englands. Seine große Sorge bestand darin, womöglich dem Niveau seiner Familie nicht genügen zu können, verbunden mit dem Bedürfnis, sich dem Durcheinander und den Ansprüchen seiner Zeit entziehen zu können.

Die Familien, aus denen er stammte und in die er einheiratete, müssen den Tories nahegestanden haben, eine schon vor dreihundert Jahren aus dem ländlichen Kleinadel entstandene Bewegung. Er selbst hing eher den Whigs an, den ehemaligen „Viehdieben", bei deren Bezeichnung sie geblieben waren. In DARWINS Zeit kann man vereinfacht von Konservativen und Liberalen sprechen. Seine Abneigung gegen Sklavenhaltung belegt seine liberale Haltung, seine Abneigung gegenüber den „Primitiven" spricht dem allerdings entgegen.

Das sagt alles noch wenig aus. Interessanter ist es, was er sich nun mit seiner Forschung einbrockte. Ich werde darum auch die Rückblicke auf Welt- und Menschenbild vorerst unterbrechen und erst nach der Rezeption seines Werkes darauf zurückkommen. Denn wir werden noch einige Male die Erfahrung machen, daß wissenschaftliche Einsichten erst dann ihre Wirkung tun, wenn sie, dem Zeitgeist konfrontiert, mit diesem in Konflikt geraten, oder, was öfter geschieht, diesen scheinbar wissenschaftlich legitimieren.



Charles Darwin

3.2 Die Weltreise: Entdeckungen und Entwicklungen

Ich habe bis hierher CHARLES DARWINS Entwicklung so weit umrissen, sofern sie für seine spätere Haltung aufschlußreich sein kann. DARWIN ist nun 22 und wird 27 sein, wenn er nach London zurückkehrt. Die Beagle-Reise ist mit ihren Abenteuergeschichten so populär geworden, daß ich nicht zu ausführlich darauf eingehen muß. Merkwürdigerweise ist ihr aus DARWINS Aufzeichnungen und den Deutungen seiner Biographen weniger für seine Entwicklung zu entnehmen, als man erwarten möchte. Das Greifbarste spielte sich offenbar erst nach seiner Rückkehr ab.

CHARLES DARWIN war Gentleman, eine Standesbezeichnung für wirtschaftlich unabhängige Herrn. Er zahlte seine Reise selbst und hatte daher auf der kleinen Beagle mit Kapitän FITZROY dessen Kabine zu teilen. FITZROY war Konservativer und rigider Puritaner, der Sklavenhaltung zugeneigt. CHARLES hingegen war das Gegenteil. Neben Vermessungen hatte die Beagle den Auftrag, einen Feuerländer, der in England „erzogen" worden war, zurückzubringen, was schließlich katastrophal ausging.

Themen für viele Kontroversen, die DARWIN in Erinnerung an Großvater ERASMUS, LAMARCK und GRANT bis TYLOR weiter bestärkt haben müssen, freier zu denken.

Aber nun zu DARWINS aufschlußreichsten Aufzeichnungen. Schon beim Besuch der Kapverden taten die Bände LYELLS Wirkung:

> *„Ich bin stolz darauf, mich dessen zu erinnern, daß der erste Ort, wo ich geologische Beobachtungen anstellte, nämlich in Santiago, im Kapverdischen Archipel, mich davon überzeugte, daß* LYELLS *Ansichten denjenigen, welche in allen anderen geologischen Werken verteidigt werden, weit überlegen waren."*

Eine glückliche Einsicht: Wenn sich die Erde nämlich so langsam entwickelte, wie man nach LYELL schließen mußte, so mochte genügend Zeit sein für den Wandel der Arten. Fossilfunde bei Ritten durch Südamerika dokumentierten das Verschwinden ganzer Gattungen.

Bei Ritten durch Patagonien wurden beträchtliche Fossilfunde gemacht, auch die ausgestorbener Säugetiere. Die von CUVIER noch vertretene Schöpfung aus dem Nichts wurde fraglich. Der Gedanke vom Wandel der Arten muß ihm hier offensichtlich geworden sein.

Die Feuerländer scheinen ihm nicht gefallen zu haben:

> *„Elend, nackt – im Wachstum zurückgeblieben – die rote Haut schmutzig und fettig – das Haar strubbelig – die Gestikulation wild und würdelos."*

Dies sind die Attribute, die er für sie hat. „Kein Vergleich mit den Tischmanieren im Christ's College" bemerkt einer seiner Biographen.

Zwei Jahre nach der Rückkehr im Londoner Tiergarten notierte er beim Studium von „Jenny", dem ersten Orang-Utan, der zur Schau gestellt wurde:

> *„Der Mensch soll sich den Orang anschauen...seine Intelligenz erkennen...und er soll sich den Wilden ansehen, der seine Eltern brät, nackt, ungebildet, keine Fortschritte machend...und dann soll er es wagen, sich seiner stolzen Überlegenheit zu rühmen".*

Insgesamt wieder eine wichtige Erfahrung.

Von den Galapagos ist die Finkengeschichte dokumentiert. DARWIN notierte:

> *„Andere Landvögel bilden eine äußerst eigentümliche Gruppe von Finken, die in der Struktur ihrer Schnäbel, den kurzen Schwingen, der Form des Körpers und dem Gefieder miteinander verwandt sind. Es sind dreizehn Species, welche Mr.* GOULD *in vier Untergruppen geteilt hat. Alle diese Species sind diesem Archipel eigentümlich."*

Was heute als „Darwin-Finken" in den Lehrbüchern zu finden ist, sind also für die Galapagos endemische Arten, die sich nach Futterangebot spezialisiert haben. Das wußte schon JOHN GOULD, der Vogelmaler am Museum des Tiergartens in London war. DARWIN hatte die erjagten Vögel nicht nach Inseln auseinandergehalten, und dadurch entging ihm der Zusammenhang. Aber er muß einen solchen geahnt haben. Denn gleich nach der Rückkehr in London suchte er GOULD auf und erfuhr, daß es Rassen dreier Arten sein mußten.

In seinen Reiseerinnerungen steht davon nichts. Aber im letzten Teil der Reise müssen ihm Vorstellungen vom Wandel der Arten gekommen sein. Man muß sich jedoch daran erinnern, daß sich das christliche Großbritannien durch solche Vorstellungen vom Wandel der Schöpfungen Gottes immer noch bedroht fühlte. Man sprach von den „ungläubigen (unchristlichen) Naturforschern" und ihren ketzerischen Theorien. Im Gegensatz zum aufklärerischen Paris, in dem man solche Ideen, wie die von LAMARCK, publizieren durfte und dafür lediglich totgeschwiegen wurde, war das im puritanischen England anders. Hier wurde nicht totgeschwiegen, es mußte durchgefochten werden. Es ist also denkbar, daß sich DARWIN aus reiner Vorsicht im Reisebericht noch nicht zu sehr exponierte. Das wird uns später noch beschäftigen.

Schließlich kommt nochmals LYELLS Perspektive ins Spiel. Angesichts der Atolle im Pazifik überdachte DARWIN deren Genese und kam zu dem Schluß, daß am Gipfel unterseeischer Gebirge Korallen aufwuch-

sen. Das Gewicht der allmählich riesigen Kalkmassen führte mit der Zeit zu deren Absinken, so daß sie rundum nach außen wachsen mußten, was das Rund des Riffes und die Lagune erklärte. So ähnlich fasst man es auch heute noch auf.

3.3 Der Tüchtigere überlebt

Darwin kehrte, 27-jährig, zurück nach London. Er wird allseits geehrt, heiratet Emma Wedgwood aus der Familie der englischen Porzellan-Dynastie, wird Sekretär der Geologischen Gesellschaft, zieht sich bald in das große Landhaus in Down zurück, kränkelt. Die Kinder werden geboren, und er beginnt seinen Reisebericht. Seine Familie besteht bald aus acht Personen.

Was wann an Theorie in einem Kopf entstanden ist, weiß man selten. Von Darwins Theorie wissen wir es schon gar nicht. Jedenfalls ließ er sich Zeit, publizierte umfangreich über Riffe und Cirripedier (eine Gruppe sessiler Krebse). Im Juli 1844 schrieb er an seine Frau:

> *„Ich habe soeben meine Skizze meiner Spezies-Theorie beendet. Wenn, wie ich glaube, meine Theorie mit der Zeit auch nur von einem kompetenten Beurteiler angenommen wird, wird es ein beträchtlicher Fortschritt in der Wissenschaft sein."*

Das Datum ist interessant, weil es, wie wir sehen werden, mit der Frage zu tun hat, ob Charles Darwin oder Alfred Russel Wallace als Entdecker des Selektionsprinzips gelten können. Darwin kannte Malthus schon fünfzig Jahre altes Bevölkerungsgesetz und Spencers neues „System of Synthetic Philosophy". Von beiden habe ich berichtet. Spencer war jünger als Darwin, publizierte aber vor dessen Hauptwerk. Darwin kannte vielleicht auch Spencers Begriff vom „Survival of the fittest". Lag also die Lösung schon auf der Hand? Darwins Kränkeln nimmt zu. Er besucht Wasserheilanstalten.

1855, also elf Jahre nach dem zitierten Brief an seine Frau, erhält er Nachricht vom Aufsatz eines auch ihm ganz unbekannten Autoren: Alfred Russel Wallace. Der Artikel kommt aus Sarawak – das ist in der Insulinde, im Zentralpazifik – von einem, wie man vermutete, „vermögenden Globetrotter, Jäger und Fallensteller, der vom Verkauf von Vogelbälgen, Insekten und exotischen Schmetterlingen lebt". Der Aufsatz in einer populärwissenschaftlichen Zeitschrift enthält, wenn auch bescheiden und zurückhaltend formuliert, bereits die ganze Selektionstheorie. Darwin darauf aufmerksam gemacht, schreibt an seine Freunde:

„Was den Aufsatz in den ‚Annals' betrifft, so stimme ich der Richtigkeit beinahe jeden Wortes in dem Aufsatz zu; und ich denke wohl, Sie werden darin mit mir übereinstimmen, daß es sehr selten ist, jemanden zu finden, welcher mit einem theoretischen Aufsatz eines anderen ziemlich vollständig übereinstimmt. In diesem Sommer werden es zwanzig Jahre, daß ich mein erstes Notizbuch anfing über diese Frage, wie und auf welche Weise werden Spezies und Varietäten voneinander verschieden."

Wir wissen nicht, wie weit CHARLES DARWIN mit seiner Theorie damals gewesen ist. Er behauptet, daß er sich schon zwanzig Jahre damit beschäftigt hat, wir haben darüber kein Dokument, und ich werde zu erzählen haben, daß die Korrespondenz zwischen WALLACE und CHARLES DARWIN nicht ganz erhalten ist. Man hat den Verdacht geäußert, daß zweifellos nicht DARWIN, aber einer seiner Söhne, wahrscheinlich FRANCIS DARWIN, nicht alles aufgehoben hat.

Die Freunde drängen nun DARWIN zu publizieren. Da liegt also etwas von einem ALFRED RUSSEL WALLACE vor, den niemand kennt, dagegen Einsichten von CHARLES DARWIN aus bester Gesellschaft Englands, ehemaliger Sekretär der Akademie. Auch DARWIN klagt:

„Es wird denn damit meine ganze Originalität, welchen Umfang sie auch haben mag, vernichtet werden."

DARWIN erhält ein Jahr darauf von WALLACE direkt einen Brief, wieder aus der Insulinde, nun aus Ternate, mit einem ausführlicheren Aufsatz. An seine Freunde schreibt er:

„WALLACE sagt nichts über die Veröffentlichung, und ich lege seinen Brief hier bei. Da ich aber nicht beabsichtigt hatte, irgendeine Skizze zu veröffentlichen, kann ich es tun, weil WALLACE mir die Umrisse seiner Theorie geschickt hat? Ich würde viel lieber mein ganzes Buch verbrennen, als daß er oder irgend jemand anders denken sollte, ich hätte mich in einer elenden Weise benommen. Glauben Sie nicht, daß mir dadurch, daß er mir die Skizze schickte, die Hände gebunden sind?"

Seine Skrupel sind verständlich. Aber die Freunde bereden ihn, er muß schreiben und er tut es. 1885 erscheint „The Origin of Species". Darwin sagt in seiner Biographie:

„Ich machte aus dem 1856 in einem viel größeren Maße angefangenen Manuskript einen Auszug und vollendete den dann in demselben verkleinerten Maßstab. Es kostete mich derselbe 13 Monate und 10 Tage harter Arbeit. Es ist dies zweifellos die Hauptarbeit meines Lebens."

Da hat er recht. Das Titelblatt der Erstausgabe lautet: „On the Origin of Species by means of Natural Selection, or the preservation of Favoured Races in the Struggle for Life". Die für unsere Begriffe sehr kleine Auflage von 1 250 Exemplaren ist sofort verkauft. Damals war das ein großer Erfolg. Umgehend entsteht eine neue Auflage. Es nimmt uns Wunder, daß ein so großer Schritt in der Entwicklung des Weltbildes so lebhaft aufgenommen wurde.

Das ist in der Geschichte der Wissenschaft ganz ungewöhnlich. Es empfiehlt sich daher, näher zu betrachten, wie es zu diesem Erfolg kam. Bekanntlich ist KOPERNIKUS über seine Entdeckung verstorben, und der Prälat, der das Werk herausgab, hat im Vorwort ungefähr das Gegenteil von dem erklärt, was in den folgenden Bänden steht. Entweder hatte er wirklich nicht begriffen, um was es sich handelte, nämlich um die Wende zum heliozentrischen Weltbild, oder aber, er war gescheit genug, um auf diese Weise das Erscheinen zu fördern. Erst nach gut zwei Generationen schien die Zeit reif, so daß KEPLER und GALILEI versuchten, dieses Weltbild durchzusetzen. Aber auch da war die Zeit noch nicht reif genug. Man wird wissen, daß KEPLER herumgetrieben worden ist, von Prag nach Linz, von Linz nach Graz, von Graz wieder nach Bayern, wo er zweimal aufzutreten hatte, um seine Mutter aus Hexenprozessen zu retten. Und wir wissen, daß GALILEI zumindest die Folterwerkzeuge zu sehen bekam und sein Leben unter Hausarrest beschließen mußte.

Den Ursachen für DARWINS überraschenden Welterfolg lohnt es, später nochmals nachzugehen.

3.4 Darwins Lamarckismus; die Pangenesis-Theorie

CHARLES DARWIN war natürlich kein Darwinist. Der Darwinismus, wenn auch zu DARWINS Ehren so benannt, wurde ein vereinfachtes Konzept, von dem noch die Rede sein wird. Woran aber fast alle Lehrbücher vorbeigehen: Darwin war ein Anhänger LAMARCKS; nach heutiger Perspektive Lamarckist.

Daß das so leicht übergangen wird, hat zwei Gründe. In den populären Darstellungen wird DARWIN ohnedies leicht mit dem Darwinismus verwechselt, und in fachlichen Arbeiten mögen sich die Darwinisten und heute die Neodarwinisten des scheinbaren Unsinns schämen, dem ihr Gewährsmann aufgesessen zu sein scheint. Weil das wissenschaftsgeschichtlich interessant ist und beträchtliche Folgen haben wird, will ich der Sache hier ein wenig nachgehen.

Nun sind es drei Gründe, die DARWIN LAMARCK folgen ließen. Außerdem fügte er dessen Gedanken einen vierten Aspekt hinzu. Wie man sich erinnert, hatte LAMARCK als erster ein geschlossenes System, eine Philosophie des Artenwandels und der Abstammung vertreten. Beides

hatte sich, man denke an GRANT, herumgesprochen, wurde von Freidenkern lebhaft vertreten und machte auf CHARLES als Studenten nachhaltigen Eindruck.

Zweitens war LAMARCK der erste, der erkannt hatte, daß den Fakten aus dem riesigen, hierarchisch gegliederten Feld der Ähnlichkeiten, eben der Ordnung im Reich der Organismen, eine Erklärung hinzugefügt werden müsse.

Und drittens, nun aus DARWINS gründlicher Denkwelt selbst: sein Prinzip der Selektion konnte nur dann verläßliche Wirkung tun, wenn es unter den Individuen der Arten regelmäßig Variationen gibt und diese auch erblich verankert werden. Wenn nichts variiert, kann nichts ausgewählt werden. Und selbst wenn es Variationen gibt, die nicht erblich sind, fiele das Ergebnis der Selektion doch immer auf seinen Ausgangszustand zurück.

Das erste und dritte Argument ist bei DARWIN gewissermaßen unterlegt. Für das zweite, LAMARCKS Erklärungsversuch, trachtet er ein physiologisch-genetisches Modell vorzuschlagen.

Das vierte Argument bildet er aus einer Fülle von Phänomenen, die sich allein durch Selektion nicht erklären lassen, allerdings auch nicht aus dem aktiven Erwerb neuer, nützlicher Eigenschaften im Sinne LAMARCKS. Für DARWIN sind es Phänomene, die aus seiner DARWIN-LAMARCKschen Theorie nicht erklärbar sind, und es ist höchst achtenswert, daß er alle aufführt, die er kennt. Beweise für eine lamarckistische Erklärung sind sie jedoch nicht. Es ist merkwürdig, daß auch den meisten Rezensenten seiner Pangenesis-Theorie nicht aufgefallen ist, daß diese Phänomene, und zwar geschlossen, von einer ganz anderen Art sind.

Die Pangenesis-Theorie erscheint erst 1868 im Band „Das Variieren von Tieren und Pflanzen unter Domestikation". Wir wissen, daß DARWIN die in ihr offenen Fragen ein Leben lang beschäftigt haben.

In die Zeit dieses Buches fällt auch die Veröffentlichung der Entdekkungen GREGOR MENDELS (1865). Wie bekannt ist, fanden sie jedoch zunächst keine Beachtung. Die Gelehrte Akademie in Brünn hatte ihn mit seinen Zahlenspielereien wieder heimgeschickt in seinen dortigen Klostergarten. Und sein einziger Korrespondent von Bedeutung war NÄGELI, Schweizer, damals schon geachteter Professor in München. Er zählte zu jenen Botanikern, die Pflanzenhybriden für die Orangerien der Fürstenhöfe züchteten. Es ist berührend, in welch submisser Weise MENDEL sich an NÄGELI wendet, und wie abschätzig NÄGELI den Landpfarrer abtut. Er schreibt: „Sie haben die falschen Pflanzen". Daß, wie wir heute sagen, Merkmale aus einem Genom „herausmendeln" können, wurde als störend betrachtet. MENDEL beließ es dabei; er tat also auf DARWIN keine Wirkung.

Gehen wir nun zunächst DARWINS zweitem Argument nach, in dem er einen Mechanismus für die aktive Erwerbung neuer Eigenschaften vorschlägt.

„Jedermann wird sich, selbst in einer unvollständigen Art, zu erklären wünschen, wie es möglich sei, daß ein von einem früheren Vorfahren dargebotener Charakter plötzlich in den Nachkommen wieder erscheint; wie es kommt, daß die Wirkung vermehrten oder verminderten Gebrauchs eines Gliedes auf das Kind überliefert werden kann."

Das ist, wie man wohl erkennt, reiner Lamarckismus. DARWIN war sogar lamarckistischer als LAMARCK, indem er Berichten von Reisenden Glauben schenkte, die berichteten, daß bei jenen Völkern, bei welchen die männliche Vorhaut regelmäßig beschnitten wurde, diese nach mehreren Generationen bereits schon kürzer geworden wäre. Aber gehen wir seinem Argument weiter nach:

„Wie können wir uns ferner die vererbte Wirkung des Gebrauchs oder Nichtgebrauchs besonderer Organe erklären? Die domestizierte Ente fliegt weniger und geht mehr als die wilde Ente und ihre Extremitätenknochen sind in einer entsprechenden Weise verkleinert und vergrößert im Vergleich mit denen der wilden Ente."

Den Mechanismus der Übertragung neuer, aktiv erworbener Eigenschaften stellte er sich, in aller Kürze wiedergegeben, folgendermaßen vor: Alle Zellen enthalten winzige Körperchen mit den Eigenschaften dieser Zellen und werden stetig, etwa über den Blutstrom, im ganzen Körper herumgeführt. Wächst ein Organ durch Beanspruchung, zum Beispiel ein Muskel durch stete Anstrengung, so vermehren sich dessen Zellen und mit diesen auch jene Körperchen. Und da diese nun in vermehrter Anzahl durch den Körper geführt werden, teilt sich das auch den Keimzellen mit. Die nächste Generation verfügt dann entsprechend über eine verstärkte Anlage.

Gregor Johann Mendel

Wir wissen heute, daß das nicht so ist. Die lamarckische Erklärung, das sei auch im Hinblick auf die noch kommenden dramatischen Auseinandersetzungen vorweggenommen, hat sich bis heute in keinem Fall bestätigt. Ich habe bereits angemerkt, daß dies zu bedauern ist. Aber die Evolution verläuft anders.

Was jedoch von DARWIN völlig richtig erkannt wurde: Das Selektionsprinzip bedarf steter, erblicher und nicht nur „zweckloser" Änderungen, um wirken zu können.

Zweckvolle Änderungen, wie sollte das sein? Eine Frage, die uns bis in unsere Tage verfolgen wird. – CHARLES DARWIN hat natürlich gewußt, wie unsicher sein Versuch sein mußte, hat das nie vergessen und sagt auch zum Schluß:

> *„So weit mir bekannt ist, ist kein anderer Versuch unternommen worden, so unvollkommen auch der vorliegende zugegebenermaßen ist, diese verschiedenen großen Klassen von Tatsachen unter einem gemeinsamen Gesichtspunkt zu vereinigen."*

DARWINS viertes Argument befaßt sich nun mit jenen großen Klassen von Phänomenen. Vier von DARWINS Beispielen will ich hier zitieren. In allen behauptet er zu recht, daß sie weder durch den Erwerb neuer Nützlichkeit noch durch Selektion des Tüchtigeren erklärt werden können.

Er beginnt mit Formen „organisierter" Mißbildungen:

> *„Das häufige Vorhandensein von Haaren oder von vollkommen entwickelten Zähnen, selbst von Zähnen des zweiten Gebisses in Ovarialgeschwülsten sind Tatsachen, die zu demselben Schluß führen."*

Inzwischen kennt man viele solcher Fehlläufe in der Embryonalentwicklung. Sie werden als Mißbildungen betrachtet, sind aber nicht von chaotischer Art, sondern wie Zähne oder Haare vielmehr komplexe, in sich geordnete, dem Bauplan entsprechende, daher benennbare Systeme an ganz falschem Ort.

Als zweites Beispiel nennt DARWIN das, was wir heute als „spontane Atavismen" bezeichnen. Damit sind also nicht die üblichen Atavismen gemeint, wie beispielsweise der Wurmfortsatz als Rest am Blinddarm oder das Steißbein als Rest des Säugetierschwanzes, sondern Merkmale aus der vergangenen Stammesgeschichte, die plötzlich wieder auftreten.

> *„Dieses Prinzip des Rückschlages ist das wunderbarste von allen Eigentümlichkeiten der Vererbung. Es beweist uns, daß die Überlieferung eines Charakters und seine Entwicklung, welche gewöhnlich zusammen verlaufen und hierdurch sich einer Unterscheidung entziehen, distinkte Vermögen sind."*

Hierher gehören beim Menschen verlängerte Schwänzchen, bepelzte Gesichter oder Halsfisteln, offenbar sogar Reste der Kiemenspalten. Bei Pferden kommen beispielsweise zwei- und dreizehige Beine, wie bei längst vergangenen Urpferden vor. Wir schließen daraus, daß im Keimmaterial noch dessen Geschichte in funktionellen, systemhaften Einheiten enthalten sein muß.

Eine dritte Gruppe von Phänomenen bilden Doppel- und Mehrfachbildungen:

> *„Wir haben gesehen, daß wenn der Schwanz einer Eidechse abgebrochen wird, zuweilen ein doppelter Schwanz reproduziert wird, und wenn der Fuß eines Salamanders längsweise geteilt wird, überzählige Finger gelegentlich gebildet werden."*

Wieder sind die Bildungen nicht einfach chaotisch, sondern zeigen komplexe, in sich ziemlich richtig gebaute Organe, woraus hervorgeht, daß die genetischen Anlagen für die Herstellung und zweckmäßige Anordnung von Bauteilen, wie wir heute sagen, zu entsprechenden Systemen zusammengefügt sein müssen.

Das für mein Gefühl überzeugendste, von ihm aufgeführte Beispiel zählt man heute zu den „Heteromorphosen". Damit werden Phänomene bezeichnet, bei denen nach dem Verlust eines Organs an der Stelle der Regeneration etwas sehr Geordnetes an etwas ganz Falsches gebaut wird:

> „Alphonse Milne-Edward *hat einen merkwürdigen Fall von einem Krustentier beschrieben, bei dem der eine Augenstiel statt eines vollständigen Auges nur eine unvollkommene Hornhaut trug, aus deren Mitte sich ein Teil einer Antenne entwickelt hatte."*

Viele solcher Fälle sind uns heute nicht nur von Krustazeen, sondern auch von Insekten bekannt. Und man muss daraus schließen, dass die genetischen Bauanleitungen, wie bei der Herstellung einer ganzen Antenne, zu einem funktionellen, systemhaften Zusammenhang verbunden und dabei allerdings an falschem Ort eingeschaltet sind.

Solche Heteromorphosen sind nicht erblich, denn sie beruhen auf Fehlschaltungen in der Regenerationsknospe. Das Keimmaterial erreichen sie also nicht. Verwandt mit ihnen sind die Systemmutanten, die auch experimentell provoziert werden können und uns heute noch viel zahlreicher bekannt sind. Darwin wußte von ihnen jedoch noch nicht. Auf sie müssen wir später noch einmal zurückkommen.

Darwins viertes Argument stützt sich also auf Phänomene, die alle mit dem systemhaften im organismischen Bau zu tun haben: „innere" Faktoren, die erst durch Entwicklungsfehler unübersehbar werden, aber, wie noch zu zeigen sein wird, weder die Diskussion um die Mechanismen der Evolution, noch das Ringen um deren Verständnis verlassen werden.

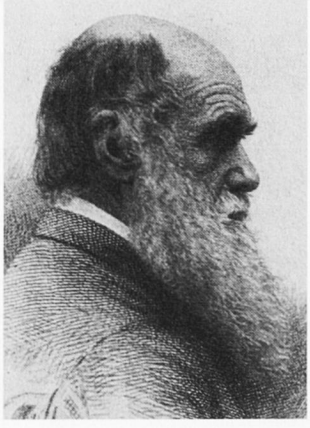
DARWINS Pangenesis-Theorie enthält also zweierlei: erstens den Versuch für ein zweckvolles Variieren der Arten im Sinne LAMARCKS einen Mechanismus vorzuschlagen. Er wird sich als irrig erweisen. Zweitens aber versammelt er die damals bereits bekannten Phänomene, die auf die Existenz „innerer", systemhafter Baubedingungen in der Evolution verweisen.

Letztere werden ein merkwürdiges Schicksal haben, und es soll schon an dieser Stelle meiner Geschichte darauf aufmerksam gemacht werden, über welche Abläufe sich größere Änderungen unserer Theorien durchsetzen.

Sir KARL POPPER vertrat die Ansicht, daß dank unseres Bewußtseins nun die Theorie, man kann sogar sagen: die Prognose oder die Erwartung, an Stelle des Besitzers sterben kann. Daran wollen wir uns gerne halten. Er schloß aber weiter, daß nun auch die bessere Theorie die schlechtere zum Aussterben bringen müsse. Hatte nicht GALILEIS Entdeckung der Jupitermonde die Vorstellung der Einbettung jedes Planeten in eine Kristallschale und damit das ptolemäische, geozentrische Weltbild zu Fall gebracht (wenn auch gleichzeitig die Inquisition wiederbelebt)?

Es wäre schön, wenn das (ohne Inquisition) allgemein gelten könnte. Tatsächlich aber, wie noch zu POPPERS Lebzeiten THOMAS KUHN nachwies, sterben in der Regel nicht Theorien aus, sondern wissenschaftliche Schulen, die jene Theorien vertreten. Das ist leider etwas ganz anderes.

Dies aber wußten schon unsere großen Kenner der Wissenschaften. MAX PLANCK stellte fest: Die größeren Umbrüche in den Wissenschaften setzen voraus, daß die Alten, die sich vom Hergekommenen nicht trennen können, allmählich aussterben, und die Jungen das Neue, mit dem sie aufgewachsen sind, für selbstverständlich nehmen. Ähnlich sieht KONRAD LORENZ eine dreistufige Entwicklung: In der ersten Phase



Charles Darwin

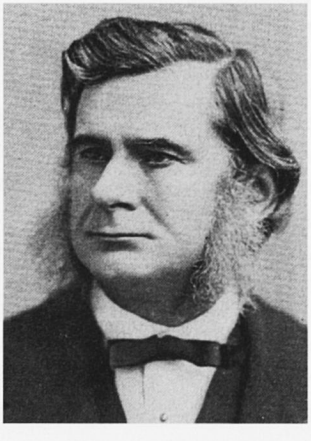
wird die neue Einsicht totgeschwiegen, in der zweiten bis aufs Messer bekämpft, in der dritten (schon wieder) für selbstverständlich genommen. Wenige scheinen auch über das Neue nachzudenken.

Vielleicht war das schon immer so. Mag sein, daß sich unsere Kultur schon seit der Zeit der Vorsokratiker daran gewöhnte, inmitten sich widersprechender Welterklärungen zu leben und entweder nur der Erfahrung oder aber nur der Vernunft zu vertrauen, sich schließlich zwischen Empirismus und Rationalismus, zwischen den Widersprüchen materialistischer oder aber idealistischer Welterklärung zufrieden zu geben. In der Zeit aber, von welcher hier die Rede ist, scheint der Disput ganz in die akademische Ebene zu wechseln und bleibt dabei weiterhin kontrovers.

Ein einziger Widerspruch, so wollte man nach POPPER hoffen, sollte eine ganze Theorie in sich zusammenstürzen lassen. Wir werden uns aber daran gewöhnen müssen, daß auch wissenschaftliche Theorien, das daraus gesogene Lehrbuchwissen und die Haltung einer ganzen Gesellschaft ihr Leben lang zwischen Widersprüchlichem zu leben weiß. Die Technik ist einfach: Die Widersprüche werden so lange verkleinert, bis sie alle zusammen unter den Teppich gekehrt werden können. Ich sagte schon, daß die „große Klasse" von Phänomenen, die schon DARWIN zum vierten Argument seiner Pangenesis-Theorie machte, ein seltsames Schicksal haben werden.

3.5 Rezeption von Darwins Werken

DARWINS „Entstehung der Arten" fand in Fachkreisen große Beachtung. Das mag auch auf das Wirken seiner einflußreichen Freunde zurückzuführen sein, welche sich sehr für ihn einsetzten. Auseinanderset-



Thomas H. Huxley

zungen waren mit der Kirche zu erwarten und traten auch sogleich ein. Davon ist noch zu berichten. Daß das Werk aber auch in der gebildeten Öffentlichkeit eine breite Wirkung tat, ist erstaunlich.

Ich denke, daß das „Überleben des Tüchtigsten" damals ein wichtiger Begriff geworden ist. Man erinnert sich, daß wir uns in der Zeit des viktorianischen Englands, mitten in der ersten, großen Welle der Industrialisierung befinden, mit der eben auch das Proletariat entstanden ist. Und ich kann mir gut vorstellen, daß es für die ebenso christlichen wie tüchtigen Industriellen eine willkommene Legitimation bedeutete, das soziale Unheil, das sie anrichteten, aus einem Naturgesetz begründen zu können.

Nun wissen wir, daß dieses Konzept auf MALTHUS und SPENCER zurückgeht, und man kann sich fragen, warum nicht diese damit schon denselben Erfolg hatten. Allerdings lebte MALTHUS vor dieser Zeit. Sie wird vermutlich noch nicht reif für seine Ideen gewesen sein. Und was DARWINS Zeitgenossen SPENCER betrifft, so mag ein offenbar objektiv gewonnenes Naturgesetz verläßlicher erschienen sein als eine philosophische Reflexion.

Diese Ansicht wird durch das Entstehen des „Sozial-Darwinismus" gestützt, der sich später aus eben jener Haltung entwickelt hat. Es ist freilich ein menschenverachtendes Konzept wie auch eine unerlaubte Extrapolation der Lehre DARWINS. Aber es muß in dieser Zeit seine Wurzeln geschlagen haben.

Wie schon angedeutet, kam es trotz der Zurückhaltung Darwins zu Auseinandersetzungen um seine Thesen. Sie erreichten 1860 bereits ihren ersten Höhepunkt. In seinem ganzen Band „The Origin of Species" gibt es nur einen einzigen Satz, der auf den Menschen bezogen ist. Er lautet:

„Viel Licht wird fallen auf den Ursprung des Menschen".

Einen Fall aus den Auseinandersetzungen will ich wiedergeben:

In einer öffentlichen Diskussion nach einem Vortrag von THOMAS HUXLEY meldete sich Bischof WILBERFORCE zu Wort. Er war damals der einflußreichste Kirchenfürst Englands, nämlich Bischof der Westminster-Abtei und fragte HUXLEY, ob er seine Affen-Abstammung eher auf seine männliche oder auf seine weibliche Linie zurückführen würde? Und HUXLEY antwortete wörtlich:

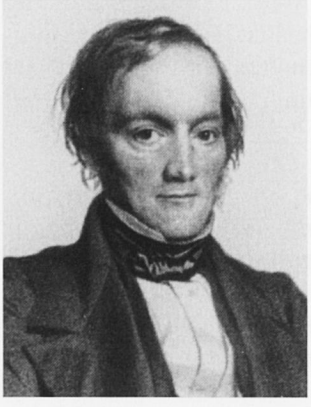
„Wenn die Frage an mich gerichtet würde, ob ich lieber einen miserablen Affen zum Großvater haben möchte oder einen durch die Natur hochbegabten Mann von großer Bedeutung und großem Einfluß, der aber diese Fähigkeiten und den Einfluß nur dazu benutzt, um Lächerlichkeit in eine ernste wissenschaftliche Diskussion hineinzutragen, dann würde ich ohne Zögern meine Vorliebe für den Affen bekräftigen."

Dieser THOMAS HUXLEY ist „DARWINS Bulldogge" genannt worden, er hat sich für ihn in die Bresche geworfen. Es ist ein ganz charakteristischer Zustand, den wir von KOPERNIKUS, KEPLER und GALILEI kennen, daß die wirklich großen Entdecker sich von Auseinandersetzungen zurückzogen, während sich ihre Adepten für sie schlugen.

Schon einige Jahre vorher (von 1847) lag der Band von Sir RICHARD OWEN vor, „Report on the archetype and homologies of vertebrate skeleton", in dem er, wie man sich erinnert, sehr geglückt den neuen Begriff der Homologie als Ähnlichkeit aus Binnenbedingungen den Analogien als Ähnlichkeiten durch Außenbedingungen gegenüberstellte. OWEN bearbeitete auch die Sammlung fossiler Wirbeltiere von der Beagle-Reise und kam dennoch DARWIN wenig gelegen.

In der Tradition von GOETHE und GEOFFROY SAINT-HILLAIRE hielt man ihn für einen „Idealistischen Morphologen": wie GOETHE meinte, daß der Schöpfer die Bewegung in der Natur *„nicht nur von außen stieße"*, sondern es ihm auch geziemt *„die Welt im Innen zu bewegen"*. Es ging also um die Frage der inneren Bedingungen, auf welche die Homologien zurückzuführen sein müßten, denen die äußeren Bedingungen in Form von Selektion durch das Milieu gegenüber gestellt wurden. Das war der Kirche schon genehmer, denn von einer materialistischen Ursache dieser inneren Bedingungen wußte die Wissenschaft noch nichts. Im Grunde machte dies OWEN zum Idealisten.

Wie nahe und gleichzeitig komplementär die Positionen von OWEN und DARWIN waren, spiegelt der seltsame Umstand, daß eine Prioritätsfrage entstand, wer von den beiden den Wandel der Arten als erster erkannt hätte. Denn freilich ergab sich aus dem Wandel der Homologien auch der Wandel der Arten. DARWIN beteiligte sich, wie üblich, nicht an der Auseinandersetzung. Es war HUXLEY, mit dem OWEN Ärger bekam.



Richard Owen

Huxley hatte 1863 einen wichtigen Band herausgegeben: „Zeugnisse für die Stellung des Menschen in der Natur". Darin führt er Darwins Perspektive auch für den Menschen aus. Ich gebe einen zentralen Satz wieder:

> *„Wir mögen daher jedes System von Organismen vornehmen, welches wir wollen. Die Vergleichung dieser verschiedenen Ausprägungen in der Affenheit führt uns zu einem und demselben Ergebnis: Daß die anatomischen Verschiedenheiten, welche den Menschen vom Gorilla und Schimpansen scheiden, nicht so groß sind als die, welche den Gorilla von den niederen Affen trennen."*

Huxley bezieht hier nicht nur deutlich Stellung, sondern führt die Untersuchungen noch ein Stück weiter. So macht er sich Gedanken über die Konstanz von Populationsgrößen bei gleichzeitigem Nachkommenüberschuß und beobachtet die Erfolge der Züchter. Die Pferderassen spielten eine große Rolle, und es ist bekannt, was die Engländer alles aus Pferden und Hunden herauszüchteten. In der Österreichischen Monarchie hatte man parallel dazu große Züchtungserfolge bei Ziegen, Schafen und Rindern, ebenso in der Pflanzenzucht, was den Boden für Mendels Studien mit vorbereitete. Der Erfolg der Auslese war ganz eindeutig, und es war naheliegend, daß die natürliche Auslese dank der langen Zeiten zu ähnlichen Leistungen fähig sein müsse. Auch geographische Beweise begannen aufzutreten, etwas, was wir später speziell als das Speziationsproblem kennenlernen werden. Deren zentrale Frage lautet: Unter welchen Bedingungen spalten sich Arten auf, so daß neue Arten entstehen?

Charles Darwin hat sich, wie erwähnt, in Diskussionen nicht eingemischt. Im Gegenteil, er schrieb ein Buch über Orchideen und ging dem Zank der Tage deutlich aus dem Wege. Der Orchideenband erschien 1852, anschließend einer über kletternde Pflanzen und einer über „Das Variieren der Tiere und Pflanzen unter Domestikation", 1868. Die darin enthaltene Pangenesis-Theorie habe ich bereits erörtert.

So wie Huxley in England wurde in Deutschland Ernst Haeckel ein leidenschaftlicher Vertreter der Lehre Darwins. Von ihm muß noch ausführlicher die Rede sein. Hier gebe ich nun noch zum Abschluß einen wichtigen Satz aus seinem Buch *„Natürliche Schöpfungsgeschichte"* wieder, ganz im Sinne Huxleys:

> *„Ausdrücklich will ich hier hervorheben, was eigentlich selbstverständlich ist, daß kein einziger von allen jetzt lebenden Affen, und also auch keiner von den genannten Menschenaffen, der Stammvater des Menschengeschlechtes sein kann... Die affenartigen Stammeltern des Menschengeschlechtes sind längst ausgestorben!"*

Man war bald um Beruhigung der Affen-Diskussion bemüht. Sie wird, wie wir bald finden werden, später in Deutschland noch turbulent genug werden.

Das Welt- und Menschenbild hat sich um die DARWIN-Geschichte, die ich erzählte, nicht wesentlich verändert. Sie verläuft zeitgleich mit SPENCER und LYELL. Was sich jedoch empfiehlt, ist ein Rückblick auf jenes viktorianische England, in dessen Zeitgeist sich alles abspielte. Wie erwähnt, befinden wir uns in jener Epoche, in der die Industrialisierung in England begann, ihre gesellschaftlichen Folgen zu zeigen.

Auf der einen Seite war es DARWIN dadurch erlaubt, in der betuchten Welt der WEDGWOODS das konzentrierte Leben eines Privatgelehrten zu führen, auf der anderen Seite hat es im Eisenbahn-Boom ALFRED RUSSEL WALLACE gelehrt, unter welchen Bedingungen ein armer Teufel zu überleben vermag. Von ihm soll noch ausführlich die Rede sein, und der Unterschied ihrer Perspektiven ist noch nicht abzusehen.

Während das kontinentale Europa mit seiner Restaurierung nach Napoleon beschäftigt war, das Zeitalter der Nationalstaaten, der Kolonien, des Imperialismus entstand, setzte sich in England nach der Hungerkatastrophe in Irland (1845) die Freihandelspolitik der Manchesterschule durch. Sie stellte die letzte Schranke zum Industrie- und Handelsstaat dar.

Was also hatte sich gewandelt? Die Zeit war auf DARWIN vorbereitet und erhielt durch ihn ihre Legitimation. Ein schauriger „Kampf ums Dasein" war in die Vorstellung vom Werden auch des Menschen eingezogen. Nur der Tüchtigere überlebt. Unter welchen „lamarckischen Bemühungen" die Kreatur auch immer nach Anpassung und Überleben trachten mochte, was auch immer erbliche Variation erzeugen könnte, Tod und Verderben, jeder gegen jeden, wie das wohl schon LUKREZ meinte, sollte nun als ein Naturgesetz die letzte Entscheidung treffen.

Freilich galt auch noch das Prinzip der beiden Wahrheiten. Man kann nicht erwarten, daß HUXLEY Bischof WILBERFORCE überzeugen konnte. Trotz der Erfolge der Evolutionisten blieben die Kreationisten noch auf dem Plan; und schon damals muß sich eine unbestimmte Mischform beider Lehren in vielen Seelen eingenistet haben.

Es blieb ja auch noch offen, wie man sich die „inneren", systemischen Bedingungen vorstellen sollte, von welchen DARWIN bereits Dokumente in seiner Pangenesis-Theorie zusammenstellte, oder wie man sich OWENS kaum änderbare Bauprinzipien, die Homologien zu denken hatte. Ob dem Schöpfer wohl zuzutrauen wäre, nicht nur von außen zu stoßen, sondern, wie schon GOETHE meinte, auch vermöchte *„die Welt im Inneren zu bewegen"*? *„Auf unerklärliche absurde Weise"*, sagt der Historiker TARNAS, *„ist der Kosmos unmenschlich, wir aber nicht. Und diese Situation ist völlig unverständlich"*. Hatten die vermeintlich idealistischen Morphologen mit Gottes unergründlichem Wirken nicht doch noch ein Tor zum Kreationismus offen gelassen?

Teil 4

Zu Darwinismus, Haeckel und Lamarckismus

Von „Ismen" war bislang nur im Rahmen philosophischer und erkenntnistheoretischer Positionen die Rede; man erinnere sich an Empirismus, Rationalismus und dergleichen. Nun beginnen diese Nachsilben polarisierend und trennend auch in die naturwissenschaftlichen Schulen einzuziehen, die sich in widersprüchlichen Formen um eine Erklärung des Prozesses der Evolution bemühen. Und gegen Ende meines Textes werden sie, ausgelöst durch die Diskussion um die Evolution, in den Formen von Reduktionismus, Emergentismus und Holismus nochmals für erkenntnistheoretische Grundhaltungen auftreten.

Als den „Erfinder" des Darwinismus werden wir Alfred Russel Wallace kennenlernen und mit ihm auch alle die damit in Zusammenhang stehenden Folgen. Weil aber die Kenntnis von seinem Leben und Forschen, seiner Hingabe und Selbstlosigkeit neben Darwin zu verblassen, ja zu verschwinden droht, sei ihm ein eigenes Kapitel gewidmet. Auch von jener Abenteurerwelt, wie sie den heutigen Naturforschern kaum mehr zugänglich ist, soll die Rede sein.

Mein Zugang zu den Themen der folgenden Kapitel begann, aus den Nachschatten Haeckels, mit Plates „Abstammungslehre" wovon ich noch erzähle werde, dann mit Haeckels „Lebenswundern" in meiner Schülerzeit. An der Hochschule traten schließlich schon Persönlichkeiten auf, die manches von dem, was ich berichten werde, bereits miterlebt hatten. Und meine „Unterwasser-Expeditionen", jene Spätzeit wissenschaftlicher Abenteuerwelt, gaben Anlaß, Wallace zu lesen und von Neapel bis Messina Haeckels Spuren zu begegnen. Wir kommen einem Erlebnisbericht schon näher.

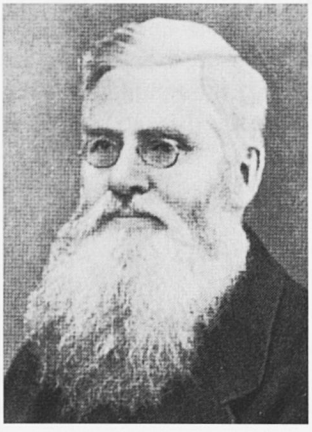
4.1
Alfred Russel Wallace und der Amazonas

Alfred Russel Wallace (1823–1913), einige Jahre, aber noch keine Generation jünger als Darwin, stammte aus ärmlichen Verhältnissen, war wie jener auch Schulabbrecher, allerdings – ein feiner Unterschied – weil sich sein Vater die Schule nicht leisten konnte. In seiner Bubenseele war er Käfersammler.

Er hatte früh große Kollektionen angelegt und auf diese Weise einen Kumpanen kennengelernt, Henry Bates, vom gleichen Schlage, den wir als Entdecker der Mimikry noch kennenlernen werden. Die beiden träumten davon, diese Art von Naturbetrachtung oder Naturgeschichte zum Beruf zu machen. Ihr großer Wunsch war es, einmal in jene Gebiete zu kommen, deren Insektenwelt man noch so gut wie gar nicht kannte, und vom Verkauf der Sammlungen leben zu können. Lange wird das noch ein Traum bleiben, um schließlich aber doch wahr zu werden.

Wallaces Bildung war seinen Lebensbedingungen entsprechend ungleich bescheidener als die Darwins, der aber, wie man sich erinnert, meinte: *„es scheint...als wenn die Neigung zum Käfersammeln einen Hinweis auf späteren Erfolg im Leben böte."*

Er kam jedenfalls an keine Hochschule, sondern zuerst einmal als Zimmermannsgehilfe zu einem seiner Brüder nach London, verdiente sich dann im Eisenbahn-Boom als Landmesser, kam weit herum, was seine Sammlungen, Insekten und Herbarien, sehr vergrößerte. Mit Entbehrung und Hingabe bringt er es schließlich auf Ersparnisse von 100 Pfund. Diese 100 Pfund reichten immerhin aus, um mit Bates an den Amazonas zu reisen, das große Ziel war greifbar.



Alfred R. Wallace

Das war 1848, Alfred Russel Wallace war also 25 Jahre alt. Er arbeitete 4 Jahre im Dschungel des Orinoko. Da gab es keine Reiseagenturen oder touristische Infrastrukturen und auch keine Beagle. Es muß ein unglaubliches Abenteuer gewesen sein. Sie hatten mit Boas zu tun, mit Moskitoplagen, mit Vampiren, und ich bringe Ihnen ein paar Zitate aus seinem Reisebericht:

„Meine Füße waren von den Bissen (der Insekten) dicht von blutenden Narben bedeckt, von dunkel purpurroter Farbe, mächtig geschwollen und entzündet. Meine Hände litten ähnlich, aber weniger, weil sie stets in Bewegung waren."

Sie schliefen im Freien und wurden von Vampiren angefallen, eine, wie er berichtet lebensgefährliche Sache.

„Selbst bin ich zweimal gebissen worden; und in keinem Fall habe ich etwas gespürt und erwachte erst als die Unternehmung (operation) ausgeführt war. In welcher Weise sie das bewerkstelligen ist noch immer unbekannt. In einem der Indianderdörfer wurde ein Mädchen während des Schlafes so ausgeblutet, daß Sorge um ihr Überleben bestand."

Die Sammlungen wuchsen beträchtlich, und die Entdeckungen, die sie machten, stellen den beiden Autodidakten ein beredtes Zeugnis ihrer Beobachtungsgabe und ihres profunden Verständnisses für Verwandtschaft und Systematik aus. Henry Bates gilt als der Entdecker der Mimikry. Er erkannte, daß zum Beispiel einige Insekten, meist zu ihrem Schutz, Insekten einer ganz anderen Gruppe auf das Täuschendste nachahmen.

Wallace und Bates befaßten sich mit dem Problem der sehr nahe verwandten Arten und der Frage, wie die Grenzen zwischen diesen verstanden werden sollten.

„Sind nächstverwandte Arten... immer durch große Abstände der von ihnen bewohnten Landschaften getrennt? Welche physikalischen Bedingungen bestimmen die Grenzen zwischen Arten und welche zwischen Gattungen?"

Man mag bedenken, unter welchen Bedingungen das niedergeschrieben wurde und daß man von Artenwandel und von der Entstehung neuer Arten noch nichts Verläßliches wußte.

„Sind es immer die Isothermen, die die mit den Grenzen von Artverbreitungen zusammenfallen?... Oder sind diese alle zusammen unabhängig davon? Was führt dazu, daß manche Flußsysteme und Gebirgszüge Grenzen für viele Arten darstellen, während andere es nicht sind?"

Erste Publikationen darüber sendet er 1852 nach Hause. Schließlich erkrankt er noch an Malaria und Gelbfieber. HENRY BATES mußte aufgeben und fuhr schon 1851 wieder nach Europa. WALLACE blieb alleine zurück. Einige wenige Materialien wurden nach England gesendet, das Wesentlichste wollte er aber selber nach Hause bringen.

Auf einem kleinen Schiff, der Helen, schiffte er sich mit seinen Sammlungen ein. Die Helen hatte Harz geladen, eine gefährliche Fracht. Harz in Fässern mußte in feuchten Sand gepackt transportiert werden, schon um die Stabilität des Schiffs zu sichern, besonders aber um seiner Entzündung vorzubeugen. Sand war jedoch nicht zur Hand, so versuchte man es ohne. Kurzum, mitten auf dem Atlantik, etwas südöstlich der Bermudas, weckte der Kapitän seinen einzigen Passagier und sagt in nobler englischer Art: „*I am sorry to say, the ship is in flame.*"

WALLACE versuchte zu retten, was zu retten war. Man bemühte sich, das Feuer zu löschen, probierte, durch die Achterluke in den Laderaum zu gelangen – es misslingt. Also versuchte man, die Bugluke zu öffnen – ganz falsch, ein Sog zieht sogleich durch den Schiffsraum, alles brennt sofort. Wallace gelangt nicht mehr zu seinen Sammlungen, alles brutzelt schon dahin, er rafft gerade noch zwei Notizbücher auf, ausgerechnet seine Aufzeichnungen über Palmen. Von der Menagerie seiner lebenden Tieren, die an Deck untergebracht sind, reißen sich einige los, ein Papagei überlebt. Er selber, gezeichnet von einem akuten *Malari- tropica*-Anfall, wird in eines der Rettungsboote expediert, der Papagei wird aufgefischt, alles andere ist verloren. Die Helen sinkt Funken und Rauch speiend ins Meer.

Ich finde es lohnend, zu überlegen, was damals wirklich unterging und was für unsere Kulturgeschichte gerettet werden konnte. Der Schiffsuntergang ist wie ein Symbol für die Struktur geistiger Werte. WALLACE konnte keine Ahnung haben, was verloren und was erhalten wurde; konzeptionell nicht und, wie wir sehen werden, nicht einmal wirtschaftlich. Er hat wohl gar nicht abschätzen können, welchen Reichtum er mit sich geführt hatte.

Kurzum, das Boot wurde erst nach drei bis vier Tagen aufgefischt. Die Schiffbrüchigen gelangten auf die Jordansen, vermutlich ein holländisches Schiff. Die Jordansen gerät im Ärmelkanal nochmals, diesmal infolge schwerer Stürme in Seenot, erreicht aber noch England.

WALLACE schwor, nie mehr ein Schiff zu besteigen und sah sich mit seinen Lebensplänen am Ende, bis sich herausstellte, daß sein Manager in London die Fracht so hoch versichert hatte, daß er sogar mehr als erwartet aus der Versicherung erhielt. Noch im gleichen Jahr schifft er sich wieder ein, nun in Richtung auf den tropischen Pazifik.

Was das Welt- und Menschenbild von WALLACE betrifft, sind wir auf die Diktion in seinen Reisebüchern angewiesen, und auf seine nach ihm rekonstruierte Biographie. Ich glaube, daß es im akademischen Sinn nicht sehr differenziert war. Er mußte seine Zeit wohl nehmen wie

sie war: ein Elternhaus, das seine Schulbildung nicht erschwingen konnte, die Zeit als Tischlergehilfe in London oder im ebenso rauhen Arbeitermilieu als Vermesser im Eisenbahnbau; im Hintergrund dabei immer die phantastische Hoffnung, seinen Traum verwirklichen zu können und Insektensammlungen anzufertigen.

Eher bietet sich Gelegenheit, einmal über Begabung und Motivationen unserer Helden zu reflektieren. Seine Begabung muß, so wie die seines Kumpanen BATES, mit Gestaltwahrnehmung zu tun gehabt haben. Was Motivation betrifft, hat mich das Miterleben vieler meiner Schüler belehrt, daß es deren zweierlei gibt. Die DARWINS mag zum Typus der Disziplin „aus guter Erziehung" gehört haben. Sie neigt zu Anfälligkeit. WALLACES Typus muß zu der „ich werd's euch schon zeigen Motivation" gehört haben. Sie ist stetig, kann aber zum Verrennen neigen. Die weitere Geschichte wird uns darüber belehren.

4.2 Entdeckungsgeschichte aus der Insulinde

War die erste Reise noch vergleichsweise ein Spaziergang gewesen, so wird die zweite nun noch abenteuerlicher. Sie geht ins zentralpazifische Inselreich. Da ich aber hoffe, ich konnte von WALLACES Abenteuern bereits ein gewisses Bild vermitteln und da nun die Dokumente seiner Entdeckungen überwiegen, sollen diese im folgenden den Vordergrund bilden; wieder aus seinen Aufzeichnungen:

> *„Jede Art gewinnt, im Zusammenhang mit Raum und Zeit, ihre Existenz aus einer schon existierenden naheverwandten Spezies."*

Das stammt 1855 noch aus Sarawak. Wir erinnern uns an seine populäre Publikation. Der Mechanismus dieses Wandels fällt ihm dann während der Benommenheit eines seiner Malaria-Anfälle, nun schon in Ternate ein. In seinen Aufzeichnungen geht dieser Umstand mit Deutlichkeit hervor:

> *„Während eines solchen Anfalls, als ich wieder über das Problem des Ursprungs der Arten nachdachte, leitete mich etwas an* MALTHUS' *‚Essay of Population' zu denken, den ich vor zehn Jahren gelesen hatte; (tatsächlich vierzehn Jahre) und an diese Prüfungen (positive checks), die durch Krieg, Hunger, Krankheiten und Unfälle, all solche Grausamkeiten die Populationen annähernd konstant halten. Und da fiel mir ein, daß solche Prüfungen auch an Tieren wirken müssen."*

Wie man sich erinnert, stammt die Einsicht aus einem Gebiet, das wir heute Populationsdynamik in der Soziologie nennen. Sie liegt zwei

Generationen zurück, und selten ist ihr weiterer Werdegang hinüber in eine andere Wissenschaft so deutlich zu verfolgen.

> *„Dann fiel mir ein, daß solche Prüfungen auch bei Tieren die Populationen begrenzt halten werden, zumal sie sich so viel schneller reproduzieren als der Mensch, während die Populationsdichte fast oder gänzlich gleich bleibt. Und während ich noch ganz vage darüber nachdachte, wie das die Arten beeinflußte, blitzte plötzlich die Idee vom Überleben des Tüchtigeren' auf. Daß Individuen, die bei solchen Prüfungen ausgeschieden werden, im Ganzen gegenüber jenen die überleben, unterlegen (inferior) sein müssen."*

Die Theorie vom „Überleben des Tüchtigeren" ist damit so gut wie komplett, die Evolutionstheorie freilich noch lange nicht. Denn daß man dazu verstehen muß, wie Variationen entstehen und wodurch sie erblich werden, wird im Gegensatz zu DARWIN von WALLACE nicht bemerkt. WALLACE setzt sie einfach voraus. Da das Problem auch anschließend nicht bemerkt wird, führt dies zu einer beträchtlichen Reduktion des DARWINschen Konzeptes – von den inneren oder Systembedingungen, die DARWIN auch wahrgenommen hat, ganz zu schweigen.

> *„Indem ich dann die Variationen bedachte, die stets in jeder neuen Generation von Tieren und Pflanzen auftreten, und die Veränderungen, die mit Klima, Nahrung und Feinden einhergehen...Der ganze Mechanismus (method) spezifischer Modifikation wurde mir klar...und in den zwei Stunden dieses Anfalls war ich durch die Hauptpunkte der Theorie."*

Ein Exemplar seiner Arbeit geht aus Ternate auch nach London, und zwar nun, wie erwähnt, direkt an DARWIN. Und WALLACE erinnert sich:

> *„Ich entschied mich, sie mit der nächsten Post, die in ein-zwei Tagen abgehen wird, an DARWIN zu senden; und ich schrieb ihm einen Brief in dem ich sagte, ich hoffte, daß die Idee für ihn ebenso neu sein würde, wie sie es für mich gewesen ist."*

Dieser antwortet merkwürdig spät, aber man muß auch bedenken, daß die Post mit holländischen Frachtern, Kap Horn umsegelnd, lang gegangen ist. WALLACE hört erst ein Jahr später von DARWIN, und wir wissen weder, wie weit DARWIN mit seiner Arbeit war, noch warum WALLACES Brief nicht erhalten ist. Davon habe ich berichtet.

Manche Biographen haben daraus eine Kriminalgeschichte der Prioritäten um die Entdeckung des Selektionsprinzips gemacht. Der liebenswürdige und bescheidene WALLACE, dem die Priorität, wie man es auch wendet, jedenfalls nicht zu nehmen ist, hat darauf nie gepocht. Auch das ehrt

ihn als einen der stillen Helden dieser Wissenschaft. Aber es ist ihm auch eine Beschränkung der Perspektive unterlaufen, die sich als einschneidender erweisen wird als jene vermeintliche Kriminalgeschichte.

WALLACE ist schließlich wieder zurück in Europa, führt ein bescheidenes Leben und widmet seine Arbeit ganz DARWIN. Es gibt eine Begegnung in Down, die großen Eindruck bei ihm hinterläßt. DARWIN dagegen hält ihn eher für einen linkischen Menschen. In der englischen Gesellschaft wird er als Sozialist diskreditiert, so wie man heute einen Maoisten einschätzen würde. Später räumt man ihm eine kleine Aufsichtsstelle in einem botanischen Garten ein. Sein Grab, so sagte man mir, sei kaum zu finden.

WALLACE war kein Lamarckist, er hat es für einen Unsinn gehalten, daß Gebrauch und Nichtgebrauch eine Rolle spielen könnten. Das folgende zeigt seine Haltung:

> *„...auch erlangte die Giraffe ihren langen Hals nicht infolge des Wunsches, das Laub der höheren Sträucher zu erreichen oder dadurch, daß sie ihren Hals zu diesem Zwecke ausstreckte, sondern weil alle Varietäten unter ihren Vorfahren mit einem längeren Hals als gewöhnlich sich sofort einen neuen Weidefleck an denselben Orten wie ihre kurzhalsigen Gefährten sicherten und bei der nächsten Nahrungsknappheit dadurch befähigt wurden, zu überleben."*

Also akzeptiert er die lamarcksche Erklärung nicht. Das tun wir heute auch nicht. Allerdings übersieht er, daß sein Selektionsprinzip einer Erklärung der Variabilität und namentlich auch deren Erblichkeit bedarf, um wirken zu können. Mag man auch das Prinzip der Variation für nicht erklärenswert halten, ohne deren Erblichkeit täte Selektion keine Wirkung. Denn wenn der Zufall 10% der Giraffen längere Hälse schenkte und nur diese überlebten, ohne Erblichkeit ihrer Ausstattung würden wieder nur 10% ihrer Nachkommen längere Hälse besitzen. Die Selektion wirkte ins Leere. DARWIN muß das erkannt haben, WALLACE nicht.

Und obwohl er, wie erwähnt, mit DARWIN zusammentraf und ihn verehrte, ignoriert er auch weiterhin dessen Pangenesis-Konzept. Er hat mit dem Bad das Kind ausgeschüttet: mit dem Lamarckismus eine Erklärung der Ursache erblicher Variation.

Aber das Mißverständnis ist nun festgeschrieben und hält sich bei Darwin-Biographen und vielen Biologen bis in unsere Tage. So kann man noch immer die Paradoxie lesen:

> *„Man sieht, hier ist* WALLACE *der bessere Darwinist (sic!) als* DARWIN *selbst, der Zeit seines Lebens* LAMARCK, *wenn auch mit gewissen Einschränkungen (auch verkehrt!) gelten ließ." (z.B. Rowohlt-Biographien 1968, Seite 100)*

Zu den Wunderlichkeiten gehört außerdem der Umstand, daß WALLACE etwas über MENDEL gelesen haben muß, wahrscheinlich von einem amerikanischen Autor. Folgendes schreibt er, eher irritiert, an HOOKER:

> *„Ich finde es ganz unmöglich diesen detaillierten Studien und Argumenten zu folgen...man bräuchte dazu einen mathematischen Geist, den ich nicht besitze..“* (und HOOKER antwortet: *„Die Amerikaner glauben ohnedies (pronto) alle neuen Sachen.“*

DARWIN stirbt, wie erwähnt, 1882. ALFRED RUSSEL WALLACE publiziert einige Bücher über seine Expeditionen, und erst 1889 ein Buch mit dem Titel „The Darwinism“. Es ist das erste, mit dem er wirklich Erfolg hat. Den Begriff wählt er natürlich DARWIN zu Ehren. Er ist aber WALLACES Wortschöpfung und entspricht DARWINS Perspektive nur in Hinblick auf den Mechanismus der Selektion. Beide Aspekte der Pangenesis-Theorie, den Erbmechanismus sowie die Systembedingungen, läßt er weg.

Wir müßten das Konzept eigentlich einen „Wallacismus“ nennen, denn DARWIN hat das, was WALLACE dann angeboten hat, so gar nicht gedacht. WALLACE muß jene offenen Fragen geringgeschätzt oder nicht erkannt und in seiner einfachen Art gemeint haben, die Entwicklung der Arten könne man zureichend durch Außenbedingungen verstehen. Wir bezeichnen dies heute als Milieuselektion.

Was WALLACE in diesem Buch darstellt, und was wahrscheinlich auch seinen Erfolg ausgemacht hat, war nicht nur der hohe Rang, den DARWIN im Buchtitel hatte, sondern darüber hinaus auch noch die Vereinfachung, die er anbringt. Es ist für viele Leser angenehmer, für ein Problem eine komplette, glatte Lösung vorgesetzt zu bekommen, anstelle sie gleich noch in zwei ungelöste Kardinalfragen verwickelt zu sehen. Das ist der Welt der Laien nicht zu verübeln, merkwürdiger ist, daß auch die Fachwelt, mit wenigen Ausnahmen, die Reduktion von LAMARCK/DARWIN auf den Darwinismus des ALFRED RUSSEL WALLACE hingenommen hat. Ausnahmen werden ERNST HAECKEL, seine Schüler und Nachfolger wie etwa LUDWIG PLATE sein, die sich „Alt-Darwinisten“ nennen. Auch KARL ERNST VON BAER, der der Milieuselektion ohnedies keine dominierende Rolle im Evolutionsprozeß zubilligte, gehört zu diesen Ausnahmen. Auf beides komme ich zurück.

Man mag gedacht haben, daß Milieuselektion tatsächlich zur Erklärung genügt, daß Variationen schon irgendwie entstehen, daß sie auch irgendwie erblich werden können – von Mutationen wußte man ja noch nichts – und daß die systemischen Phänomene für die Erklärung der Evolution wunderliche Ausnahmen und daher kein Problem darstellen. Aus diesem Grund finden sie in Vorlesungen und Lehrbüchern auch keinen Platz.

Damit ist einem breit angelegten Konzept die erste, empfindliche Reduktion des konzeptuellen Gehaltes widerfahren. Zudem ist der erste

„Ismus" entstanden. Er hat als Opposition eine Spaltung, den Lamarckismus, nach sich gezogen, den es de facto als Begriff bislang noch nicht gegeben hatte. Einer zweiten Reduktion werden wir noch begegnen.

DARWIN hat den Phänomenen der Embryonalentwicklung merkwürdig wenig Argumente entnommen. Aber freilich hat sich die Embryologie schon vor und in seiner Zeit weit entwickelt.

Von IGNAZ DÖLLINGER, von KARL FRIEDRICH BURDACH und namentlich seinem Schüler KARL ERNST VON BAER (1792–1876), einem Deutschen aus dem Baltikum, kamen ganz andere Argumente ins Spiel. BAERS Hauptwerk: „Über Entwicklungsgeschichte der Thiere" ist schon 1828 erschienen. Damals begann DARWIN sein Theologie-Studium. In der Embryologie redete man von Zellteilungen, „Keimblättern" und Organanlagen. Das waren ganz andere Themen. Es stellte sich bald heraus, daß die Entwicklung aller Wirbeltiere einem Grundplan folgte, so auch die Entwicklung aller Mollusken, wobei sich beide Grundpläne voneinander unterschieden. Es mußte also eine begrenzte Zahl gruppenspezifischer Typen von Bau- und Aufbauformen geben. Steckte darin nicht das wesentliche Prinzip der Evolution? Und wie sollte das mit der Selektion durch das Milieu zusammenhängen?

Eine neue Welle von Argumenten trat auf den Plan, die Szene wechselte großteils nach Deutschland und neue Auseinandersetzungen sind vorherzusehen.

Was über WALLACES Leben verloren und gewonnen wurde, war schon bei seinem Schiffbruch am Atlantik zu überdenken. Aus heutiger Sicht bedurfte es eines Jahrhunderts, um zu erkennen, daß das auch den Wandel von Welt- und Menschenbild betraf, um in diesen Gewinn und Verlust abzuschätzen. Seine opfervolle Forschung hatte eine Lawine von Publikationen losgetreten. Es ist nicht zu sagen, wer den nächsten Schritt getan hätte und auf welche Weise, wären nicht DARWIN und mit

Karl Ernst von Baer

ihm HUXLEY, HOOKER und HAECKEL durch WALLACES Entdeckung aufgescheucht worden.

Andererseits wäre der Wissenschaft die Reduktion der LAMARCK-GOETHE-BAER-DARWIN-OWENschen Perspektiven auf die Kaufmanns- oder Marktperspektive des nackten Darwinismus erspart geblieben; und damit vielleicht auch der Neodarwinismus, der Sozialdarwinismus, der ganze weitere Reduktionismus in der Evolutionstheorie, vielleicht sogar das frühe Überborden des Neoliberalismus, der nun als Naturgesetz legitimiert erschien.

Man wird es als paradox empfinden, wenn festzustellen bleibt, daß die Zeit eher auf das Konzept von WALLACE vorbereitet war, als auf das DARWINS. Aber jedermann konnte den „struggle for live" erleben oder doch in der Zeitung nachlesen, niemand dagegen kannte etwa „Heteromorphosen," wiewohl man sie schon bei DARWIN hätte nachschlagen können. Dabei hätte der noch junge Vulgärdarwinismus mit diesen sowie mit weiteren Phänomenen innerer Evolutionsbedingungen widerlegt werden können.

4.3 Ernst Haeckel und sein Grundgesetz

Dem geistigen Abenteuer im viktorianischen England steht die jetzt in Deutschland bevorstehende, nur um eine Generation verschobene Auseinandersetzung in nichts nach. Der Wandel im Werden unseres Menschenbildes wird nun ernsthaft durchgefochten.

Die Zentralfigur in der kommenden Auseinandersetzung wird ERNST HAECKEL (1834–1919). Er ist eine halbe Generation jünger als WALLACE, hätte also ein Sohn DARWINS sein können und wurde nun des-

Ernst Haeckel

sen „deutsche Bulldogge"; allerdings gröber als HUXLEY. Für HAECKEL ist DARWIN und nicht WALLACE der große Entdecker und Weltenwandler. Er nennt sich, wie erwähnt, einen Alt-Darwinisten, weil er die Reduktion der DARWIN/LAMARCKschen Lehre auf WALLACES Darwinismus nicht mitmacht. Hier greift schon die Lehre von KARL ERNST VON BAER, die er auch weiter entwickelte.

Elternhaus und Ausbildung des ERNST HAECKEL sind von Interesse. Sein Vater ist Oberregierungsrat in Kirchen- und Schulangelegenheiten. Und es mag schon sein, daß ihm auch aus diesem Umstand eine Opposition gegen die Kirche entstanden ist. Das ist zwar nicht verbrieft, aber eine Möglichkeit, an die gedacht werden sollte.

Er studiert in Berlin, geht anschließend nach Helgoland. Dort gibt es zu dieser Zeit noch keine Meeresstation, aber er interessiert sich für marine Organismen. Das muß mit seinem Wunsch verbunden gewesen sein, den Formenreichtum der Tiere zu erleben, denn zweiundzwanzig der vierundzwanzig Tierstämme sind im Meer daheim.

Er wird Assistent bei VIRCHOW, arbeitet über Radiolarien (schwebende Einzeller) in Messina und über Medusen. Es sind dies allesamt Formen, die wieder durch ihren Formenreichtum, die Schönheit und das pittoreske ihrer Gehäuse oder Tentakelkronen und Glockenformen auffallen. Es ist also die Mannigfaltigkeit und die ästhetische Seite, von der ERNST HAECKEL an die Biologie herankommt.

Er wird 1862, erst 28-jährig, Professor für Zoologie in Jena und publiziert dort schon über die Entwicklungstheorie DARWINS. Er war früh für die Abstammungslehre eingenommen, und der große Eindruck, den sie auf ihn machte, hat sein ganzes Leben strukturiert. Er ist 32 Jahre alt, also vier Jahre nach seiner Berufung, als er den Band: „Generelle Morphologie" veröffentlicht. Es geht ihm darum, neue Beweise für die Abstammung, namentlich aus der Embryologie, beizubringen. Daraus das Zitat einer wichtigen Stelle:

> *„Die Entwicklung der Organismen zerfällt in zwei nächst verwandte und eng verbundene Zweige: die Ontogenie oder die Entwicklungsgeschichte der organischen Individuen und die Phylogenie oder die Entwicklungsgeschichte der organischen Stämme..."*

Das ist heute schon für einen Gymnasiasten eine Selbstverständlichkeit: damals aber stellte es die erste, saubere und synthetische Formulierung dar, die wir zu diesem für die Evolution elementaren Zusammenhang besitzen. Und anschließend sein Biogenetisches Grundgesetz:

> *„Die Ontogenie ist die kurze und schnelle Rekapitulation der Phylogenie, bedingt durch die physiologischen Funktionen der Vererbung (Fortpflanzung) und Anpassung (Ernährung) (merkwürdigerweise). Das organische Individuum wiederholt während des raschen und kur-*

zen Laufes seiner individuellen Entwicklung die wichtigsten von denjenigen Formveränderungen, welche seine Voreltern während des langsamen und langen Verlaufes ihrer paläontologischen Entwicklung nach den Gesetzen der Vererbung und Anpassung durchlaufen haben."

In der Gegenwart ist daran viel herumgebosselt worden: nämlich ob es sich um ein Gesetz oder um eine bloße Regel handle. Natürlich ist es ein Gesetz, wenn man von den palingenetischen Merkmalen die caenogenetischen abtrennt, also die alten, wiederholenden, von den neuen, die als Anpassung an das Larven- oder Embryonalleben hinzugekommen sind. Denn jede Ontogenie hat ihre Phylogenie. Jede Entwicklungsgeschichte ist so alt wie ihre Stammesgeschichte, und zwar Jahrmilliarden, so alt wie die Vielzeller. Darauf kommen wir noch zurück.

Im Prinzip war das nicht wirklich neu, sondern fand sich schon bei Karl Ernst von Baer Anfang des 19. Jahrhunderts. Aber Haeckel hat damit ernst gemacht.

In die Zeit dieser Texte fällt auch sein Besuch bei Darwin. Dabei lernt Haeckel auch Huxley, Lyell und Wallace kennen und ist von der Begegnung mit Darwin beeindruckt. Wörtlich:

„Der einnehmende herzliche Ausdruck des ganzen Gesichtes, die leise und sanfte Stimme, die langsame und bedächtige Aussprache, der natürliche und naive Ideengang seiner Unterhaltung nahmen in der ersten Stunde unseres Zwiegespräches mein ganzes Herz gefangen wie sein großes Hauptwerk früher, gleich beim ersten Lesen, meinen ganzen Verstand im Sturm erobert hatte. Ich glaubte, einen hehren Weisen des hellenischen Altertums, einen Sokrates oder Aristoteles lebend vor mir zu sehen."

Zur „Generellen Morphologie", die er ähnte, in seinem 32. Lebensjahr verfaßte, ist ein Brief an Huxley erhalten, der interessant ist. Hier ein Ausschnitt daraus:

„Da ich auf das entschiedenste und rücksichtsloseste (man beachte die Wortwahl) *den Dogmatismus und die Teleologie bekämpfe, der noch gegenwärtig unsere Wissenschaft beherrscht, hat das Buch nicht auf viel Freunde zu hoffen. Umso mehr darf ich wohl Sie, als einen der eifrigsten und freimütigsten Verfechter unserer Grundsatzsätze bitten, sich seiner anzunehmen und zu verteidigen."*

Teleologie als Begriff erwähnte ich bisher noch nicht. Er stand aber bei einigen meiner Geschichten bereits im Hintergrund. Es ist die Lehre *(logos)* von Ziel, Zweck und Vollendung *(telos)*, und man erinnert sich, daß schon Aristoteles meinte, daß es die Pflanzen noch nicht zu Tieren gebracht und die Tiere das Ziel Mensch noch nicht erreicht hätten.

Der christliche Rationalismus setzt dafür Gottes Absichten ein. Das Konzept ist entweder anthropozentrisch, wenn es annimmt, daß alles für den Menschen da sei. Oder es ist transzendent („hinübersteigend" ins Unerforschliche), wenn mit einem außerweltlichen, zwecksetzenden Wesen gerechnet wird. Auf letzteres baut die christliche Lehre.

Aus seinen Zeilen erfahren wir, daß HAECKEL schon unter Beschuß geraten ist und bei HUXLEY Schutz sucht.

Die Auseinandersetzung zwischen Evolutionismus und Kreationismus steht damit in Deutschland aber erst an ihrem Beginn, und als HAECKEL im Alter von 45 Jahren die „Natürliche Schöpfungsgeschichte" publiziert, werden die Dinge noch immer ernster. Es kommt so weit, daß er, wie wir aus einem Brief an eine Freundin von ihm wissen, in die Defensive gedrängt wird.

> *„Die Früchte vom Baum der Erkenntnis (schreibt er) sind es immer noch wert, dafür das Paradies zu verlieren."*

Später schreibt er an Huxley:

> *„Gegen die Angriffe der gewöhnlichen Kritik bin ich ganz gefühllos. Auch ist es mir sehr gleichgültig, ob viele Fachgenossen, die früher etwas von mir hielten, mich jetzt als einen ganz verlorenen und verdorbenen Menschen ansehen. Sehr leid sollte es mir aber tun, wenn ich durch meine radikale Konsequenz auch unserer Wissenschaft und speziell der Geltung der Deszendenz-Theorie geschadet haben sollte, wie u.a. auch* DARWIN *und* GEGENBAUR *glauben."*

Das ist aufschlußreich. GEGENBAUR war in dieser Zeit einer der bedeutendsten deutschen Anatomen. Und DARWIN dürfte HAECKELS militante Art nicht sympathisch gewesen sein. In England war man, jedenfalls der Gentleman, von noblerer Art. Der kritische Beschuß in Deutschland hingegen war gröber, was HAECKELS Ausdrucksweise verständlich machen kann. Gegenüber HUXLEY rechtfertigt er sich:

> *„In diesem Punkt bin ich anderer Ansicht. Eine radikale Reform der Wissenschaft, wie wir sie erstreben, kann nicht durch zarte und sanfte, sondern nur durch energische und rücksichtslose Mittel herbeigeführt werden. Einen Augias-Stall wie die Morphologie kann man nicht mit Glacé-Handschuhen, sondern nur mit der Mistgabel ausräumen, und man muß derb und ungeniert anpacken."*

HUXLEYS Antwort schätze ich besonders und gebe das Resumé seines Schreibens hier genüßlich wieder:

„Was die polemischen Exkurse anlangt, so schmunzle ich natürlich teilnahmsvoll über dieselben und dann sage ich: ‚wie sind sie ungezogen' (nasty)... Ich habe mir selbst zu viel Ähnliches geleistet, um nicht völlig mit Ihnen zu fühlen, und ich neige sehr zu dem Glauben, daß es gut ist, wenn ein Mann, wenigstens einmal in seinem Leben, einen öffentlichen Kriegstanz aufführt gegen alle Arten von Humbug und Betrug."

Ich stelle mir vor, daß HUXLEY, wenn er von Kriegstanz redet, das stets harmlos-brambasierende Gehabe, vielleicht die zugehörigen, sogar etwas lächerlichen Maskeraden vor Augen gehabt haben mag. Dennoch hat die Situation etwas Unausweichliches.

Man erinnert sich der Regel, daß sich die wirklichen Entdecker eines Zusammenhangs nicht in der durch sie ausgelösten Auseinandersetzung zeigen, sondern ihre Nachfolger die Sache ausbaden. Von KOPERNIKUS zu KEPLER und GALILEI lagen gut zwei Generationen, von DARWIN zu HUXLEY und HAECKEL ist es eine. Diese Kopernikanischen Wenden, von welchen schon die Rede war, sind ja auch als Beleidigungen des Menschen aufgefaßt worden. Erste Beleidigung: der Mensch wird aus dem Zentrum des Kosmos an den Rand geschoben, zweite: er wird in die Verwandtschaft der Affen gestellt. Wir werden mit KONRAD LORENZ und der „Evolutionären Erkenntnistheorie" noch einer dritten „Beleidigung" begegnen, die darin besteht, daß des Menschen Geist nicht von höchster Stelle eingehaucht, sondern unter Mühen und Plagen vieler Generationen aus den „niederen" Frühmenschen herausgezwungen wurde.

Es ist berührend, daß HAECKEL im Grunde ein religiöser Mensch war, mit der Lebensart eines Verkünders, wenn auch nicht in dem Maße, wie wir es von GALILEI und KOPERNIKUS kennen. Diese wollten den Menschen an der ungleich größeren Weite der Schöpfung teilhaben lassen. HAECKEL will ihn an der Offenbarung des Verstandes läutern. Der folgende Ausschnitt aus „Natürliche Schöpfungsgeschichte", in dem er die Absicht dieses Werkes angibt, kann das belegen; Es geht darum

„recht viele Leser anzuregen, nämlich tiefer in das Heiligtum der Natur einzudringen, und aus der nie versiegenden Quelle der natürlichen Offenbarung mehr und mehr jene höchste Befriedigung des Verstandes durch wahre Naturerkenntnis, jenen reinsten Genuß des Gemütes durch tiefes Naturverständnis, und jene sittliche Veredelung durch einfache Naturreligion zu schöpfen, welche auf keinem anderen Wege erlangt werden kann."

Wenige Biologen haben auf das Welt- und Menschenbild der Gesellschaft ihrer Epoche so nachhaltigen Einfluß genommen wie HAECKEL. Selbst DARWIN hat mehr auf die ihm nachfolgende Wissenschaft ge-

wirkt als auf seine Zeitgenossen. Das ist auf DARWINS Vorsicht gegenüber HAECKELS populären, absichtsvoll aus der Biologie, aus der Bewunderung und Achtung der Natur in das passende Weltbild seiner Zeit hineinwirkenden Bücher zurückzuführen. Wir werden die Dimension einer solchen Wirkung erst wieder bei KONRAD LORENZ finden. Allerdings geht es dann charakteristischerweise nicht mehr um Evolutionismus versus Kreationismus und auch nicht mehr ausschließlich um die Schönheit und Achtung der Natur. Vielmehr beschäftigt den Menschen die existenzbedrohende Frage des Umweltproblems und des „Abbaus des Menschlichen" in unserer technisierten Welt.

4.4 Jesuiten, Monisten, Naturreligion

Es beginnt so etwas wie ein Kampf um Weltanschauungen. VIRCHOW wird HAECKELS Feind, was sicher nicht gut getan hat. Es werden ihm Fälschungen untergeschoben. Ein Beispiel: Auf einer Bildtafel, welche die Embryonalentwicklung von Säugetieren vergleichend darstellt, finden sich verschiedene Arten (vom Schwein bis zum Menschen) nebeneinander, die Entwicklungsstadien entsprechend untereinander. Sinn der Darstellung ist es, zu zeigen, daß sich die Endstadien der Entwicklung sehr wohl nach Arten unterscheiden lassen (man erkennt das Hunde-, Affen- und Säuglingsgesicht), die Frühstadien jedoch nicht. Sie folgen demselben Muster und haben identische Formen.

Man hätte für die Darstellung der Frühformen tatsächlich ein und dasselbe Bild verwenden können, so sehr gleichen sie einander. Es kann darum sein, daß HAECKEL die Abbildung eines der Frühstadien nicht zur Hand hatte und er, sein Assistent oder der Drucker deshalb ein Bild einfach zweimal setzen ließ. Tatsächlich ist das auch den Abbildern nicht zu entnehmen. Hat ihn jemand vernadert? Für die Aussage der Abbildung ist das freilich belanglos. Deutsche Jesuiten aber klagten laut über HAECKELS Fälschungen. Es wurde ihm auch unterstellt, er habe geäußert, Gott sei ein gasförmiges Wirbeltier. Das ist freilich absurd.

Einige Jesuiten sprachen jedenfalls beim Großherzog von Weimar vor und baten, man möge den Mann von der Lehrkanzel in Jena entfernen. Und da ist nun eine treffliche Einsicht des Großherzogs überliefert, der die Herren Jesuiten fragte:

> *„Ja glauben Sie denn, daß der Mann das Zeug, das er vorträgt, wirklich glaubt?"* Die Jesuiten drauf: *„Ja offensichtlich glaubt er das"*, worauf der Großherzog gesagt haben soll: *„Aber dann tut er ja nichts anderes wie Sie, meine Herren"*.

Offenbar ein aufgeklärter Herrscher.

Im Deutschland dieser Zeit spielte der sogenannte Monistenbund eine Rolle. Heute hört man kaum mehr etwas von ihm. Damals war es eine Freidenker-Organisation, die zwar nicht Promiskuität predigte, aber so etwas wie eine kirchenfeindliche Naturreligion, die das menschliche Leben von religiösen Indoktrinationen und Eingriffen frei zu machen wünschte. Je nachdem wie man es also sehen wollte, waren es Aufklärer, Materialisten, Gottlose oder Aufwiegler. Den längst populären HAECKEL, ob er wollte oder nicht, machten sie zu einer Leitfigur.

Nun können wir den Bosheiten der Jesuiten die Narreteien der Monisten entgegenstellen. Sie riefen 1904, bei ihrem Kongreß in Rom, den schon siebzigjährigen HAECKEL unter dem Denkmal des von der Inquisition verbrannten GIODANO BRUNO, am Campo di Fiori, – *„ecco il grande Tedesco"* – zum Gegenpapst aus.

Was sich der Siebzigjährige dabei wohl gedacht haben mag? Vielleicht ist es sogar besser, es nicht zu wissen. Aber schließen wir den HAECKEL-Bericht mit einem Blick auf seine Weitsicht.

Im Grunde hat er die Evolutionäre Erkenntnistheorie vorweggenommen, von welcher noch ausführlicher zu berichten sein wird. Die Stelle ist wohl vielfach überlesen oder vergessen worden, denn auch der belesene KONRAD LORENZ hat sie nicht gekannt, als er 1941 von seiner Professur in Königsberg aus, also im Nachschatten KANTS, seine erste Arbeit über die biologische Herkunft unserer Verstandeskriterien publizierte: „Die Kantischen Apriori im Lichte zeitgenössischer Biologie". Ein entscheidender Satz daraus lautet, daß

> *„unsere angeborenen Anschauungsformen wahrscheinlich aus demselben Grund in diese Welt passen, aus welchem die Flosse des Fisches schon ins Wasser paßt, noch bevor er aus dem Ei geschlüpft ist."*

Offensichtlich phylogenetisch-genetisch erworbener Kenntnisgewinn unserer Ausstattung. Die ontogenetischen *Apriori* des Wissens nach KANT sind ebenso *a posteriori* Lernprodukte aus unserer Stammesentwicklung. Bei HAECKEL lautet das folgendermaßen:

> *„Der große Irrtum von* KANT *beruht hauptsächlich darauf, daß seiner kritischen Erkenntnistheorie die physiologischen Grundlagen fehlen, die erst 60 Jahre nach seinem Tod durch* DARWINS *Reform und Entwicklungslehre und durch die Entdeckungen der Gehirnphysiologie gewonnen wurden. Er (*nämlich KANT*) betrachtete die Seele mit ihren angeborenen Eigenschaften der Vernunft als ein fertig gegebenes Wesen. Er dachte nicht daran, daß diese Seele sich phylogenetisch aus der Seele der nächst verwandten Säugetiere entwickelt haben könnte. Die wunderbare Fähigkeit zur Erkenntnis a priori ist aber ursprünglich entstanden durch Vererbung von Gehirnstrukturen, die bei den Vertebraten-Ahnen des Menschen langsam und stufenwei-*

se durch Anpassung und synthetische Verknüpfung von Erfahrungen und Erkenntnissen a posteriori erworben wurden."

Freilich ist diese Erkenntnislehre erst von LORENZ und mit seinem Buch „Die Rückseite des Spiegels" von 1973 merkmalsreich aufgebaut und wahrgenommen worden. HAECKELS Voraussicht bleibt aber bemerkenswert.

Einer seiner Nachfolger im Jenaer Institut war LUDWIG PLATE, wie sein Lehrer ein Alt-Darwinist. Ich muß ihn schon deshalb dankbar hervorheben, weil er mir bereits in meiner Gymnasiastenzeit eine Welt eröffnet hat. Wochenlang hortete ich mein Taschengeld, um sein Buch „Abstammungslehre" von 1926, das ich in der Auslage einer Naturalienhandlung betrachtete, zu erwerben. Wie es sich herausstellte, war es ein Lehrbuch. Während aber Lehrbuchautoren sich heute darum bemühen, gesicherte Fakten zu Prüfungsstoff zusammenstellen, verfuhr PLATE noch anders:

Er stellte die Probleme der Lamarckisten ebenso offen dar wie die der WALLACEschen Darwinisten und legte damit seinen Finger auf alle offenen Fragen der Abstammungslehre seiner Zeit. Das war aufregend und herausfordernd. Und damit sind wir nun auch am Beginn des nächsten Kapitels angekommen.

Wenn es mir geglückt sein sollte, einiges der Dramatik im damaligen Wandel von Welt- und Menschenbild zu schildern, erscheinen uns heute diese Auseinandersetzungen zwischen Jesuiten und Monistenbund absurd. Aber zu jener Zeit war auch die Erregung der Kirche gegenüber GALILEI und KEPLER in eine schon nicht mehr nachvollziehbare Ferne gerückt. Wir werden das verstehen können, wenn ich, wenn auch viel später in meiner Geschichte (in Teil 9), zu berichten haben werde, wie fern der „dritten kopernikanischen Wende" auch der Monistenbund geworden ist. Jedenfalls war damals die Zeit auf HAECKEL vorbereitet.

Ludwig Plate

Während einem in der ersten Wende immerhin die Folterwerkzeuge gezeigt wurden, man in der zweiten noch zum Gegenpapst ausgerufen werden konnte, wird die dritte nur mehr wie eine akademische Querele aussehen. Die großen Auseinandersetzungen zwischen Evolutionismus und Kreationismus werden schrittweise der Gleichgültigkeit weichen, ohne dabei aber die Diskrepanz intellektuell gelöst zu haben. Die wirkliche Dramatik um das Menschenbild kann ich jetzt erst folgen lassen.

Das einzige, das kulturgeschichtlich weiterhin zu Buche steht, ist die Leistung HAECKELS für den Rang der Biologie. Bereits vor hundert Jahren begann sie, mit Ausnahme des Booms der Mikrophysik, den anderen Wissenschaften den Rang abzulaufen.

4.5 Lamarckisten und das zweckgerichtete Weltbild

Welche Art von Augias-Stall soll nun die Morphologie der Haeckelzeit gewesen sein? Den Mist haben, nach HAECKELS Ansicht, die Vitalisten, Dualisten und Teleologen gemeinsam gemacht.

Die Vitalisten waren zu kritisieren, weil sie eine Lebenskraft postulieren, welche nur dem Lebendigen gegeben und aus chemo-physikalischen Prozessen nicht zu erklären sei; die Dualisten, weil sie Leib/Seele und Materie/Geist grundsätzlich trennen und die Teleologen, indem sie eine zweckgerichtete Weltordnung behaupten, nach der dem Lebendigen Sinn und Ziel gottgewollt vorgegeben sein müssen.

Es geht HAECKEL um ein Postulat: ein mechanistisch-materialistisches und antiklerikales Weltbild, das alle Lebensphänomene auf Kausalgesetze zurückführen will, allerdings ohne die Zweckursache, was uns später noch beschäftigen muß.

Man erinnert sich, daß HAECKEL sowie PLATE einen Alt-Darwinismus vertraten, in dessen Rahmen die Wirkung der Milieuselektion als verbürgt, dagegen die Ursachen erblicher Variationen und die innerer Bedingungen nicht nur offen blieben, sondern auch erwartet und als von einer gewissen Zweckmäßigkeit gedacht wurden.

Gegen den puren, WALLACEschen Darwinismus mußten sich also Bedenken regen; zumal erst durch einen solcherart populär gewordenen und einenden Darwinismus nun auch innerhalb der Evolutionisten eine geeinte Opposition entstand und der Begriff Lamarckismus erst seinen Sinn bekommt. Unter diesem neuen Titel wurde dann auch die Erwartung jener inneren Bedingungen subsumiert, an die LAMARCK gar nicht dachte und die in DARWINS Pangenesis-Theorie enthalten sind.

Was zunächst die Erklärungsversuche des zweckmäßigen Variierens nach LAMARCK und dessen Erbmechanismus nach DARWIN betrifft, mußten allerlei Bedenken aufkommen.

Wie sollte man beispielsweise bei Pflanzen aus Bedürfnis und Gebrauch das Entstehen von Stacheln verstehen? Es mußte die Funktion von Bedürfnissen und Gebrauch in allen jenen Fällen unsicher werden, wo neue Organe auch in Spuren noch nicht vorhanden sind aber dennoch entstehen.

Dass nicht gebrauchte Organe kleiner und zu Rudimenten werden, zeigt die vergleichende Anatomie. Worin aber die Ursache der Verkleinerung besteht, war noch immer nicht geklärt. Kann man, wie beispielsweise bei einem atrophierten Muskel, an einen energetischen Vorteil denken, bei dem das unnötig Gewordene nicht weiter ernährt wird? Aber sollte auch bei den vielen anderen Fällen der energetische Nutzen der Einsparung gewirkt haben? So etwa auch beim Abbau des Spitzohres unserer Vorfahren zu dem kleinen Rest, den man Darwinhöcker nennt?

Man bemerkte zudem ein weiteres Phänomen, das wir als Koadaption näher kennenlernen werden, und das aus Bemühung und Gebrauch allein kaum zu verstehen ist. Wenn sich eine Giraffe streckt, werden Muskeln und Bänder beansprucht, auf die Knochen wird dagegen eher mehr Druck ausgeübt. Wie das Rückenmark und die Blutgefäße von der Streckung mitgeführt werden, ist gewiß schwierig zu erklären.

Damit schließen die Rätsel um die inneren Bedingungen an und ebenso die Erinnerung an die begrenzten Entwicklungsmöglichkeiten, die schon Karl Ernst von Baer aufgedeckt hatte, und die mit einer beliebigen Ausstrahlung der Variabilität in Konflikt geraten. Von dem uns schon bekannten Nägeli kommt das Vervollkommnungsprinzip in die Auseinandersetzung hinein. Eimer trägt mit seiner funktionellen Abstammungslehre weiteren Diskussionsstoff bei. Die Dinge wurden also unübersichtlich.

Über einen anderen Aspekt dieses Themas kommt der Vitalismus in die Diskussion. Schon in der Zeit des Lamarck mochte man einen „Bildungstrieb" annehmen. Wie sonst sollte unser Bedürfnis erklärt werden, das uns veranlasst, unseren Körper gesund zu halten und zu trainieren, den Geist zu üben und weiterzubilden? Man hat nicht den Eindruck, daß das nur durch das Milieu durchgesetzt wird. Und wenn uns Menschen ein solcher Bildungstrieb wahrnehmbar ist, warum sollte man ihn nicht auch bei Tieren und selbst bei Pflanzen allgemein voraussetzen?

Dieser, denkt man an niedere Organismen, müßte dann wohl auch Geweben und sogar Zellen zugedacht werden. So entsteht das, was man Psycholamarckismus nennt. Ernsthafte Forscher, wie Raul Francés „Sinnesleben der Pflanzen", befaßten sich damit und mehr sogar noch Salons und geistreiche Zirkel. Der Boden war bereitet für Erfolgsbücher wie „Die Intelligenz der Blumen" oder „Das Leben der Termiten" des Literaten Maurice Maeterlinck. Damit befinden wir uns aber schon am Anfang des 20. Jahrhunderts.

Man wird gerne zugeben, daß es im Lebendigen auch nach dem heutigen Stand noch viele unverstandene, phantastisch anmutende Phänomene gibt. Sie sind jedoch von anderer Art.

Mit dem Dualismus war in der Evolutionstheorie nichts anzufangen. Wir haben uns mit diesem Begriff daher auch noch nicht beschäftigt, wiewohl er unserem Thema längst parallel läuft.

Er entstand mit der Vorstellung einer ewigen Weltseele schon vor PLATON, formt sich mit der Frage aus, wie denn die Seele des Menschen an solch ewigem Status teilhaben könnte, wird von der Lehre der Kirche übernommen und findet seine wissenschaftlichste Ausformung bei DESCARTES. Dieser teilte die Welt dualistisch in eine ausdehnungslose, immaterielle *res cogitans* von Geist und Seele und eine ausgedehnte, materielle *res extensa* des Körperlichen auf.

Diese Vorstellung durchzieht zwar die ganzen rationalistischen oder idealistischen Alternativen unseres Menschenbildes, spielte aber, eben weil unerforschlich, nur bei den Scharfmachern unter den Materialisten der Aufklärung, wie MAUPERTUIS und LAMETTRIE, eine Rolle. Erst jetzt, in den Turbulenzen um Fälschungen und Gegenpapst, zwischen Jesuiten und Monisten, berührt das Thema auch den Evolutionismus.

Schließlich bleibt noch der teleologische Standpunkt einer zweckgerichteten Weltordnung zu betrachten. Ich finde, daß gegen eine von einem gütigen Gott gewollte Welt nichts einzuwenden wäre, böten sich da nicht dennoch einige Schwierigkeiten. LEIBNIZ versuchte schon 1765 zu begründen, daß wir uns in der besten aller denkbaren Welten befänden. Dies rief sogleich VOLTAIRE auf den Plan, der in seinem „Candide" die ganz miserablen Seiten dieser Welt überzeugend darstellte. Auch als Biologe frage ich mich, ob es ausreicht, Elend, Siechtum, Seuchen und gräßlichen Tod als Prüfungen Gottes zu erklären.

Zudem mußte ich erkennen, daß der echte, physikalische Zufall die elementare Voraussetzung alles Schöpferischen in der Evolution ist. Sie erweist sich, wie noch zu zeigen sein wird, nicht als geplant, sie plant sich selbst. EINSTEIN konnte sich mit der Vorstellung, daß Gott würfle, nicht anfreunden. Nun stellt sich tatsächlich heraus: Er würfelt. Er hält sich aber auch an die (von wem?) erwürfelten Gesetze.

Akzeptiert man das einerseits und wünscht dennoch andererseits, sich eine Wesenheit vorzustellen, welche den Urknall, die Ausgangsbedingungen des Kosmos gesetzt hat, so ergibt sich aus dem Zeitgeist, den ich bereits zu veranschaulichen versuchte, wieder ein neues Menschenbild. Der Evolutionismus wurde so faktenreich, daß er den Kreationismus berühren mußte. Und, wie das in Fragen um die Weltanschauung wohl sein muß, in der Auseinandersetzung um die noch rätselhaften Bedingungen des Evolutionsprozesses wurde, was nahe liegt, eine Palette von Standpunkten verteidigt.

WALLACES Darwinismus ist im Grunde ganz mechanistisch: Irgendetwas produziert Variationen und macht sie auch erblich. Aus dem

Kampf aller gegen alle entsteht schließlich auch der Mensch. HAECKELS Haltung ist, was die Jesuiten nicht bemerkten, merkwürdigerweise schon milder. Bei allem Kampf ums Dasein wird dem Prozeß doch noch eine, wenn auch naturreligiöse Vernunft zugedacht. Als nächstes lassen die Vitalisten eine physikalistische Erklärung der Welt zu, denken aber dem Lebendigen eine noch dunkle Lebenskraft, eine *vis vitalis* zu. Die Dualisten nähern sich dem Kreationismus noch mehr, indem sie in einer physikalistisch erklärbaren, hinfälligen Welt wenigstens die Seele als davon unabhängig denken. Und endlich ist es die Vorstellung von einer zweckgerichteten Welt, die sich alles zusammen genommen als Gottes Plan erklärt.

Ich bin mir nicht sicher, ob man mir zustimmen wird, wenn ich meine, daß die Unterschiede im Grunde gar nicht so groß sind. Ob die Ursache dieser Welt schon jenseits des Urknalls das Schöpferische des Zufalls zugelassen hat und die Welt sich danach entwickeln ließ, oder ob der Schöpfer doch seine Hand immer noch im Spiele ließ. Das Rätselraten um alles noch Unbekannte ist zwischen diesen beiden Positionen unterzubringen.

Wir sind damit aber schon ins 20. Jahrhundert gekommen und müßten uns nun wissenschafts- und ideengeschichtlich an den Übergang von Darwinismus und Lamarckismus zu Neodarwinismus und Neolamarckismus begeben.

Es gibt jedoch vor dieser Geschichte noch etwas zu bedenken. Wir müssen uns gewissermaßen in einer Art Atempause zusammenfassend vor Augen halten, welche Aspekte der Evolution bislang verbindlich erkannt wurden. Immerhin sind wir in die kontroversiellen Versuche, die Evolution zu erklären, bereits hineingeraten. Eine Auseinandersetzung mit dieser Fragestellung ist deshalb notwendig, weil die Erklärungsversuche des Evolutionsprozesses künftig noch mehr weltanschauliches Gewicht bekommen werden; und weil sich – das ist entscheidend – die Prozesse des Erkennens von jenen des Erklärens gründlich unterscheiden.

Das kann man schon daran erkennen, daß etwas nicht Erkanntes auch nicht erklärt werden kann. Das Erkannte verträgt, wie wir bereits gesehen haben, ohne sich zu verändern, die unterschiedlichsten Erklärungen. Eine Veränderung des Erkannten verlangt allerdings sogleich auch eine veränderte Erklärung.

Was also hätte sich in der geschilderten Zeit in Welt- und Menschenbild gewandelt? Die Fassung des Lamarckismus, um auf das nächstgelegene des sich wandelnden Weltbildes zurückzublicken, haben wir als Opposition gegen den Darwinismus verstanden. Er hat nicht viel gebracht, außer vielleicht der generellen Diskussion, welche die verlorenen Gesichtspunkte des Darwinismus im Altdarwinismus lebendig erhalten konnte. Gemeint ist speziell die Frage um die Existenz innerer Mechanismen.

Betrachtet man die geschilderten Wandlungen der Theorien insgesamt, so ist zunächst die Auseinandersetzung zwischen Evolutionismus und Kreationismus, zwischen Biologie und Kirche, noch auffallender geworden. Wesentlicher aber ist die vorbereitete Spaltung in der Evolutionstheorie selbst. Sie ist für die Entwicklung unseres Menschenbildes interessanter. Die Frage wird absehbar, ob wir Menschen uns als ein Zufallsprodukt blinder Naturgesetze verstehen müssen, oder ob vielmehr doch ein Plan, so etwas wie eine „prästabilierte Harmonie" unser Werden auf einen Sinn in diesem Kosmos zulenkt.

Niemand fragte sich das bislang so deutlich. Und es wird noch ein halbes Jahrhundert mit all seinen Diskussionen verstreichen, bis uns die Perspektiven von JACQUES MONOD und TEILHARD DE CHARDIN erlauben, diese Frage (in Teil 7.3) auf den Punkt zu bringen.

2 Die ideologische Phase

Der Schnitt, den die Gliederung des Textes verlangt, vollzieht sich in der Kulturgeschichte differenzierter. Denn auch schon bisher fanden wir Ideologien: Schöpfungsglauben sowie groben Materialismus. Eher ist es nun so, daß die Heroen der ideologischen Phase vielfach in der anonym werdenden Masse der wachsenden Forschungsinstitute versinken und Ideologien von ganz anderer Art entstehen.

Der Unterschied zur heroischen Phase ist freilich schon durch den geringeren Zeitabstand gegeben. Selbst die „kernigen" Sätze verlieren sich, was jedoch nichts an der Dramatik der Veränderungen des Menschenbildes ändert. Allerdings verläuft die Dramaturgie über andere Themen und in anderen Termini.

Die neuen Ideologien sind von parteipolitischer Art. Da sich nun die Evolutionstheorie zu bewahrheiten scheint, werden die egalitären wie auch liberalistischen Gesellschaften, wie die rechten wie linken Reichshälften, für ihre jeweils gepachtete Wahrheit aus den wissenschaftlichen Wahrheiten zusätzliche Legitimation erwarten.

Das läßt sich aus der Retrospektive so bewerten. Die Entwicklung der Theorie hat ihren eigenen, technischen Lauf genommen und die „Beweise" wandeln sich zu einer ebenso fülligen Serie offener Fragen. Aber die Gesellschaftstheorien warteten bereits im Hintergrund, setzten zwar keine Scheiterhaufen mehr durch, führten aber im Fall des Wiener Biologen Paul Kammerer immerhin zu dessen Selbstmord.

Was also wandelt Geschichte? Zwar wird nun der Wandel der Stile und Werkstätten dem Kollektiv der Labors und Schulen zuzuschreiben sein, er vollzieht sich aber immer in einzelnen Köpfen. Es kann sein, daß Raffael es gar nicht bemerkte, als Michelangelo die Renaissance überwand. Und wir haben gesehen, daß Nägeli, Wallace und Hooker alle zusammen nicht bemerkten, daß Mendel schon die klassische Genetik begründet hatte. Seine Gesetze mußten erst wiederentdeckt werden. Davon werde ich später noch zu berichten haben. Nobel ist das zwar auch nicht, aber selbst das Rad wird in den folgenden Geschichten

noch mehrmals erfunden werden. Es lösen einander eben doch nicht Theorien ab, sondern Schulen.

In meiner Studienzeit waren zwar manche der nun Handelnden auch schon geschichtliche Personen, waren aber in meinen Studien ebenso lebendig, wie im Erlebnis meiner Lehrer und väterlichen Freunde, die, wie PAUL WEISS, der Nachfolger von PAUL KAMMERER, Zeitzeugen der folgenden Geschichten waren.

Als Student ist mir die Zeit, von der nun zu berichten ist, vom ausgehenden 19. Jahrhundert bis über die 50er Jahre des 20. Jahrhunderts, verwirrend erschienen, bis ich bemerkte, daß drei Strömungen nebeneinander verliefen, die zueinander überraschend wenig Beziehung hatten. Die Morphologen bewiesen die Abstammungslehre, die Physiologen produzierten widersprechende Erklärungen und die klassische wie bald die molekulare Genetik entwickelte sich so, als ob es die Probleme der Morphologen und Physiologen gar nicht gäbe.

Teil 5

Die Abstammungslehre scheint bewiesen

Es bedarf nun eines Rundblicks, um zusammenzustellen, was sich bis etwas über 1900 hinaus schon an Fakten versammelt hatte, welche die Lehre von der Abstammung als bewiesen erscheinen ließen. Wir befinden uns noch immer vor der Entwicklung der Genetik. Ein Rundblick empfiehlt sich deshalb, weil wir uns, ohne die Vorgänge des Erkennens und Erklärens zu vermengen, erst im Teil 6 mit den Auseinandersetzungen um die Erklärung jener Fakten befassen wollen.

Das folgende mag sich zunächst wie ein Lehrbuch jener Zeit lesen. Aber es kommt mir darauf an, darzustellen, wieviel schon erkannt war, ohne daß man bereits die Grundlagen für Variation und deren Erblichkeit sowie die inneren Mechanismen hätte erklären können. Damit ist jene klassische Situation gegeben, wo das Phänomen als verbürgt erkannt gelten kann, aber anbietet, dem Erkannten Erklärungen, sogar widersprechende Erklärungen, anzufügen.

Das Welt- und Menschenbild hat sich über die hier zu schildernden Erfahrungen kaum geändert. Wir haben schon einmal bemerkt, daß Faktensammlungen kaum Wirkung tun. Auch Tycho de Brahes vorzügliche Tabellen blieben in ihren Laden. Keplers Auswertungen bewegten die Geister. Und noch zwei Erfahrungen sind hier von Interesse:

Wir werden in eine Fülle von Einzelheiten gelangen. Bei einigen mag man sich fragen, ob sie denn überhaupt auf den Wandel der Evolutionstheorie, geschweige denn auf unser Weltbild eine Wirkung tun können. Wir werden aber erfahren, daß gerade sie es sind, die, obwohl zunächst verschüttet, heute umso mehr die Debatte und den Wandel anführen.

Ferner ist es für diese vorgenetische Periode kennzeichnend, daß sie ganz undramatisch verlief. Die intuitionistische Weise, mit der hier ein Riesenvolumen an Erfahrungen geschaffen und widerspruchsfrei in sich abgestimmt wurde, verlief kühl und akademisch. Keine weltanschauliche oder gar ideologische Debatte störte ernstlich den Ablauf. Das eben wird im Zusammenhang mit den Erklärungen anders werden und legt es nahe, die Teile getrennt zusammenzufassen.

5.1 Beweise aus der Systematik

Phänomene aus dem Umfeld „Natürlicher Ähnlichkeiten" nahm man damals sehr ernst. Sie alle konnten als Belege für die Abstammungslehre gelten – und in allen blieb die Erklärung dennoch offen. Sechs Beispiele mögen das illustrieren.

Lange schon wußte man, daß Esel und Pferd kreuzbar sind, sich ihre Nachkommen, Muli und Maultier, jedoch als unfruchtbar erweisen. Wodurch entstand aber trotz anfänglicher Kreuzbarkeit die echte Artengrenze? Der physische Unterschied konnte es nicht sein, weil alle Hunderassen, die sich äußerlich (wie z. B. Zwergsattler und Windhund) sogar noch viel mehr unterscheiden, sämtlich fruchtbar kreuzbar sind. Was also bestimmte die Begrenzung einer Art?

Weitere Phänomene steckten in der Variation der Individuen ein und derselben Art. So zeigte es sich, daß die Ausfärbung von Schmetterlings-Arten nach der geographischen Breite ihres Verbreitungsgebietes sehr verschieden sein konnte. Mußte man annehmen, daß die Unterschiede erblich sind? Es zeigte sich jedoch, daß man ähnliche Ergebnisse auch experimentell erzeugen konnte, wenn man die Individuen bei unterschiedlichen Temperaturen aufzog: Waren die Unterschiede der Färbung also nicht erblich? Man ist damit zu einem Begriff der funktionellen Rasse gekommen, der auch heute noch eine gewisse Rolle spielt. Er bezeichnet das Phänomen, daß sich unterschiedliche Individuen untereinander kreuzen lassen und fruchtbare Nachkommen hervorbringen. Es mußte im Werden neuer Arten einen Übergang von der nichterblichen zur erblichen Variation geben – ein Hinweis auf den Prozeß der Artbildung. Wie aber wäre der Unterschied verankert?

Ganz anders gelagert ist dagegen die Erfahrung, daß bei der Entwicklung der Individuen einer Art sehr unterschiedliche Formen auftreten können; geläufiges Beispiel: Raupe – Puppe – Schmetterling. Und es wurde nicht übersehen, daß die Bauform der Raupen im Prinzip jener Übergangsform entspricht, die man am Wege von den Gliederwürmern zu den Insekten annehmen mußte. Zudem entdeckte man in der Laubstreu der Tropen eine seltsame Kreatur, den *Peripatus*, der ebenfalls diesen Bau zeigte. Wieder ein Hinweis auf stammesgeschichtliche Zusammenhänge. Wie aber sollte man sich die erbliche Festlegung längst überlaufener Bauformen erklären?

Meeresbiologen fanden in der Entwicklung von Blumentieren (Hydroiden) einen Generationswechsel zwischen Polypen- und sehr unterschiedlichen Medusenformen. Andererseits beschrieben sie auch Entwicklungen über Larvenformen, die sich beträchtlich von den fertigen Individuen unterschieden. Nach Ähnlichkeiten geordnet stand nun lange Zeit eine Medusen- einer Polypensystematik gegenüber oder eine Lar-

vensystematik einer der Adultformen. Nach der erwarteten, gemeinsamen Stammesgeschichte mußten die jeweils zwei Systematiken einander bestätigen. Tatsächlich wurde auch das schrittweise nachgewiesen. Wie aber sollten so unterschiedliche Bauanleitungen jeweils nacheinander aktiviert werden können?

Dagegen erwiesen sich in der Systematik weit getrennte, sogar in verschiedenen Gattungen stehende Arten als mit fruchtbaren Nachkommen kreuzbar. Ein Widerspruch? Eigentlich nicht: denn der Nachweis gelang nur bei künstlicher Befruchtung von Arten, die geographisch weit getrennt voneinander lebten. War es aber einfach hinzunehmen, daß Kreuzbarkeit kein zureichender Grund für die Bestimmung einer Art sein mußte?

5.2 Beweise aus der vergleichenden Anatomie

Als Zentralphänomen war das der Homologien erkannt. Von seiner Wahrnehmung hängen nicht nur die Urteile im Rahmen der vergleichenden Anatomie ab, sondern auch jene in der Systematik, der Paläontologie und zuletzt der ganzen Abstammungslehre.

(1) Man erinnert sich, daß man bis in die Goethezeit von Analogien sprach, wenn man aufschlußreiche Ähnlichkeiten meinte. Dies änderte sich erst als RICHARD OWEN diese sehr glücklich Homologien nannte, die nun als Ähnlichkeiten aus Binnenbedingungen den Analogien als Ähnlichkeiten aufgrund von Außenbedingungen gegenübergestellt werden konnten.

Man denke daran, daß beispielsweise kein Wirbeltier der Wirbelsäule entbehrt, wiewohl ihre mechanische Funktion bei einigen Arten, wie beispielsweise den Kofferfischen oder den Schildkröten, längst nicht mehr gegeben ist. Man wird wissen, daß alle Handskelette der Säugetiere nach demselben Grundmuster gebaut sind, wiewohl sie, wie bei Affen, Pferden, Fledermäusen und Delphinen, längst ganz unterschiedliche Funktionen haben.

Der Begriff Homologie, so unentbehrlich er sich bis heute erweist, ist zugegebenermaßen nicht leicht zu fassen und hat ein entsprechend bewegtes Schicksal gehabt. Erstens, weil man meinte, er müsse abgeschafft werden, denn er entspränge deutscher idealistischer Philosophie. Davon war schon im Zusammenhang mit GOETHE die Rede. Zweitens, weil man hoffte, ihn umgehen zu können. Drittens, weil man meinte, den Vorgang des Erkennens von Homologien durch das Erklären ersetzen zu können, was erkenntnistheoretisch verkehrt ist und auch in sich nicht sauber gelang. Und viertens, weil er intuitionistisch ohnedies faßbar erscheint. Man mußte dabei hinnehmen, daß Intuition bei wider-

sprüchlichen Auffassungen kein Argument mehr bietet. Denn daß sich auch dieser Prozeß aufklären lassen wird, war noch nicht zu ahnen. All das wird uns in der folgenden Zeit noch beschäftigen.

Auch heute noch ist das Thema kontroversiell. Ich verstand, daß man die uns angeborenen Leistungen des Vergleichens aufklären mußte. Das ist eine erkenntnistheoretische Aufgabe. Und ich sah, daß man das Erkennen der Homologie über ein Wahrscheinlichkeitstheorem, der Menge bestätigter Erwartungen, verstehen muß, seine Erklärung dagegen aus der begründbaren Resistenz von Bauteilen gegen Veränderungen nach den funktionellen Bedingungen des jeweiligen Bauplans. Zweierlei Forschungsgebiete müssen hier zusammenwirken, und ich gebe zu, daß mir auf diesem erweiterten Gebiet noch wenige Fachkollegen gefolgt sind. Ich komme darauf ausführlich zurück.

In der Zeit, deren bereits reiche Kenntnisse ich schilderte, waren beide Prozesse des Erkennens und Erklärens noch ganz unaufschließbar. Damit sind wir bei einem entscheidenden Beleg für die Unabhängigkeit der Prozesse des Erkennens und Erklärens angelangt: Damals waren bereits eineinhalb Millionen Arten mit Tausenden Gruppen des Verwandtschaftssystems und den vielen Querverbindungen völlig richtig geordnet, ohne dabei den Prozess des Erkennens wahrzunehmen oder für den Prozess des Erklärens eine Lösung zu haben.

(2) Der Gegenbegriff Analogie scheint auf den ersten Blick leichter faßbar, wenn man zunächst Zufalls- und Funktionsanalogien auseinanderhält. Die Form der Glockenblume und der Schwimmglocke der Medusen gehen kaum auf dieselbe Ursache zurück. Bei Funktionsanalogien dagegen handelt es sich um den Erfolg der Anpassung nichtverwandter Organismen an dieselben Milieubedingungen. Wer immer schnell durchs Wasser muß, ob Hai, Knochenfisch, Saurier oder Delphin, wird auf Stromlinienform herausgezüchtet. Wem immer der Bau und das Milieu erlaubte, die Hand zum Flügel umzubilden, fliegt mit einem, mit zwei oder vier Fingern, wie Flugsaurier, Vögel und Fledermäuse. Wem immer der Bauplan die Entwicklung tüchtiger Linsenaugen ermöglichte, wie den Wirbeltieren und den Tintenfischen, wird sie in überraschend analoger Weise ausbilden.

Eine Analogie anderer Art entdeckte man über die Leuchtorgane der Tiefseefische. Als man sie aus den Netzen zog, leuchteten sie natürlich längst nicht mehr, und die mikroanatomische Sektion enthüllte eine Linse, etwas wie einen Glaskörper, einen schalenförmigen Hintergrund und starke Beschickung mit Nerven. Kein Wunder also, daß man sie zunächst für Augen hielt.

(3) Man kannte auch schon das Phänomen der Homoiologien: Analogien auf homologer Grundlage. Säuger beispielsweise, die enorme Kiefer entwickeln, wie Hyänen oder Gorillas, bauen unabhängig voneinan-

der über dem homologen Schädeldach analog einen Knochenkamm, der dem Ansatz der mächtigen Beißmuskeln dient.

Aber freilich setzen alle Analogien voraus, daß die gemeinsamen Vorfahren das Merkmal nicht besaßen. Man benötigt also eine verläßliche Systematik und diese ist wiederum nicht ohne die verläßliche Beurteilung der Homologien zu erstellen. Dem Homologieproblem ist nicht zu entkommen.

In diese Kategorie gehören auch die sogenannten progressiven Änderungen, wie sie durch den intensivierten Gebrauch einer Bildung leicht zu verstehen sind. Derlei fällt beim Brustbein der Vögel auf, bei den Rüsselknochen der Schweine und Maulwürfe und beim Wandel der Nägel zu Hufen. Auch die Kamelschwielen hat man damals dazugezählt.

(4) In anderer Weise wird das Problem deutlich, das man als Parallel-Evolution erkannte. Es ist beispielsweise höchst merkwürdig, daß sich unser Wolf parallel zum alten, australischen Beutelwolf so gleichförmig entwickelt hat, wie dies aus den ähnlichen Lebensfunktionen allein nicht erklärbar erscheint. Man kam zu der Annahme, daß das aus der Gleichheit der inneren Bedingungen der Anlage verstanden werden müßte.

(5) Als nicht minder aufschlußreich fand man die Formen des Funktionswandels. Einmal treten sie als Funktionserweiterung auf: So werden die Kiemen, wie bei der Teichmuschel, zu Nahrungsfiltern, die Fühler, wie bei Krebsen, zu Bewegungsorganen und unsere Tränen zum Ausdrucksmittel.

Noch auffallender ist der völlige Funktionswechsel, wie beispielsweise der Wandel der Rückenflosse einer Gruppe von Fischen, der Schiffshalter, zu einem Haftorgan, der Schwimmblase zur Lunge und der ersten Kiemenspalte der Fische zu unserem Ohr.

(6) Noch mehr erlaubten die rudimentären Organe einen Blick in die Geschichte der Arten. Bei allen Höhlentieren werden die Augen bis auf kleine Überreste zurückgebildet, bei der Pythonschlange und den Walen finden sich ebenfalls noch Reste des Beckens und der Hinterextremität, bei der Brückenechse noch die Anlage des früheren Scheitelauges, und vieles andere. In unserem menschlichen Bauplan sind es beispielsweise der Blinddarm oder das Steißbein als Rest des Schwanzes.

WIEDERSHEIM gab 1909 einen Band heraus, mit dem Titel „Der Bau des Menschen als Zeuge seiner Vergangenheit". Von den neunzig Organsystemen, die er unterscheidet, sind nur mehr fünfzehn in progressiver Entwicklung geblieben: namentlich jene um Hand, Kehlkopf und Hirn. Diese bilden ja auch die Grundlagen unserer Überlebenschancen: Handfertigkeit, Sprache, Verstand und Vernunft. Die meisten Merkmale dagegen sind im Laufe unserer Geschichte hängengeblieben: Augenfalte, Gaumenleiste, Ohrmuschel und viele andere.

(7) Man hat aus den Erfahrungen mit diesem System der Organismen auch schon Gesetze entwickelt. Hier sei an das Copesche Gesetz vom „unspezialisierten Ursprung der Tiergruppen" erinnert. Tatsächlich stehen etwa die Handskelette der frühesten Säuger in der Mitte der extremen Handformen, die sich heute schließlich bei Huftieren, Walen und Fledermäusen zeigen. Freilich aber waren diese frühesten Säuger schon auf zwei paarige Extremitäten spezialisiert, die Vierfüßer auf eine Wirbelsäule und die Wirbeltiere auf ein Innenskelett.

Noch zwingender gilt das Dollosche Gesetz von der „Nichtumkehrbarkeit der Entwicklungsbahnen". Tatsächlich gilt es auch jenseits zweier Grenzfälle, Rudimentation und „Neotenie", ausnahmslos. – Freilich können sich Augen entwickeln, kann ein Schwanz entstehen, und beide können sich auch wieder auf Rudimente zurückbilden. – Was die Neotenie betrifft, das „Stehenbleiben der Entwicklung von Organen" und damit etwa der Eintritt der Geschlechtsreife in Larvenstadien, so ist das auch keine echte Umkehr. Wir werden dem Thema im Zusammenhang mit den Experimenten von Paul Kammerer noch begegnen, und zwar dramatischen Aspekten.

Entscheidend ist, daß es echte Umkehr nirgends gibt. Die Erstaunlichkeit eines solchen Umstandes, angesichts der Millionen Fälle der Arten, hat man damals noch nicht gebührend gewürdigt. Heute gewinnt er neues Gewicht, weil man verstanden hat, was Historizität, Geschichtlichkeit, tatsächlich bedeutet, und weil uns das die Widersprüche zwischen den Evolutionstheorien der Paläontologie und der molekularen Genetik erst so richtig sichtbar macht.

5.3
Beweise aus der Paläontologie

Damit sind wir an jenes Gebiet der Biologie gelangt, das den geschichtlichen Ablauf des Werdens der Organismen ganz zum zentralen Thema hat. Es ist fundamental für unser Thema der „Beweise". Man wird sich erinnern, daß der Begründer dieses Faches nach tappenden und skurrilen Ansätzen Cuvier ist. Außerdem erlaubte es die Paläontologie Goethe, aus der Auseinandersetzung von Cuvier mit Geoffroy Saint-Hillaire die Morphologie zu entwickeln.

Nächsten Auftrieb gaben Lyell und Darwin. Und sogleich entstehen bedeutende Studien: Vladimir Kovalevsky publiziert über die Pferdereihe und unterscheidet sehr bald adaptive und nichtadaptive Merkmalsänderungen. Die bereits erwähnte Studie von Cope erscheint. Osborn schließlich betrachtet die „Allometrien, Proportionsänderungen, als die wesentliche, evolutive Triebkraft. Außerdem vertritt er unbeirrter als Haeckel einen direkten Parallelismus zwischen Ontogenie und Phylogenie und eine Interaktion der Kräfte, was im 20. Jahrhundert

mit der Entstehung der Gentheorie, etwa mit MORGAN, massiven Widerspruch hervorruft.

Paläontologen verfügen eben über anders geartete Dokumente, und es wird sich herausstellen, daß die vornehmste Aufgabe einer Theoretischen Biologie unserer Tage darin wird bestehen müssen, die Widersprüche morphologischer und genetischer Theorien zu überwinden.

(1) Zunächst schien das Fehlen von Zwischenformen befremdlich. Der Urvogel *Archaeopteryx*, lange Zeit nur in einem einzigen Exemplar bekannt, löste die Diskussion aus. Bald aber zeigte es sich, daß die Zeiten von Übergängen sehr kurz sein können, die Wahrscheinlichkeit fossiler Dokumentation daher also gering ist. Heute erwarten wir zudem, daß es sich bei den Übergängen auch um kleine Populationen handeln muß, was den Umstand weniger Funde zusätzlich erklärt.

Dagegen waren etwa die Brachiopoden, muschelähnliche Armfüßer, in Massen und mit zweitausend Arten reichhaltig dokumentiert, obwohl sie heute nur mehr spärlich und mit bloß 140 Arten vertreten sind.

(2) Die Dokumentation des Anstiegs der Organisationshöhe enthält wohl den eindeutigsten Beleg der Evolution. Dazu hat die Kenntnis der Stratigraphie, der Abfolge der Gesteinsschichten also, entscheidend beigetragen. Man kann sagen, daß diese damals schon so verläßlich wie heute war.

So folgten vom Silur über Perm und Tertiär Fische, Reptilien und Säuger aufeinander; vom Silur über Kambrium und Kreidezeit Algen, Schachtelhalme und Angiospermen (die bedecktsamigen Samenpflanzen). Auch die großen, ersten Tierstämme – Schwämme, Korallen, Mollusken, Brachiopoden, Krebstiere – folgten nach ihrer Organisationshöhe aufeinander.

(3) Die Begriffe Typus und Bauplan sind uns schon begegnet. Den Weg zum Erkennen des Typus habe ich aus GOETHES Morphologie zu entwickeln versucht, von Bauplänen war bislang erst kursorisch die Rede. Durch die großen Arbeiten der Paläontologen wurde nun deutlich, daß es sich bei dem Begriff nicht um eine Metapher handelte, die im übertragenen Sinne die Organisation eines Organismus mit dem Grundriß und dem Aufbau eines vom Menschen geplanten Gebäudes vergleicht, sondern daß man es vielmehr mit sehr treffenden Analogien zu tun hatte.

Ist einmal eine Wirbelsäule als tragendes Element geschaffen, können Schulter- und Beckengürtel mit je zwei Extremitäten daran verankert werden. Werden Arme und Beine gebaut, schaffen sie sich eine Hauptachse, Mittelfinger und Mittelzehen, die bei sämtlichen Säugetieren erhalten bleibt, selbst wenn die Randbildungen, alle übrigen Finger und Zehen, wieder verschwinden. Entsprechendes ergab sich auch bei allen anderen Strukturen, von denen fossile Belege gefunden wurden:

beim Knochenbau der Schädel, bei den Skeletten der Seeigel und Brachiopoden.

Das gab Anlaß dazu, das Prinzip vergleichend anatomisch auch auf die Weichteile der rezenten Arten anzuwenden: die Evolution der Gehirne, Blutkreisläufe, Nierensysteme. Ein sehr bedeutendes Konzept der Morphologie war entstanden, das späterhin mit der Entwicklung der Erklärungen aus der molekularen Genetik nicht konform gehen wird.

(4) Ganz Ähnliches entstand mit der Aufklärung der Formenreihen. Zum klassischen Beispiel wurde die Pferdereihe, die zeigt, wie harmonisch die vierzehigen Handskelette des Urpferdes auf die Mittelzehe des modernen Pferdes reduziert werden. Viele Beispiele folgten aus den Schädelformen der Saurier, bis mit zureichender Dokumentation auch der harmonische Wandel des Affenschädels zum Menschenschädel erkannt wurde.

Es mußte ein Prinzip angenommen werden, das verbunden mit den Bauplänen den Wandel durch die noch unbekannten Bedingungen erblichen Variierens und die Selektion durch das Milieu die Harmonie solcher Reihen verstehbar machte. Von Erklärungen soll jedoch erst später die Rede sein.

(5) Am weitesten aber führten Einsichten in die Tiefe der Entwicklungsbahnen, die man bald Typogenese, Typostasie und Typostrophe nennen wird. Und es ist bewundernswert, wie viel die Paläontologen in der zweiten Hälfte des 19. Jahrhunderts schon erkannt hatten. Wirklich aufregend werden diese Phänomene erst werden, sobald sie der Evolutionstheorie der molekularen Genetiker gegenüberstehen werden. Wir werden ausführlich darauf zurückkommen. Hier sei nur angegeben, worum es sich handelt.

Unter Typogenese versteht man starke Veränderungen eines Bauplans in geologisch kurzer Zeit. Typostasie bezeichnet das Gegenteil: Über lange geologische Perioden ändert sich am Bau einer Tiergruppe nichts Wesentliches. Beide folgen aufeinander, und zwar so, daß sich eine flache Kurve der Veränderungen steilerwerdend in die Zeitachse streckt. Das Merkwürdigste ergibt sich aus dem Umstand, dass diese „hohlen Kurven", wie Systematiker jene Art des Wandels nennen, gewissermaßen strophenweise, als Typostrophe, aufeinanderfolgen können. Es sieht so aus, als ob es Freiheitsgrade für Veränderungen in der Evolution gäbe, die zurückgenommen und wiedergegeben würden. Wie gesagt, komme ich im Zusammenhang mit der Erklärungsproblematik darauf zurück.

(6) Schließlich seien noch einige Phänomene angemerkt, die dazu beigetragen haben, die Einsichten der Systematiker und Stratigraphen abzurunden und zu bestätigen. Da waren die Abläufe der Rudimentati-

on, die nun für Hartteile konkret dokumentiert werden konnten. Da gab es Bestätigungen für den Prozeß der Differenzierung, wie sich beispielsweise die noch gleichförmigen Zähne unserer Reptilienvorfahren über die frühen Säuger zu den Extremformen der Raubtiere, Elefanten oder des Narwals (mit einem meterlangen, speerförmigen Zahn zum Durchstoßen der Eisdecke) spezialisierten. Es bestätigten sich Katastrophen, die ganze Tiergruppen, wie die Saurier, in kurzer Zeit verschwinden ließen. „Sie kamen zu tief in die Kreide", sang in meiner Studienzeit noch ein Studentenlied, „da war es mit ihnen vorbei". Alles paßte zusammen.

5.4 Beweise aus der Embryologie

Hier kann man sich KARL ERNST VON BAERS (1792-1876) erinnern, der schon 1828 Typen der Ontogenese, der Keimesentwicklung, unterschied, die mit den großen Tierstämmen korrelierten. Aber schon diese Studien hatten in Deutschland Tradition. Sie beginnen bereits im 18. Jahrhundert, als man noch an Präformation glaubte. Gegen diesen traten BLUMENBACH, dann DÖLLINGER, BURDACH sowie andere und schließlich JOHANN FRIEDRICH MECKEL schon im 19. Jahrhundert auf. Das liegt also alles vor DARWINS „Ursprung der Arten", und man erinnert sich auch, wie wenig DARWIN auf deren Argumente zurückgriff. Tierstämme waren nicht sein Thema.

Dennoch, auch die Embryologie wurde durch sein Werk gefördert. Es setzte geradezu eine Bewegung ein, um die Darwinsche Lehre durch weitere Einsichten in die Keimesentwicklung zu stützen. Und wenn die Paläontologen zu den Steinbrüchen und Aufschlüssen zogen, zog es die Embryologen nun ans Meer, um aus der Fülle mariner Wirbelloser neue Beweise zu gewinnen.

Hier begegnen wir ERNST HAECKEL wieder, dann ANTON DOHRN, seinem frühen Assistenten bei Studien in Helgoland, der Ende der 60er Jahre in Neapel die erste Zoologische Station am Meer gründete. Die Unternehmung war so erfolgreich, daß in zwanzig Jahren rund um Europa sieben weitere Stationen entstanden. Zum Zeitbild: In der Station Neapel darf man bis heute nicht nächtigen. Das war eine der Bedingungen für die Baugenehmigung. Die Stadtväter konnten sich nicht vorstellen, daß der noble Bau nicht doch ein Bordell beheimaten werde.

Um HAECKEL in Jena wirkten die Brüder HERTWIG, WILHELM ROUX, AUGUST WEISMANN und HANS DRIESCH, um DOHRN in Neapel KLEINENBERG, die Engländer BALFOUR und LANCESTER und dann viele andere. Das Ganze hatte den Charakter einer Bewegung; man reiste, baute klassizistisch, malte, war weltläufig, mit Künstlern befreundet. HANS VON MARÉES malte DOHRNS Bibliothek mit Fresken aus, die heute noch charaktervoll die Gründungszeit zeigen.

(1) Den Antrieb gab das Rekapitulationsprinzip. Der deutsche, in Brasilien lebende Zoologe FRITZ MÜLLER hatte schon 1864 in einer Festschrift für DARWIN auf dieses hingewiesen. Er hatte es allein aus seinen vergleichend-embryologischen Studien an Krebsen entwickelt. HAECKEL kannte das, hat das Prinzip nach eigenen Studien zehn Jahre später ausformuliert und eingehend begründet. In seinem Original heißt es:

> *„Die Formenreihe, welche der individuelle Organismus während seiner Entwicklung von der Eizelle bis zu seinem ausgebildeten Zustand durchläuft, ist eine kurze, bedingte Wiederholung der langen Formenreihe, welche die tierischen Vorfahren desselben Organismus oder die Stammformen seiner Art von den ältesten Zeiten der sogenannten organischen Schöpfung an, bis hin auf die Gegenwart durchlaufen haben."*

Und sollte das so sein, mußten sich die Beweise für die Abstammungslehre noch wesentlich vermehren. Das trat auch ein, nur mußte vorher noch eine Fülle neuer Begriffe entwickelt und stabilisiert werden. Sie betrafen beispielsweise die Furchungsarten – die Art und Weise wie sich die Zellen vermehren – und die Keimblätter, die die Organsysteme vorbereiten. Besonders aber gewann die Frage an Interesse, wie weit man sich auf den gedachten Zusammenhang verlassen könne, ob es sich, wie auch schon erwähnt, um ein Gesetz oder doch nur um eine Regel handle.

(2) Man rang sich durch, palingenetische Merkmale von caenogenetischen zu unterscheiden. Erstere sollten die Rekapitulationen bezeichnen, letztere die Neuerwerbungen im Laufe des Embryonal- oder Larvenlebens. Das ist wohlbegründbar, weil jede Keimesgeschichte ihre Stammesgeschichte hat, die so alt ist wie die ganze Reihe der vielzelligen Vorfahren einer Gruppe.

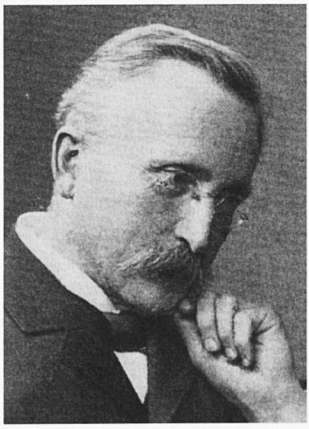
Da wird, wie sich herausstellte, bei allen Wirbeltieren als erstes Stützelement der Längsachse die *Chorda dorsalis*, die Rückensaite, angelegt, bei allen Säugern zusätzlich die Serie der Kiemenarterien des Fischstadiums. Zudem wird, wie aus der Zeit der Knorpelfische, alles als Knorpel angelegt, was später zum Knochen wird. Dies waren zweifellos alte, längst überformte Bauteile.

Wie ich heute sehe, wird alles erhalten, was für den Aufbau des rezenten Organismus an alter „Bausubstanz", sofern sich diese selbst als notwendige Bauanleitung erweist, wenigstens als Anlage erhalten. Das ist die Gesetzlichkeit des Rekapitulationsprinzips. Unnötiges ist längst eingeschliffen. Was keine weiteren Bauanleitungen trägt, von den Schuppen unserer Fisch-Zeit, bis zur Buntheit der Zeichnung aus unserer Reptilien-Zeit, ist in unseren Embryonen längst gelöscht. Das unterschied man damals noch nicht, und es wird später ein aufschlußreiches Thema werden.

Freilich war es klar, daß unsere Vorfahren nicht mit Nabelschnüren auf den Bäumen herumkletterten, sondern daß diese, caenogenetisch, zur Ernährung des Embryos entstehen mußte. Dahin gehören auch die „Eizähne" bei Vögeln, scharfe Höcker am Oberschnabel, die dazu dienen, sich aus der Eischale herauszukratzen. Und ganz besonders erfindungsreich mußte die Keimesentwicklung bei Larven werden, die sich ja in ihrem Milieu selbst durchzubringen, zu bewegen und zu ernähren haben. Solche Entwicklungen weichen oft weit von der vorgesehenen Bahn ab. So haben die Schweb-Larven mariner Stachelhäuter (eben Seeigel, Seesterne) mit ihren Schwebeinrichtungen und futtersammelnden Wimpernbändern keine Ähnlichkeit mehr mit dem Endprodukt. Und mit deren Vorfahren teilen sie nur mehr die bilaterale Symmetrie. Diese Abweichungen gehen oft so weit, daß die Rückführung abgekürzt, die Endform gewissermaßen selbst wieder auf der Larve entstehen muß. Das aber verstanden schon die Embryologen der Zeit, von der ich hier erzähle.

(3) Nicht so einfach war die Deutung der Furchungsstadien. In welcher Weise konnte die Teilungsart der befruchteten Eizelle einer Rekapitulation der frühen Stadien eines Vielzellers entsprechen? Daß jeder Vielzeller als Einzelzelle beginnen mußte, war trivial. Andererseits war es unwahrscheinlich, daß die Urmeere zunächst von 2-, dann 4- und 8-Zell-Stadien bevölkert gewesen sein sollten. Heute sehe ich darin ein auf das Verläßlichste vereinfachte Prinzip, Bauanleitungen in die kommenden Bauteile eindeutig zu verteilen. Es war ja auch noch die Frage offen, ob die Vielzeller nicht auch über mehrkernige Formen hätten entstehen können.

Wenn Wilhelm Roux die Zellen der einen Hälfte eines Keimes zerstörte, bekam er einen halben Organismus, wenn Hans Driesch mit anderen Embryonen dasselbe tat, bekam er einen ganzen. Man behalte



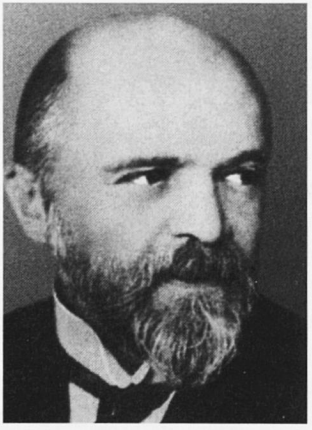
Wilhelm Roux

die beiden Namen im Gedächtnis. Zu der Zeit, von der ich berichte, war der Widerspruch noch nicht aufzuklären. Er muß uns noch später beschäftigen.

Was man aber schon gut kannte, war die Determination der „Blastomeren", der ersten Furchungszellen. Es zeigte sich, daß eine von diesen die präsumtive, die künftige Aufgabe hatte, alle Zellen des künftigen Darmes zu bilden. Eine andere dagegen würde alle Zellen des künftigen Nervensystems bilden. Kein Darm aber, kein Nervensystem, kann mit einer einzigen Zelle begonnen haben. Es waren Vorwegnahmen künftiger Aufgaben entdeckt worden.

Zeitgleich war die Keimblätter-Lehre entstanden. Gruppen von Blastomeren, nun Blasteme genannt, falten sich auseinander. Die einen machen alles, was Haut und Sinne entstehen lassen wird, die anderen den Darm und alle seine Anhänge. Ein Streifen Darmwand faltet sich zur *Chorda* ein, zwei seitliche zu allem, was Bindegewebe und Muskulatur werden wird. Es handelt sich erneut um präsumtive Anlagen, Vorwegnahmen künftiger Aufgaben. In der Evolution, genauer in der Stammesentwicklung ist derlei nicht denkbar. Folgt die Keimesentwicklung darum anderen Prinzipen? Nichts davon widerspricht der Abstammungslehre. Die aus diesen Erkenntnissen folgende Auseinandersetzung mit dem Vitalismus hat wieder mit der Erklärung zu tun.

(4) Welche *causae*, welche Arten von Ursachen, so konnte man sich fragen, sind da am Werk. HAECKEL sah in der Embryonalentwicklung das Walten der *causa efficiens*. Der Terminus ist der Vierteilung der Ursachen entnommen, die schon ARISTOTELES unterschieden hat. Das führte zu einem Verwirrspiel, das uns bis in die Zeit meiner eigenen Studien begleiten wird. Ich werde die Lösung erst im Zusammenhang mit unserer heutigen Biologie vorführen.



Hans A.E. Driesch

Nur so viel sei, auch zu HAECKELS Rechtfertigung, vorweggenommen: *causa efficiens* übersetzen wir als Antriebsursache, als Kräfte, die etwas betreiben können. Das englische *power* trifft die Bedeutung am besten. Und natürlich steckt in einem Hühnerei bis auf Wärme, die zugeführt werden muß, im Dotter gespeichert die ganze *causa efficiens,* die zur Entwicklung eines Kükens nötig ist. Das ist zwar richtig, aber fast trivial. Interessanter und aufschlußreicher ist, daß es auch den ganzen Plan dieser Herstellung enthält, ein über die ganze Phylogenie der Hühner entwickeltes und endlos getestetes Programm, das einen Zweck hat, auf ein eindeutiges Ziel zuläuft. Das aber entspricht der *causa finalis*, „ein Ziel in sich zu tragen".

Ob die Phylogenie ein Ziel haben kann, bleibt sehr fraglich. Daß aber die ontogenetischen Prozesse auf Ziele zulaufen, steht außer Frage. Man war wieder beim Erklärungsproblem angelangt. Und das war noch nicht Thema jener Zeit, in der man die Abstammungslehre als bewiesen betrachten konnte. Denn was den Vorgang des Erkennens der Abstammung betrifft, so hat auch die Embryologie nur neue Belege gebracht, keine Widersprüche. Und noch wichtiger war es, daß die Einsichten aus bislang allen Gebieten der Biologie einander wechselseitig bestätigten.

5.5 Beweise aus dem Verhalten der Tiere

Ich verwende hier einen Begriff aus der Zeit, die ich beschreibe. Verhaltenslehre im heutigen Sinne gab es noch nicht. Man summierte unter der Bezeichnung namentlich Fakten aus der Tiergeographie, untermischt mit solchen aus den Formen der Lebensweise der Tiere und deren Wandel.

Zur Tiergeographie gehört die Einsicht in geographische Rassen, wie sie sich etwa bei der Graumeise von Europa in einer Kette von Formen bis nach Korea und Nordjapan verfolgen läßt. Ähnlich verhält es sich mit den Entstehungszentren. Kolibris müssen in Amerika, Lemuren und Chamäleons in Madagaskar entstanden sein. Demgegenüber konnte man diskontinuierliche Artverbreitung etwa aus früheren Eiszeit-Barrieren verstehen und die eigentümlichen Begrenzungen von Inselfaunen natürlich aus geographischer Isolation.

Und was zum Beispiel den Wandel der Lebensweise betrifft, so kannte man schon die Eigentümlichkeit des Kea-Papageis, der, seit 1861 in Neuseeland ansässig, nun den Schafen lästig, wenn nicht sogar gefährlich wurde. Außerdem konnte man das Einwandern von marinen Muscheln und Fischen (z. B. Miesmuschel und Flunder) ins Süßwasser oder das „Kulturfolgen" von Meisen, einst scheue Waldvögel, in die Städte beobachten.

5.6
Wie diese Entwicklung zu verstehen ist

Zweifellos: um die Wende zum 19. Jahrhundert verfügte man bereits über eine große und differenzierte Erfahrung, die sich zudem als so widerspruchsfrei erwies, daß die Lehre von der Abstammung für die Naturwissenschaft über jeden Zweifel erhaben und als belegt gelten konnte. Dies vollzog sich alles, ohne daß die Ursachenfrage gelöst und meist nicht einmal berührt, und ohne daß eine widerspruchsfreie Erklärung gefordert werden mußte. Das alleine macht diese Umschau didaktisch so nützlich.

Erkennen und Erklären hat man in der Biologie nie so konsequent geschieden, wie ich das tue. Auch die Formen des Erkannten trennte man nicht von jenen des Erklärten. Bei LAMARCK fanden wir zwar schon die Einsicht in diesen Unterschied, sie wurde später jedoch wieder verwischt. Es wird auch noch geschehen, daß das Erkannte mit dem Erklärten verwechselt wird. Und es wird Versuche geben, Erkennen durch Erklären zu ersetzen. Erst spät im kommenden Text, wenn es notwendig werden wird, die Erkenntnisprozesse im Zusammenhang mit der Reduktionismusdebatte ganz aufzuschließen, müssen wir uns in diese Debatte verfügen.

Hier allerdings habe ich wenigstens die Herkunft meines Standpunkts zu deklarieren, indem ich auf den Anfang und das Ende meiner eigenen Studien vorausgreife: auf Intuitionismus, Wahrnehmung und Gestalt.

(1) Zu meinen frühen Lehrern zählten LUDWIG VON BERTALANFFY, KARL VON FRISCH, KONRAD LORENZ und WILHELM VON MARINELLI. Letzterer war klassischer Morphologe. Bei ihm kam zu recht jeder Ansatz in der Biologie aus der Morphologie, und tatsächlich setzt alles, was ich in diesem Teil 5 referiere, allein Morphologie voraus.

Wenn ich MARINELLI jedoch um die Begründung einer weit gespannten Homologie befragte, antwortete er liebenswürdig: „*Ein erfahrener Morphologe sieht das*". Das machte mich stutzig, und ich ahnte etwas, was mir erst viel später als Intuitionismus geläufig wurde, daß nämlich die ganze Biologie von dieser grundlegenden Art nicht nur intuitionistisch entstanden war, sondern auch so begründet werden sollte.

Woher konnte solcher Anspruch kommen? Eines der bedeutendsten, vielbändigen Archive, das 1849 begonnen und sich weit über meine Studienzeit erhalten hatte, hieß „Zeitschrift für wissenschaftliche Zoologie". Konnte man von einer unwissenschaftlichen Zoologie unterscheiden? Befragt, was die Gründer damit gemeint hätten, erfuhr ich: „*Die Herren waren der Ansicht: wie etwas funktioniert, sähe man ohnedies.*" Physiologie war noch nicht wissenschaftlich genug, biologische Wissenschaft war Morphologie. Das sollte sich bald ändern.

Warum aber sollte ein intuitionistischer Prozeß aufgeklärt und kritisch besehen werden, da er doch trefflich funktioniert? Aufgeklärt aus Neugier und kritisch besehen aus zwei Gründen. Es mußte im Meinungsstreit doch noch eine Instanz zu finden sein, die wenigstens über die Wahrscheinlichkeit des Richtigen entscheiden konnte. Aber andererseits, als schon in meiner Studienzeit die Physiologie boomte und folglich selbst entschied, was wissenschaftlich sei, geriet die Morphologie ganz in den Verdacht der Unwissenschaftlichkeit, eine Art Kunstform zu sein oder, noch schlimmer, ein Überbleibsel deutscher idealistischer Philosophie.

Nachdem es aber, genau besehen, ohne Morphologie nicht ging, mußte das aufgeklärt werden. Das beschäftigte mich, bis zur Lösung, ein Vierteljahrhundert.

(2) Gegen Ende meiner Studien, nach einer ebensolchen Zeitspanne, verstehe ich nun, daß diese Aufklärung auch einer ihres erkenntnistheoretischen Hintergrunds bedarf. Es geht also um Erkenntnisfragen der Wahrnehmung. Davon hier das nötigste im Abriß.

David Hume, schottischer Philosoph der Aufklärung (1711–1776), unterschied das *post hoc* vom *propter hoc*. Man könne, sagte er, nur beobachten, daß der Stein warm wird, *wenn* die Sonne scheint, das „Weil", die Kausalität, die Erklärung – der Stein wird warm, *weil* die Sonne scheint – müsse als eine gedankliche Konstruktion hinzugefügt werden. Hume nannte das „ein Bedürfnis der Seele". Heute weiß ich, es ist zudem eine Anlage fürs Überleben.

Das führte Immanuel Kant (1724–1804) zu der Einsicht in die *Apriori* des menschlichen Verstandes; und zwar als Vorbedingung des Gewinns jeder möglichen Erfahrung, die daher aus der Erfahrung selbst nicht stammen kann. Sie muß uns vorgegeben sein – eine transzendentale Erkenntnistheorie. Ernst Haeckel (1834–1919), wie man sich erinnert, und direkter noch Konrad Lorenz (1903–1989) erkannten, daß diese *Apriori* für das Individuum, *a posteriori* Lernprodukte unseres Stammes sein müssen; entstanden durch Adaptierung an die Welt, angeborene Formen der Anschauung – eine evolutionäre Erkenntnistheorie.

Mein Mitwirken an dieser Theorie ließ mich sehen, daß dem *propter hoc* des David Hume, einer Deutung gesetzlichen Nacheinanders, ein *simul hoc* gegenüber gestellt werden kann, das uns die Deutung gesetzlicher Gleichzeitigkeit vorbereitet. Es ist das die Voraussetzung für die Gestaltwahrnehmung, das Gestaltgedächtnis, für alles Wahrnehmen und Vergleichen und das Denken in „Feldern von Ähnlichkeiten".

Beide Deutungen, des *propter hoc* wie des *simul hoc*, konnten unserem Wahrnehmungsapparat erblich vorbereitet werden, denn beide bilden konstante Grundstrukturen der Welt ab, durch welche wir existieren.

Das *propter hoc* bildet den Umstand nach, daß regelmäßige Aufeinanderfolgen (wenn A folgt B) nicht von zufälliger Art sein werden. Das

ist die Grundlage des bedingten Reflexes, aller Konditionierung und von allem dessen, was man bislang unter assoziativem Lernen verstanden hat. Das *simul hoc* bildet den Umstand nach, daß regelmäßige Gleichzeitigkeiten (wenn A dann gleichzeitig B) ebenso wenig von zufälliger Art sein werden. Denn tatsächlich erweisen sich auch die Merkmale aller komplexen Gegenstände als nicht beliebig kombinierbar.

Zusammen sind sie die Grundlage dessen, was wir in dieser Welt als geordnet erwarten, die Voraussetzung jeder möglichen Voraussicht, Orientierung und Prognose; die Grundlage dessen also, was nützlich ist, denn richtige Prognose ist die Bedingung für Lebenserfolg, sogar fürs Überleben selbst.

(3) Tatsächlich ist über die Systeme unseres Gestaltwahrnehmens schon sehr viel bekannt. Als Gestalttheorie beginnt sie schon bald nach der Wende zum 19. Jahrhundert, also kurz nach der Zeit, über die ich referierte: 1912 beginnend mit WERTHEIMER, dann mit KÖHLER, KOFKA, BÜHLER. Sie reicht bis in die Wahrnehmungsneurologie unserer Tage. Und jeden Schritt, den diese Mechanismen aufdecken konnten, erkenne ich nun als eine Vorausdeutung über Grundstrukturen dieser Welt.

Die Verrechnungen beginnen schon in der Retina. Im Konstanzphänomen wird der überhöhte Farbton vom Bild abgezogen. Es kommt darauf an, ein Gesicht im Waldesgrün und unter der Abendlampe nicht wechselnd erbleicht und gerötet zu deuten. Die laterale Inhibition verschärft alle Farb- und Helligkeitsgrenzen, denn beide sind, auch im Dämmerlicht, zumeist Objektgrenzen und für Orientierung und Steuerung der eigenen Bewegung unentbehrlich. Aber nicht nur Lichtpunkte werden dem Hirn vermeldet, sondern, worauf es ankommt, auch Zusammenhänge von Helligkeitsgrenzen samt deren Bewegung.

Das Gehirn bildet aus dem Netz der Grenzen Silhouetten, aus diesen die einfachsten zur sogenannten guten Gestalt. Es verrechnet das, was sich gemeinsam bewegt, als zusammenhängend und hebt das kleinere im Gesichtsfeld als das Bewegte, vom größeren, als das vermutlich Ruhende ab. Schon das sind erstaunliche Leistungen. Ein Blick nach links darf nicht suggerieren, daß die Welt nach rechts zusammenstürzt.

Geradezu zwanghaft werden die Perspektiven verrechnet und Formen aus der Erfahrung ergänzt. Es wäre zu gefährlich, sich über die Kleinheit eines Löwen am Horizont zu beruhigen oder bei Ansicht eines Löwenschwanzes über das Fehlen des Rests. Man erinnert sich, daß GREGORY BATES, mit WALLACE am Orinoko, die Mimikry entdeckte, daß ein harmloser Käfer beispielsweise zur Nachahmung einer gefährlichen Wespe selektiert werden kann. Tiere kann man noch täuschen, BATES nicht mehr; „die Einsicht des erfahrenen Morphologen".

Wir denken eben in Ähnlichkeitsfeldern: BATES sah das Ähnlichkeitsfeld aller ihm bekannten Wespen und das aller ihm geläufigen Käfer und bemerkte den Schwindel. Natürlich setzt unser absichtsvolles

Denken daran fort. Aber die Grundlage ist geschaffen, der Welt nachgebildet. Kein Wunder also, daß ein Meer wechselbezogener Wahrnehmungen, freilich über vielerlei Umwege und Diskussionen, zu einem geschlossenen und widerspruchfreien Bild kommen konnte, das nun als die Lehre von der Abstammung vertreten wird.

Wie also ist nach diesem halben Jahrhundert unser Menschenbild beschaffen? Die geschilderte Festigung der Abstammungslehre hat an ihm wenig geändert. Nachdem in derselben Zeit die Erregungen um unsere Affenabstammung, um die Fälschungsvorwürfe der Jesuiten und die Ausrufung HAECKELS zum Gegenpapst abgeklungen waren, mochte das, was sich fachlich entwickelte, als eine Sache der Gelehrtenstuben hingenommen werden – ähnlich, wie das Werden des heliozentrischen Weltbilds seine Zeit erregte, das Abwandern der Sonne aus dem Mittelpunkt des Kosmos an den Rand einer Nebengalaxie aber als eine Sache der Astronomen hingenommen wurde und niemanden mehr beunruhigte.

Außerdem hatte man sich ja schon im Mittelalter in die Lösung von den beiden Wahrheiten verfügt, an der weder die Renaissance noch die Aufklärung Wesentliches änderte. Also stand weiterhin ein christliches Menschenbild neben einem wissenschaftlichen, und es schien eher eine Privatsache zu sein, in welcher Weise ein Kirchenmann mit den Einsichten in die Keimesentwicklung übereinkam und ein Embryologe mit den Paulus-Briefen.

Die Lenkung der Kirche war nach Auflösung des Kirchenstaates durch NAPOLEON, die vermeintliche Restaurierung im Wiener Kongreß und die italienische Einigungsbewegung ohnedies genug mit sich selbst beschäftigt und nahm erst mit Leo XIII. einen neuen Aufstieg.

Ähnlich verhielt es sich mit der deutschen Philosophie dieser Zeit. Was sich aus den Formen des Idealismus der ersten Hälfte des Jahrhunderts, von FICHTE, HEGEL, SCHELLING in die zweite mit SCHLEGEL, NOVALIS, SCHLEIERMACHER und SCHOPENHAUER fortsetzte, ergab eine Romantik. Sie kam aus England über Frankreich, hatte zunächst volkstümliche Dichtung zum Gegenstand und wandelte sich zu einer Art Seelenkunde. Ihre Repräsentanten verblassen. Aber sie leiteten eine Distanz zu den Naturwissenschaften ein, die erst Ende des Jahrhunderts mit MACH, WUNDT, EBBINGHAUS und BOLTZMANN eine Gegenbewegung herausfordern wird.

Interessanter wurde der Einfluß durch die Einigung der verstreuten Sozial- und Kulturwissenschaften zu den sogenannten Geisteswissenschaften, die sich nun von den Naturwissenschaften abzuheben trachteten. Was immer die Ursache dafür gewesen sein mag, die erdrückende Ausbreitung der Naturwissenschaften, namentlich der Anorganiker, mit dem Boom der Industrialisierung und den neuen chemischen Konzernen muß seine Wirkung getan haben.

Das Wort stammt von SCHIELS Übersetzung des Begriffes „moral science“ aus MILLS „Logik“ von 1849. DILTHEY entwarf mit seiner

„Einführung in die Geisteswissenschaften" 1883 auch eine methodische Trennung, und zwar im wesentlichen dadurch, daß das Kausalprinzip nun durch Zweckvorstellung, Teleologie, Wertbeurteilung und Sinngebung erweitert werden müsse. Mit SPRANGER und WINDELBAND meinte man, auch das Transubjektive und Ideographische über das Gesetz-Setzende, Nomothetische der Naturwissenschaften heben zu müssen. In der Populärversion: es ging um das Verstehen, nicht nur um das Erklären. Letztlich ging es um das Leib-Seele-Problem. Und da man das so hinnahm, schien auch das Biologische der Abstammungslehre von diesem Problem entlastet.

Und die Genetik? Man erinnert sich, daß MENDELS Veröffentlichung noch in die Mitte des 19. Jahrhunderts gehört, in das Jahr 1865, und man kann sich wohl fragen, was daraus wurde. Zunächst nichts. Die Frage nach der Ursache der Veränderung der Anlagen und deren Vererbung war noch immer offen. DARWINS lamarckistische Pangenesis-Theorie war noch immer die greifbarste. Sein Vetter FRANCIS GALTON meinte sie widerlegen, NAEGELI und HAECKEL sie durch Idioplasma- und Perigenesis-Theorien verbessern zu können. Nur daß der Zellkern dabei eine Rolle spielen müsse, wurde allmählich klar.

Vom Welt- und Menschenbild sagte ich schon einführend, daß sie sich über jene Fakten kaum geändert haben. Immerhin konnte die Lehre von der Abstammung als bewiesen gelten. Dazu verstärkte sich aber in der Fachwelt der Eindruck, man habe es mit einer in sich geordneten Welt zu tun. Dem sind wir schon in der Morphologie GOETHES begegnet. Wir setzen *„in der Natur eine gewisse Consequenz voraus, wir trauen ihr zu, daß sie in allen einzelnen Fällen nach einer gewissen Regel verfahren werde"*.

Im ganzen blieb das Menschenbild freilich weiterhin geteilt in kreationistische und evolutionistische Anteile in den Ansichten des privaten Lebens. Mochte in der Ordnung der Dinge dem Evolutionisten nicht doch das Kreationistische sichtbar sein? Der Rest blieb verwirrend.

Teil 6
Die widersprechenden Erklärungen

Wenn wir uns nach den Erklärungen jener „bewiesenen Abstammungslehre“ (Teil 5) umsehen, so treten wir ein in eine andere Welt. Nicht nur wird eine Fülle von offenen Fragen und Widersprüchen sichtbar, wir werden uns sogar in differierenden Weltanschauungen, Ideologien, sogar in die Auseinandersetzungen um politische Doktrinen verwickelt sehen.

Die Zeit, von der nun die Rede ist, deckt sich noch zum Teil mit jener, aus welcher ich die Belege für die Abstammungslehre zusammenstellte, reicht aber bis in die 1920er Jahre. Das bedeutet, daß sie sich auch mit der Entwicklung der Genetik überschneidet. Da die Wiederentdeckung der Mendelgesetze in die Jahrhundertwende fällt, umfaßt diese Überschneidung fast zwanzig Jahre. Aber die Genetik hat in ihren ersten beiden Jahrzehnten noch wenig über ihre Grenzen hinaus gewirkt und kaum etwas von den anstehenden offenen Fragen ihrer Nachbardisziplinen gelöst. Es ist darum übersichtlicher und wird der Sache gerechter, hier nur den Ansatz, die Entfaltung der Genetik nachzuzeichnen und erst im nächsten Teil (Teil 7) eine geschlossene Darstellung anzubieten.

Was nun gerade in dieser Zeit an Problemen sichtbar wurde, ist aufschlußreich. Ich folge darum auch nicht unseren heutigen Gesichtspunkten, sondern der Diktion jener Zeit. Denn mit der Entfaltung der Genetik wurde von den Problemen zwar einiges gelöst, vieles aber auch überdeckt, mißverstanden, verdrängt oder schließlich vergessen.

6.1
Präludium: Probleme der organischen Zweckmäßigkeit

Man wird sich erinnern, daß drei Grundfragen immer noch offen sind: Wie kommt es zu Veränderungen in Organismen? Wie werden diese erblich? Was führt zu ihren inneren Abstimmungen? Diese drei Fragen standen aber nicht für sich allein, sondern waren vielmehr in weitere Fragestellungen eingebettet, die man unter dem Begriff der orga-

nischen Zweckmäßigkeit zusammenfaßte. Um diese gruppierten sich wiederum weitere Probleme, die nach den Ursachen der Regulation und der korrelativen Abstimmung der Bauteile fragten und auch nach der Richtung oder sogar Zielstrebigkeit evolutiver Prozesse überhaupt.

Die Korrelation, also die strukturelle wie funktionelle Abstimmung der Bauteile aufeinander, mußte wie ein Wunder erscheinen. Dazu zwei der damals geläufigen Beispiele.

Wenn sich im Laufe der Generationen der Hals der Giraffen verlängerte, blieb dabei die Abstimmung zwischen den Organen des Halses selbst ein Rätsel. DARWIN postulierte das Driften winziger Körperchen aus dem Plasma beanspruchter Gewebe. Bei HAECKEL kam die Bewegung aus den Zellkernen und bei NAEGELI aus den Keimzellen hinzu. Die Abstimmung der Organe erklärten sie nicht. Es war klar, daß mit der Verlängerung, sagen wir der Muskulatur, auch die der Wirbelknochen, aller Gefäße und Nerven, des Bindegewebes, des Rückenmarks und der Haut genau abgestimmt sein mußte. Jegliche Veränderung eines Einzelorgans konnte keinen Erfolg haben. Dasselbe mußte auch für die bald folgende Theorie der Mutationen gelten, welche von der erblichen Veränderung kleiner Einzelmerkmale in Organismen ausging. Und das mußte auf alle Änderungen komplexer Bauteile zutreffen.

Fälle anderer Art ergaben sich aus den Vorgängen der Regeneration. Wie sollte man verstehen, daß die Zellen einer Regenerationsknospe, etwa nach dem Verlust eines Beines bei Amphibien, eines Schwanzes bei Reptilien, „in sich" schon „wußten", wie solch ein komplexes Organ wieder anzulegen und aufzubauen sei. Das aber gilt vom großen bis zum kleinen. Teilt man den Kopf eines Strudelwurms, entstehen zwei komplette Köpfe. Jeder der beiden besitzt wieder zwei Augen, zwei Fühler, ein komplettes Gehirn und peripheres Nervensystem. Aber selbst bei jeder Hautabschürfung „weiß" die betroffene Hautstelle, wie ihre sechs Schichten, ihre Blutgefäße und Nervenenden wieder herzustellen sind.

Und wie stand es nun mit den äußeren und inneren Abstimmungen der Veränderungen? Denn auch wenn man eine zwar noch unbekannte Korrelation der Bauteile zueinander annehmen könnte, wie sollte man sich den Ansatz der Selektion vorstellen, die das jeweils tüchtigere auswählen muß?

Bei den äußeren Abstimmungen denke man beispielsweise an die Mimikry. Wenn ein harmloser Käfer einer gefährlichen Wespe ähnlich wird, eine Heuschrecke einem Laubblatt, die Lippe einer Orchideenblüte einem schwirrenden Hummelweibchen, kann man sich den Selektionsvorteil vorstellen. Beim Käfer dient die Mimikry der Warnung, bei der Heuschrecke bedeutet die Tarnung Schutz, und die Orchidee schließlich erspart sich die aufwendige Produktion des Duftes, da alleine die Form die Männchen anlockt. Aber alle diese Anpassungen müssen so bescheiden begonnen haben, daß sie noch keinen Selektionsvorteil haben konnten. Warum sind sie dann dennoch in Gang gekommen?

Ein anderes Beispiel ist das Entstehen von Dornen beispielsweise an einer Rose. Weder kann man sich vorstellen, daß sie aus dem Bedürfnis entstanden, sich zu schützen, noch konnten sie einen Selektionsvorteil besessen haben, als sie noch nicht stachen. Wie also sind sie zustande gekommen?

Die inneren Abstimmungen findet man überall und in allen Bauplänen. Wo immer mehrere, zunächst unabhängige Bauteile erst gemeinsam eine neue oder verbesserte Funktion ergeben, sind diese Fälle gegeben. Man denke an das Cortische Organ, den Bau der Schnecke in unserem Innenohr. In welch komplexer Weise ist hier die Verjüngung der Schnecke mit der Verteilung der inneren und äußeren Hörzellen, dem inneren und äußeren Tunnel, den Stütz- und Nervenzellen abgestimmt. Wie also konnten sie einen selektiven Vorteil bringen, als sie noch nicht beisammen und aufeinander abgestimmt waren?

Aber auch in der Keimesentwicklung und in den Instinkten der Tiere erkannte man ähnliche Probleme vorausgreifender Abstimmungen. Die Fälle, die man in jener Zeit kannte, sind zahlreich. Ich schließe aber hier den Reigen der Beispiele, weil es zunächst nur darauf ankam, zu zeigen, daß sowohl das Prinzip der Selektion durch das Milieu, als auch das der lamarckischen Anpassung noch voller offener und erkannter Fragen waren.

6.2 Vom Darwinismus zum Neodarwinismus

Der Begriff „Darwinismus" stammt, wie berichtet, von Alfred Russel Wallace. Zwar zu Ehren des damals schon verstorbenen Darwin gedacht, schließt er doch zwei wesentliche Weglassungen ein: die von Darwin entworfene, lamarckische aktive Anpassung und die geahnten inneren Mechanismen. Die ihm nachfolgenden Darwinisten nahmen an, daß Variationen schon irgendwie erblich werden würden, und die Selektion durch das Milieu ausreiche, um Evolution zu erklären.

In diesem Sinne habe ich diesen Schritt als eine erste Reduktion des Lamarck-Darwinschen Konzeptes beschrieben, eine zweite wird nun folgen.

Wie viele Biologen Wallace folgten, ist schwer zu sagen, weil eine weggelassene Problematik die Haltung eines Autors noch nicht erkennen läßt. Die Altdarwinisten jedoch ließen die ganze Problematik offen. Haeckel, Plate, Naegeli, anfangs auch Weismann und de Vries, setzten an der aktiven Änderung nach Lamarck und an Darwins Pangenesis fort. Man hielt das Prinzip für eine Erklärung der Evolution als unabdingbar, und auch die Frage nach inneren, abstimmenden Mechanismen blieb in der Schwebe. Erst Ende der 1880er Jahre löste sich Weismann vom altdarwinistischen Konzept, indem er den Geschlechts-

zellen in den Generationen eine Entwicklungsbahn zuschrieb, die getrennt von den Körperzellen verliefe.

Seiner Keimbahntheorie legte er die Erwartung zugrunde, daß Körperzellen, wie deren Veränderungen, keinen Einfluß nehmen auf die Keimzellen. Seine Nachfolger formulierten daraus das „Dogma der Genetik": Keine Wirkung kann von den Körper- auf die Keimzellen ausgehen. Dogmen pflegt man in Wissenschaften nicht zu vertreten. Das Wort mag auch im Laborjargon entstanden sein, wurde aber bald ein Terminus in der wissenschaftlichen Literatur, und wir werden ihn noch verschärft in der Entfaltung der molekularen Genetik wiederfinden.

Zunächst wurde das wie ein Verrat an DARWIN aufgefaßt. Auch der einflußreiche HERBERT SPENCER polemisierte, berief sich auf Telegonien der Lamarckisten und förderte so die weitere Diskussion und damit auch die Züchtungsforschung.

Das ist die Zeit, in der die Gesetze des GREGOR MENDEL wiederentdeckt (oder unter alten Schriften wiedergefunden) wurden. HAECKELS Schulfreund, der Arzt WILHELM FOCKE, publizierte 1881 eine Kompilation der Arbeiten über „Pflanzen-Mischlinge", welche gerade MENDELS Entdeckungen wieder in die Zeit brachte. Und um die Jahrhundertwende wurden diese Einsichten durch die Arbeiten zunächst von HUGO DE VRIES in Holland, CARL CORRENS in Deutschland und ERICH VON TSCHERMAK-SEYSENEGG in Österreich bestätigt. WILLIAM BATSON ergänzte die noch heute übliche Terminologie und schuf den Namen Genetik.

Was war neu? Nimmt man einfache Merkmale, so entspricht jedem Einzelcharakter eine eigene Anlage im Keimmaterial, diese kann sich in Bastarden in einfachen Zahlen-Verhältnissen aufspalten (bei einem Merkmal 3:1, bei zweien 9:3:3:1), sie bleiben konstant und zeigen, im Gegensatz zu DARWIN und den Altdarwinisten, keine gleitenden Variationen.

August Weismann

Sehr bald aber kam noch eine Entdeckung hinzu. De Vries hatte schon 1876 Experimente angestellt, um Darwins Pangenesis-Theorie nachzuprüfen. Er nahm ebenso an, daß die Artcharaktere an materielle Träger gebunden sei und publizierte 1889 eine Intrazelluläre Pangenesis-Theorie. Die Frage nach den erblichen Variationen war brennend geworden. Er meinte, die Antwort am Beispiel der Nachtkerze gefunden zu haben und nannte solche sprunghaft auftretenden Erbänderungen Mutationen. Batson fand derlei 1899 auch an Hühnerrassen. Mit Hilfe der Materialien weiterer Genetiker veröffentliche de Vries 1901–1903 seine Mutationstheorie.

Die Bezeichnung Mutation stammte aus der Paläontologie, wo er für sprunghafte Änderungen an Amoniten-Schalen erste Verwendung fand. Nun aber war eine Änderung im Keimmaterial gemeint.

Es entstand ganz allgemein der Eindruck, daß dies alles von Darwin wegführte. Tatsächlich waren die Publikationen Wasser auf den Mühlen all jener, die noch immer gegen die Evolutionstheorie auftraten.

Man wußte damals noch nicht viel über die Seltenheit der Mutationen am bestimmten Genort, noch wenig darüber, daß sie mit den Lebensaufgaben eines Organismus nichts zu tun haben und nichts darüber, daß sie meist schaden und Produkte des reinen, physikalischen Zufalls sind. Aber ein bedeutender Schritt in der Evolutionstheorie war gemacht. An die erste Reduktion der Theorie, wie sie von Wallace gesetzt wurde, wird sich nun eine weitere Reduktion anschließen. Aus der Hoffnung, daß Erbänderungen irgendetwas Nützliches für den Organismus erbringen müßten, wird die blinde Zufallsänderung treten. Aus dem Wallaceschen Darwinismus wird der Neodarwinismus werden.

Aus der reichlichen Verwunderung, die das auslöste und den Späßen, die in jener Zeit daraus folgten, sei einer zitiert: Ein forscher, junger Deutscher stellte den Neodarwinismus an der Pariser Uni vor. In der Diskussion meldete sich ein alter Herr, bewunderte alles, und meinte: Nur eines verstehe er nicht, und zwar wie durch eine Reihe von Zufällen aus einem Teich von Amöben die Pariser Akademie entstanden sei.

Schon an dieser Stelle widersprechender Erwartungen deutet sich eine Veränderung des Welt- und Menschenbildes an. In den sich verbreiternden exakten Wissenschaften verbreitert sich auch der Reduktionismus. In den Gesellschaftstheorien beginnen die humanistischen Ziele des Marxismus durch ihre internationalen Ambitionen aufzufallen. Der Erste Weltkrieg ist vorbei. Im vergehenden Feudalismus, auch dem militärischen, mit „Disziplinen“ wie dem „Feuerstoß“ und der „Feuerwalze“, wird damit dem Liberalismus eine neue Strukturierung abverlangt. Und beide Paradigmen erwarten ihre wissenschaftlichen Legitimationen.

Nach den 20er Jahren des 20. Jahrhunderts wird die Genetik noch viel zum Ausbau des Neodarwinismus beitragen. Die Verknüpfung mit einer rechtslastigen Ideologie zeichnet sich bereits ab, ebenso eine wunderliche Verknüpfung mit dem Christentum. Denn wenn der Wandel in

der Anlage von Organismen ein Produkt des Zufalls ist, werden auch die Gaben, die uns Menschen in so ungleicher Weise gegeben sind, unser legitimer Besitz sein. Manch einer ist „begnadet" manch anderer nicht. Der Gnade Gottes ist zu danken; und das mag auch für die Zufälle des ererbten Besitzes und für Kapital gelten. Man ahnt, daß sich die Demut der Christlichen Lehre mit dem Liberalismus der kapitalistischen Demokratien verbinden wird. Die rationalistische Achse ist nun doppelt im Aufwind. Die erste „unheilige Allianz" entsteht. Von einer zweiten wird noch die Rede sein. Die Spaltung des Menschenbilds bereitet eine breitere Basis vor, und die Entfaltung der Gegenströmung ist vorherzusehen

Vorerst aber sollten wir uns noch in den Sachkenntnissen der gegebenen Zeit umsehen.

6.3 Die Selektions-Debatte

Was von DARWINS Sicht im Neodarwinismus nun übrig blieb, war seine Selektionstheorie, mit dem „*survival of the fittest*". Das ging zwar, wie man sich erinnert, ursprünglich auf MALTHUS und SPENCER zurück, machte aus dem Rahmen soziologisch-philosophischer Betrachtungen seltsamerweise wenig Eindruck, als Naturgesetz aus dem Rahmen der Biologie aber überzeugende Wirkung.

Sprach man von Selektion, war zweierlei unterlegt. Erstens war das Wort, wie auch im Englischen, zweideutig. Es bezeichnete im Grunde die Gegenüberstellung von durch Siebung getrennten „Fraktionen": das, was durch ein Sieb fällt und das, was auf ihm bleibt. Gemeint sind also Elimination einerseits und Preservation andererseits. Und wie beim Siebgut in der technischen Anwendung blieb offen, ob das eliminiert wird, was durchfällt oder das, was bleibt. Es ist also eindeutiger von Elimination und von Selektion im Sinne von selektiver Erhaltung zu sprechen.

Zweitens dachte man, mit einer auffallenden Ausnahme, nur an Selektion durch das Milieu. Das wird sich später noch deutlich differenzieren. Was ich hier folgen lasse, ist die schon erkannte Differenzierung der Selektionsarten gegenüber den Selektionsproblemen. Ich erwähne die wichtigsten:

Als erstes konnte man die „katastrophale Elimination" ausgliedern. Ein Wald- oder Steppenbrand vernichtet alles, was nicht rechtzeitig entweichen kann; fliegend, laufend oder tief im Boden verkrochen. Ähnlich ist die Wirkung einer Sturmflut. Elimination wirkt hier gruppenweise, kaum auf die Einzelart, und auf schwächere Individuen. Man kennt aber Vegetationsformen sowie Ästuarien, deren Unterwuchs immer wieder abbrennt oder deren Oberfläche regelmäßig überflutet wird. In ihnen erhalten sich die jeweils toleranten Lebensformen.

Unter Elimination verstand man darum hauptsächlich „personale Elimination", und auch das in erster Linie hinsichtlich der Konstitution gegenüber klimatischen und trophischen Bedingungen. Entscheidend sind also Ausmaß und Dauer von Kälte, Hitze, Trockenheit oder aber Dauer und Art der Hunger- und Durstperioden. Diesen Konstitutionstests gegenüber trophischen Bedingungen stehen die organismischen Konstitutionstests gegenüber, die Auseinandersetzungen zwischen den Organismen.

Da denkt man zunächst an „interspezifische Selektion", etwa die Konkurrenz zwischen Arten, oder das Räuber-Beute-Verhältnis. Konkurrenz klingt wie ein mildes Ausleseprinzip. Es zählt aber, wie wir heute wissen, zu den gefährlichsten Prüfungen für die Arterhaltung. Wo immer zwei Arten im selben Raum um Konstitution und identische Ressourcen konkurrieren müssen, seien es klimatische, trophische oder organismische, als Beuteobjekte oder um Beutetiere, wird die schwächere Art gänzlich verschwinden. Das ist beim so grausig klingenden Räuber-Beute-Verhältnis anders. Das letzte Hasenpärchen wird von den Füchsen nicht mehr gefunden. Die Population der Füchse geht zurück, die der Hasen nimmt zu, das Verhältnis pendelt sich in aller Regel stets wieder ein.

Dem gegenüber steht die „intraspezifische Selektion", die Konkurrenz zwischen Familien, Paaren und vor allem von Individuen innerhalb einer Art. Während die interspezifische Selektion die Fitneß anhebt, muß das bei der intraspezifischen Selektion nicht der Fall sein. Ihre Bedeutung ist lange unterschätzt worden. Tatsächlich aber wirkt sie schnell, wie gezielt, effektiv und in manchen Fällen für die Arterhaltung sogar gefährlich.

Da werden die Schnelleren, Kräftigeren, Schöneren herausgezüchtet, bis hin zu luxuriösen Formen. In der Regel treiben die Weibchen diesen Prozeß voran, so wie sie im übrigen allgemein mehr Selektion betreiben als die Männchen. Auf diese Weise sind wahrscheinlich die Gefieder der Paradiesvogel-Männchen entstanden und die unseres Argus-Fasans, bis dieser schon bald nicht mehr wird fliegen können. Ähnlich sehen sich die Hirschkühe das Gerangel der Hirsche so lange an, bis der kräftigste, der sogenannte Platzhirsch, nicht mehr in die Knie geht und zur Kopula zugelassen wird.

Es gibt sogar gute Gründe anzunehmen, daß der Riesenelch und der Säbelzahntiger ausgestorben sind, weil die Männchen mit dem überdimensionalen Geweih kaum mehr durch den Wald laufen, bzw. mit den extremen Hauern kaum mehr Beute schlagen konnten. Man spricht auch von Extremorganen, also solchen, die der übrigen Konstitution davon galoppierten. Und es besteht der Verdacht, daß auch das Gehirn des Menschen zu den Extremorganen zu zählen ist.

Neben all diesen Wirkungen durch das Milieu, dachte Roux auch noch an eine „Konkurrenz von Teilen" innerhalb eines Organismus. Am Beispiel der Spermien kann man das nachvollziehen, denn sehr wahr-

scheinlich haben sie untereinander die schnellsten herausgezüchtet. Viel weiter war man aber mit dem Blick auf innere Selektion nicht gekommen.

In einer anderen Perspektive stellte man sich die Frage, wie weit, also bis zu welcher Vollkommenheit, Selektion die Anpassung führen könne. Was man heute Selektionsdruck nennt, war im Ansatz verstanden. Denn sobald ein gewisser Grad der Anpassung erreicht ist, wird die Selektion nicht weiter drängen. Sie wird bei einem zureichenden Anpassungsgrad verweilen.

Mein Beispiel dafür ist unsere Anpassung an den aufrechten Gang. Was unsere Ärzte konstitutionelle Leiden nennen, halte ich für Nachholreste, die, eben je nach Konstitution, noch Schwierigkeiten machen können. Entlang der Körperachse von oben nach unten aufgezählt sind dies: Schwindel, Bandscheibenschwäche, Leistenbruch, Hämorrhoiden, Gelenkschwächen der Beine, Krampfadern und Senkfüße. Daher gibt es viele Orthopäden, „Orthobrachen" dagegen („Arm-Heilkundler") sind kaum gefragt. Wir tragen auch den Kopf, wie unsere Vorfahren, noch etwas hängend. Man erkennt das an Blinden, die ihn ganz balancieren. Sie tragen ihn eine Spur mehr vorgeneigt als das Sehende tun.

Es deutete sich damit auch etwas wie eine „Selektion auf Mittelmäßigkeit" an, die man freilich erst viel später aufdeckte. So können wir heute den merkwürdigen Umstand verstehen, daß der Ameisenbär eine relativ zarte Haut hat, wo er doch, sobald er einen Termitenbau angekratzt hat, von den Tieren überlaufen und so gepiesackt wird, daß er sich bald trollen muß. Es ist sehr einfach: Populationen von Ameisenbären mit Elefantenhaut hätten jeden Bau ausgefressen und damit ihre eigenen Ressourcen völlig zerstört. Die nur angefressenen Bauten dagegen können regenerieren. Freilich setzt das wieder das Vorhandensein von getrennten Populationen voraus. Das ist jedoch nicht mehr unser Thema.

Die wirklichen Probleme lagen aber noch an anderer Stelle. Größere, mutative Änderungen, so stellte es sich bald heraus, haben nie Erfolg. Der mutierte Organismus ist schwer geschädigt oder überhaupt nicht lebensfähig. Individuen mit kleinen und kleinsten Änderungen überleben, und das auch, wenn sie banale, nicht lebensnotwendige Merkmale betreffen. Wie also, stellte sich sogleich die Frage, können diese durch die Selektion gefördert werden.

Zudem: Lebenswichtige Funktionen beruhen fast immer auf einem Zusammenwirken mehrerer bis vieler Merkmale. Man denke an das System der Blutgefäße oder an den Hals der Giraffe. Ihre Merkmale müßten gleichzeitig und gleichsinnig verändert werden, um sie zu verbessern. Wie gering war wohl die Chance, daß derlei geschieht?

Mußte man nicht doch wieder an das Darwin-Lamarcksche Konzept anschließen, denn ganz offensichtlich adaptieren die Teile funktioneller Organsysteme gemeinsam. Dieses Phänomen bezeichnete man als Ko-Adaptation.

6.4 Lamarckismus und das Experiment

Nochmals muß die Tonart von der Sachkunde hinüber in die Ideologien wechseln, wie das schon bei HAECKEL und dem Monistenbund der Fall war.

Die Physiologie, die Erforschung organismischer Funktionen, ist heute längst ein in der Biologie dominantes Gebiet, war aber zur Zeit der Jahrhundertwende noch wenig anerkannt. Man erinnere sich an die „Zeitschrift für wissenschaftliche Zoologie", der nur die Morphologie als seriöse, wissenschaftliche Methode galt.

Dieser akademischen Doktrin entzogen sich drei begüterte Wiener Professoren, und zwar konzeptionell und sogar auch räumlich. Angeführt von dem Zoologen HANS PRZIBRAM, Sproß einer altösterreichischen Professorendynastie, erwarben sie 1903 im Wiener Prater einen geräumigen Pseudorenaissancebau, der eine Aquarienschau beheimatet hatte. Sie klimatisierten ihn, fügten Terrarien und Labors hinzu und richteten eine Forschungsstätte für experimentelle Biologie und Ausstellungsräume ein. An der Hand meines Vaters habe ich diese noch gesehen, Wunder für eine Kinderseele: Das Wiener „Vivarium". Die Belegschaft nannten die Wiener Schulakademiker „die Zauberer".

PAUL KAMMERER war einer der ersten Assistenten. Seinem dramatischen Schicksal ist nachzugehen, weil es wie kein anderes in dieser Zeit die Auseinandersetzungen der Neodarwinisten mit dem Lamarckismus oder Altdarwinismus darstellen kann. KAMMERER, 1880 in Wien geboren, hochbegabt, war bald als Künstler verschrien.

Ich kann das gut nachvollziehen, weil mich derselbe Nimbus begleitete. Allerdings besaß ich, als das ruchbar wurde, schon meinen Lehrstuhl. Mein Leben verlief darum auch undramatisch.

Der Genetiker RICHARD GOLDSCHMIDT, aus der Gruppe der KAMMERER-Gegner, beschreibt ihn folgendermaßen:

> *„Er war ein äußerst sensibler, dekadenter, aber hochbegabter Mann, der sich nachts nach einem langen Tag im Laboratorium hinsetzte und Symphonien komponierte. Eigentlich war er von Haus aus gar kein Wissenschaftler, sondern was man in Deutschland einen ‚Aquarianer' nennt, ein Amateur (sic!), der Kleintiere züchtet. Darin besaß er denn auch außerordentliches Geschick, und ich halte die Ergebnisse, die er über den direkten Einfluß der Umwelt vorgelegt hat, im großen und ganzen für richtig."*

Ich halte diese Einschätzung auch im großen und ganzen für richtig. Allerdings entzog man ihm bald auch dieses Vertrauen, und wie zuvor schon HAECKEL geschah, unterstellte man ihm Fälschungen. Was also

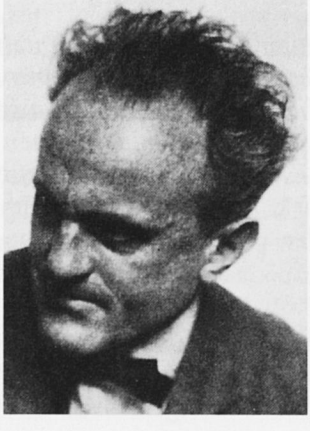
war geschehen? Seine Experimente waren ungewöhnlich, die Resultate dem Dogma des Neodarwinismus gegen den Strich gekämmt. Und KAMMERER, was er am Beginn seiner Studien nicht war, wurde Lamarckist. Seine Experimente waren schließlich darauf angelegt, den Beweis für die Erblichkeit aktiv erworbener Eigenschaften anzutreten.

Es sei nun nicht verhehlt, daß sich auch darin etwas wie eine Ideologie verbarg oder zumindest doch die Hoffnung, daß das eigene Trachten nach Gesunderhaltung, Ertüchtigung, Bildung und Ethos wenigstens in Spuren in der Ausstattung der Kinder erhalten bleiben könnte. Ich habe dies schon im Zusammenhang mit der Zeit LAMARCKS erwähnt. Es war jenem Weltbild unterlegt, jedoch nicht deutlich formuliert. Bei KAMMERER finden wir es ausgesprochen; und zwar spät, 1914 in einem Aufsatz über „Die Wirkung der erworbenen Eigenschaften für Erziehung und Unterricht". Davon ein Ausschnitt:

> *„Indem wir unsere Kinder und Schüler unterrichten, wie sie im Lebensstreite zu bestehen und stets vollkommener zu gedeihen vermögen, schenken wir ihnen mehr als kurzen Gewinn ihres eigenen Lebens; ein Extrakt davon geht dorthin, wo der Mensch wahrhaft unsterblich ist – in jene wunderbare Substanz, aus der in ununterbrochener Folge die Enkel und Urenkel entstehen".*

Es muß für den Moment noch offen bleiben, ob es sich in diesem Gedanken schon um eine Ideologie oder bloß um eine Hoffnung von uns Menschen handelt. Aber die politische Ideologie wartet schon im Hintergrund. Es ist eben auch eine Milieutheorie: der Marxismus. Das wird Folgen haben.

Mit welchen Experimenten beschäftigte sich KAMMERER also? Zunächst ging es ihm um unsere heimischen Salamander: den schwarzen,



Paul Kammerer

gelb gefleckten Feuersalamander der Täler und den schwarzen Alpensalamander im Gebirge; ersterer im Wasser laichend, letzterer, wohl an den Mangel an Wasserstellen angepaßt, lebendgebärend. Der Feuersalamander brachte, ins künstliche, kühle und wasserlose Gebirge versetzt, zunächst nicht lebensfähige Quappengeburten zur Welt, später zwei vollentwickelte Junge. Der Alpensalamander, im feuchtwarmen Klima, setzte nicht ausgereifte Quappen im Wasser ab. Schon das war erstaunlich. Der kritische Punkt aber bestand in der Frage, ob die Nachkommen dieser Geburten, wieder unter normalen Bedingungen aufgezogen, jene Merkmale behielten. Und tatsächlich fanden sie sich bei allen wieder, wenn auch in unterschiedlichem Ausmaß.

Ähnliches ergab sich bei der Zucht des Feuersalamanders auf gelbem und schwarzem Grund. Die Fleckung nahm, wenn auch in verwirrenden Mustern, entsprechend zu und ab und hielt sich weitgehend in der Folgegeneration. Die Untersuchung nahm Jahre in Anspruch, weil die Geschlechtsreife erst nach drei bis vier Jahren eintritt.

Man hätte annehmen sollen, daß derlei auffallende Ergebnisse ganze Gruppen von Biologen zur Wiederholung der Experimente, Bestätigung oder Widerlegung anregen müßten, aber fast nichts dergleichen geschah.

Experimente, welche die größte Sensation in der Öffentlichkeit und die meiste Opposition seitens der Kollegen hervorriefen, waren jene mit der unscheinbaren Geburtshelferkröte *Alytes obstetricans*. Während die meisten Krötenarten im Wasser laichen, legt *Alytes* ihren Laich an Land ab. Bei im Wasser laichenden Arten bilden die Männchen in der Paarungszeit an den Handballen und Fingerspitzen Brunftschwielen aus. Sie sollten bald berühmt werden. Es sind dunkelgefärbte Schwielen, aus welchen kleine Hornfortsätze herausragen. Sie dienen dazu, das schlüpfrige Weibchen zu halten, oft wochenlang, um die Eier beim Austreten zu besamen. Die Männchen der landlebenden *Alytes* mit ihren eher trockenen, rauhen Weibchen bildet diese Schwielen nicht aus. (Bei *Alytes* wickeln die Männchen die austretenden Laichschnüre um die Beine und tragen sie, bis die Jungen schlüpfen. Daher rührt der Name.)

Kammerer gelang eine Zuchtanlage, welche die Art veranlaßte, immer längere Zeit im Wasser zu verbringen und auch dort zu laichen. Das eigentliche Kunststück des Experimentators beruhte darauf, die „unnatürlichen", im Wasser gelegten Eier zu retten und zur Aufzucht zu bringen. Tatsächlich bildeten sich nun die Schwielen bei den Männchen aus und hielten sich in eindeutigen Spuren auch in den nachfolgenden Generationen.

Bateson in London, einer der frühen und militanten Gegner Kammerers, regte seinen Verbündeten Boulenger an, damals Kustos am Museum, die Versuche zu wiederholen. Es gelang Boulanger nicht einmal, *Alytes* im Wasser zu züchten.

Das Experiment, dessen Ergebnis Kammerer am meisten schätzte, stellte er mit *Ciona itestinalis* an. Es handelt sich dabei um eine Ascidie,

ein seßhaft-sackförmiges, kaum spannehohes, marines Manteltier, das über einen Einfuhr- und einen Ausfuhr-Siphon das Seewasser durch seinen Kiemenapparat zieht und von dem so herausgefilterten Kleinstplankton lebt.

MINGAZZINI in Neapel und JACQUES LOEB hatten schon lange vor KAMMERER gezeigt, daß, wenn man die Siphonen abschneidet, diese in sogar verlängerter Form regenerieren. Schneidet man sie wiederholt, bilden sich schließlich grotesk lange Rüssel. KAMMERER wiederholte diese Experimente und konnte sie bestätigen. Von Erblichkeit ist zunächst gar nicht die Rede.

MUNRO FOX wiederholte die Versuche am Meeresaquarium in Roscoff in der Bretagne und fand keine Verlängerung. Obwohl KAMMERER darauf verwies, daß nicht die geeignete Methode verwendet wurde und Aquarienphotos erhalten sind, die keinen Zweifel an seinen eigenen Ergebnissen lassen, wurde künftig nur mehr FOX zitiert, MINGAZZINI, LOEB und KAMMERER jedoch übergangen.

KAMMERER war der Ansicht, daß gerade dieses und vielleicht nur dieses Experiment es war, daß die Vererbung somatisch erworbener Merkmalsänderungen belegte. Ich kann verstehen, daß seine Züchtung niemand wiederholte, weil sich Manteltiere über zarte, pelagische Larven vermehren, die außerordentlich schwer zu halten sind.

Anders verhält es sich mit seinen Experimente mit dem Grottenolm *Proteus*, ein Höhlenbewohner, der seine winzigen Augenansätze mit zunehmender Reife ganz zurückbildet. Und auch wenn man ihn im normalen Tageslicht züchtet, bilden sich die Augenansätze zurück, weil sodann in der die Augenrudimente bedeckenden Körperhaut schwarzes Pigment eingelagert wird, das offenbar denselben verdunkelnden Effekt hat.

KAMMERER züchtete den Olm unter Rotlicht, das jenen Pigmentschild nicht entstehen, die Augen aber in so überraschender Weise wachsen läßt, daß sie sogar wieder aus der Körperhaut hervortreten. Das Präparat wurde zum Staunen der Kollegen auch auf Fachkongressen gezeigt.

Aber ich sagte schon, daß man KAMMERER auch das geringe Vertrauen, auf das er zunächst rechnen konnte, noch entziehen wird. Derselbe GOLDSCHMIDT, den ich anfangs zitierte, publizierte später, wenn auch anschließend widerrufen, eine im Fache nachgerade tödliche Unterstellung.

> *„Da viele von Kammerers Behauptungen Verdacht erregten, möchte ich sagen, daß ich die fraglichen Exemplare selbst gesehen habe. Natürlich kann ich nicht beschwören, daß die guten Augen nicht etwa transplantiert worden waren."*

6.5 Somations-Debatte und Hexenjagd

Wir begegnen nun einem wirklich nachgerade absurden Theater der Paradoxien, das lächerlich wäre, würden nicht massive, ideologische Differenzen dahinterstehen, und das zu den Akten gelegt werden könnte, hätte es nicht zum Selbstmord Paul Kammerers geführt.

Somation ist ein Begriff, den man heute kaum mehr kennt. Gemeint waren die im Laufe eines Lebens beobachtbaren Veränderungen von Geweben der somatischen Zellen, verbunden mit der Frage nach deren Erblichkeit. Im Wesentlichen geht es bei Somation also um die Lamarck-Darwinsche Theorie erblicher Variabilität, der ja zu dieser Zeit noch alle Altdarwinisten und anfangs auch noch Weismann und De Vries anhingen.

Tatsächlich wurde an vielen Orten auf diesen Spuren experimentiert. Bekannt geblieben sind Experimente berühmter Psychologen: von William McDougall an der Harvard Universität und von Pawlow an der Universität in Moskau. Wie viele andere erfolglos experimentierten und die Ergebnisse darum auch nicht veröffentlichten, wissen wir natürlich nicht. Und jene Experimente, die darauf angelegt waren, Somation zu widerlegen sind allesamt absurd. Unser berühmter Weismann beispielsweise ließ Mäusen über 22 Generationen hinweg die Schwänze abschneiden, um zu beweisen, daß diese Änderung nicht erblich ist. Gewiß, auch Holzbeine erweisen sich nicht als erblich. Es ist zu dumm.

Nach meiner Ansicht gibt es kein Experiment, das die Erblichkeit neuer, aktiv erworbener Merkmale belegt. Heute beginnt man zu verstehen, daß die Natur diesen Weg nicht eingeschlagen hat, weil er wahrscheinlich noch häufiger als das tastende Versuchen über blinde Mutationen in Sackgassen führen muß.

Auch Kammerer war vorsichtig bis zur Zurückhaltung, namentlich beim Ergebnis der *Alytes*-Experimente, die noch so viel Staub aufwirbeln werden. Die Wiederkehr der Brunftschwielen können als Atavismen, als herausgelockte alte Merkmale gedeutet werden, da sie die Vorfahren der *Alytes* höchstwahrscheinlich besessen haben. Aber auch das ist schon interessant. In einem denkwürdigen Vortrag 1923 vor der Cambridge History Society sagte er:

> „*Nachdem man stets den Einwand des Atavismus erheben kann, ist mir nicht ganz klar, warum man gerade dieses Experiment* (an Alytes) *als exprimentum crucis betrachtet. Meiner Meinung nach bietet es keineswegs einen schlüssigen Beweis für die Vererbung erworbener Eigenschaften.*"

Das sieht sein Widersacher Bateson anders und nimmt es paradoxerweise als *experimentum crucis*, als

> *„die entscheidende Beobachtung...die, sollte sie sich bestätigen lassen,* KAMMERERS *Behauptung* (einer Vererbung erworbener Eigenschaften) *weitgehend beweisen würde.“*

Es geht also nicht um KAMMERERS Ansicht, sondern um ein Prinzip: Schon die Annahme, es könne eine Vererbung erworbener Eigenschaften geben, war verwerflich.

Um das nachvollziehen zu können, werfen wir einen Blick auf das Welt- und Menschenbild des Marxismus, auf das Szenario, welches manche Marxisten tatsächlich glaubten und welches man einfach allen Lamarckisten zudachte. Was als Lösung dem gesunden Menschenverstand naheliegend, sogar wünschenswert erscheinen konnte – wir kennen das schon aus der Zeit des LAMARCK –, war den reduktionistischen Biologen am Mikroskop sachlich undenkbar. Würde sich alles, was im Leben der Vorfahren an Veränderungen erworben und erlernt wurde, wie das die mit Lernleistungen experimentierenden PAWLOW und WILLIAM MCDOUGALL erwarteten, erhalten, so würde ein ganz unmöglicher Homunkulus entstehen. Es wäre vorherzusehen, daß man auch Menschen unter Beibehaltung eines speziellen, künstlichen Milieus physisch wie geistig zu speziellen Ausprägungen züchten könnte.

Das ist die Phasmagorie von Milieu-Theorien. Eine solche war aber schon längst gegeben und hatte ja als Marxismus eine staatstragende Ideologie produziert. Natürlich wurde dieser Hintergrund in keiner der akademischen Querelen angedeutet. Aber es war natürlich klar, daß den Westen angesichts auch nur der Möglichkeit, erbliche Kommunisten züchten zu können, Panik befiel, da notabene das Mutations-Phänomen, wie schon angedeutet, eine diametral andere Ideologie wissenschaftlich zu stützen schien.

Im Kesseltreiben um diese ideologische Frage war PAUL KAMMERER lediglich der Prügelknabe.

Im August 1926 veröffentliche G.K. NOBLE, Kustos am American Museum of Natural History und Mitglied der KAMMERER-Jäger, daß dessen letztes *Alytes*-Dokument, das er in Wien sehen konnte, eine Fälschung sei. Auch seine Salamander-Ergebnisse wurden von einem Kollegen verteufelt.

Was immer er vorgelegt hatte, geriet in den Verdacht der Fälschung, die akademische Karriere war durch Kollegen, die Forschungsmöglichkeit durch die Inflation zerstört. Man bot ihm eine Professur in Moskau an, wo Lamarckismus Staatsreligion geworden war. Seine angebetete ALMA MAHLER verließ ihn ob solcher Aussichten ganz. Sechs Wochen später, im September 1926, erschießt er sich auf einem Spazierweg bei Baden südlich von Wien.

Man sollte meinen, daß damit die Hexenjagd ein Ende gefunden hätte; aber weit gefehlt. Es ging, wie man sehen wird, gar nicht um KAMMERER, es ging um ein Prinzip. Es mußten Fälschungen nachgewie-

sen werden. Und nun beginnt sich das Kriminalstück erst recht zu entfalten.

Tatsächlich hatte sich in dem letzten, erhaltenen *Alytes*-Präparat an den Handflächen unter der Haut Tusche injiziert gefunden. Die Untersuchung erfolgte noch unter PRZIBRAMS Aufsicht. Es konnte sein, daß einer von KAMMERERS böswilligen Kollegen, der sich als geistig labil erwiesen hatte, eine Fälschung hatte vortäuschen wollen. Es war aber auch möglich, daß man das Präparat einfach wieder ansehnlich machen wollte. Wenn in meiner Praxis als Institutsvorstand ein Präparat ausgeblaßt war, und nicht mehr zeigte was es sollte, beispielsweise ein Situs-Präparat, das die Eingeweide offen legt, bat ich den Kustos zu mir und ersuchte ihn, das Präparat aus dem Alkohol des Schauglases zu nehmen, die Blutgefäße mit Eosin, den Darm mit Methylenblau nachzufärben.

KAMMERER kam für den Eingriff nicht in Betracht. Heute führt jede Recherche zu der Einsicht, daß er kein Fälscher gewesen sein konnte. Aber sein Leben war zerstört, der Lamarckismus mit einem bösen Omen umgeben, und der lamarckistische Marxismus drohte dem Westen mit einer internationalen Revolution.

6.6 Vitalismus und Neolamarckismus

Die Neodarwinisten hatten sich in der Zwischenzeit gut verschanzt. Aus WEISMANNS Keimbahntheorie hatten seine Nachfolger eine „WEISMANN-Doktrin" gemacht, die als Dogma eine der tragenden Säulen der Genetik geworden war. Keinen Einfluß könne es vom Soma, also von den Körperzellen, auf die Geschlechtszellen geben. Eine Vermutung, die sich in der molekularen Genetik zu einer Art Gewißheit aufbauen wird. Alles Werden und Schicksal der Kreatur bliebe Zufallsfehlern im Erbmaterial überlassen. Eine derart mechanistische Lösung mußte Widerspruch herausfordern.

Bevor ich auf diese Argumente eingehe, noch eine Orientierung. Man erinnert sich, daß DARWINS Pangenesis-Theorie zwei noch offene Problemkreise anzeigte, deren Lösung DARWIN, jenseits seines Selektionsprinzips, zum Verständnis des Evolutionsprozesses notwendig erschien: die Bedingungen der Somation und jene der inneren Mechanismen. Erstere hatten zu der geschilderten, ideologisch unterlegten, dramatischen Polarisation zwischen Neodarwinisten und Lamarckisten geführt, letztere wurden fast vergessen.

Wie man jedoch aus der weiteren Entwicklung erkennen wird, steckte in der Opposition gegen rein genetische Doktrinen zu recht die Einsicht, daß Lebensprozesse nicht aus einem bloßen Zufallsmechanismus verstanden werden können. Den Lamarckismus weiterhin als die

Alternative anzunehmen, wird sich als Irrtum erweisen und ist nur darauf zurückzuführen, daß dieser in den Vordergrund gedrängt war, das Wirken innerer Systeme aber nicht.

Das Lebendige kann man mechanistisch und physikalistisch betrachten, ganz versteht man es daraus aber noch nicht. Man denke an die finalistischen, auf Ziele gerichteten Programme, die ein Hühnerei zum Huhn und zu neuen Eiern mit dem Ziel werden läßt, wieder zu Hühnern mit weiteren Hühnereiern zu werden. Derlei findet sich in der Physik nicht. Und seit dem frühen 18. Jahrhundert stellte man der mechanistischen Betrachtung einen Vitalismus gegenüber. Mit diesem war die Erwartung verbunden, daß sich im Lebendigen noch Gesetze finden müßten, die sich nicht gänzlich auf Physik zurückführen ließen.

Diese zunächst von Philosophen angeführte Sicht fand an der Wende zum 20. Jahrhundert und bis in die 1920er Jahre, von denen noch die Rede sein wird, eine greifbare Basis: und zwar auf dem Gebiet der experimentellen Embryologie. Es beginnt mit den widersprüchlichen Ergebnissen zweier Kontrahenten dieses Faches und wird sich im Phänomen organismischer Regulation lösen.

Es handelt sich zunächst um die Embryologen Wilhelm Roux und Hans Driesch, die uns schon begegnet sind. Roux, der zuerst mit Froscheiern experimentierte, erhielt, wenn er nach den ersten Furchungsteilungen die eine Hälfte der Blastomeren zerstörte, halbe Embryonen. Driesch, der mit Seeigeleiern begann und die ersten Blastomeren auseinander schüttelte, erhielt aus jeder jeweils eine ganze Seeigel-Larve. Ersterer entwickelte daraus eine Entwicklungs-Mechanik, letzterer eine Entwicklungs-Physiologie. Nachdem die Kontroverse um den Blastomeren-Determinismus abzuklingen begann, kam man zu der Einsicht, daß es in der Ontogenie zwei unterschiedliche Strategien für die verläßliche Verteilung der Aufbau-Instruktionen geben müsse. Die „Mosaikeier" legen in den Blastomeren sogleich fest, welche Organe aus ihnen entstehen sollen. In den „Regulationseiern" wird ein anderes Prinzip zur Sicherung verwendet: Wenn eine Störung auftritt, soll jeder Bauteil „wissen", was das Ganze bauen soll.

Damit ist wieder einer jener inneren Zusammenhänge aufgedeckt, eine jener Systembedingungen, denen schon Darwin auf der Spur war, und die zwar aus chemophysikalischen Reaktionen besteht, aber über Chemie und Physik hinausreicht. Später sagte Henri Bergson dazu:

> *„Das vitalistische Prinzip mag wohl nicht imstande sein, vieles zu erklären, ist aber zumindest ein Schild, an das wir unsere Ignoranz anhängen können, damit wir uns ihrer gelegentlich erinnern, während der Mechanismus dazu verleitet, diese unsere Ignoranz zu ignorieren." Das war der wirkliche Grund der Opposition. „Der Neodarwinismus treibt tatsächlich den Materialismus, wie ihn das 19. Jahrhundert verstanden hat, auf die Spitze."*

sagt darauf ARTHUR KOESTLER, so als ob man einen Affen an der Schreibmaschine nur lange genug herumtappen lassen müsse, bis ein Shakespearesches Sonett herauskomme. Oder nach WADDINGTON: Wie oft müsse man wohl Ziegel von Lastwagen abkippen, bis sich durch Zufall eine nette Architektur ergeben werde. Wie man sieht, es ist ein Thema jenseits des biologischen Lamarckismus.

Aber die Lamarckisten waren eine Zunft der Opposition gegen den Neodarwinismus und mit neuen Gegenargumenten zu Neolamarckisten geworden. Die Erwartung, durch eine Reihe von Zufällen aus einem Teich von Amöben die Pariser Akademie entstehen zu lassen, war so phantastisch, daß es auch deren Phantasie auf den Plan rief.

Die Positionen der Neolamarckisten streuen über eine ganze Bandbreite von Empirie und Seriosität, was ihrem Namen nicht gut getan hat.

Am seriösen, empirischen Ende finden wir überwiegend Paläontologen, was nicht Wunder nimmt, wenn man sich an die Art ihrer Beiträge zum Beweis der Abstammungslehre erinnert. KOVALEVSKY begann, adaptive und nichtadaptive Merkmalsänderungen zu unterscheiden. Und man konnte sich fragen, was denn die nichtadaptiven Änderungen wohl anführte. EDUARD COPE, dem wir auch schon begegneten, hatte schon im 19. Jahrhundert auf die Merkwürdigkeit einer allgemeinen Größenzunahm in den Tierstämmen hingewiesen, und sein Schüler OSBORN stellte eine ganze Reihe von Entwicklungsgesetzen jenseits von Adaptierung an das Milieu zusammen. Als besonders fruchtbar wird sich unter diesen Gesetzen der Begriff der Allometrien (auch Alloiometrien) erweisen, durch den man erkannte, daß es sich bei allen Veränderungen um höchst harmonische Proportionsänderungen handelte, die mit dem Mutationskonzept der Neodarwinisten dieser Zeit überhaupt nicht zusammenpaßten. NEUMAYR stellte die Entwicklungsbahnen der fossilen For-

Arthur Koestler

men zusammen und DOLLO belegte, wie erinnerlich, die Nichtumkehrbarkeit derselben. Nichts davon fügte sich in die Mutationstheorie ein.

Im mittleren Bereich neolamarckistischer Ansätze befinden sich Theorien wie jene von EIMERS Orthogenese, die noch verbreitet war. Sie hatte speziell die Richtungshaftigkeit der Evolutionsbahnen im Auge, sogar etwas wie eine Orthoselektion, so als ob auch die Selektion über lange Zeiten in gleichförmiger Richtung wirke. Wie man sieht, hat das alles mit LAMARCK nicht mehr viel zu tun, viel aber mit Phänomenen, die der Neodarwinismus nicht löst.

Am anderen, phantastischen Ende der Skala finden sich die Ansichten von Autoren, die man Psycholamarckisten nannte. Sie gingen von der Vorstellung eines Bildungstriebes aus. PAULY, FRANCÉ und WAGNER, etwa um 1913, sind die auffallendsten. Da alle zweckmäßigen Produkte des Menschen Intelligenz voraussetzen, dachten sie, man müsse die so unübersehbare Zweckmäßigkeit des Baues aller Organismen auf eine Art Intelligenz des Lebendigen zurückführen. Eine Intelligenz, die letztlich in allen Zellen, in der lebendigen Substanz überhaupt zu finden sein müsse. In den literarischen Soirées muß das seine Wirkung getan haben. Der Bogen der neolamarckistischen Opposition war, wie man sieht, weit gespannt.

Wohin wandelte also das Welt- und Menschenbild? Als WILLIAM BATESON in der Zeit des Ersten Weltkrieges vor Soldaten einen Vortrag über den Neodarwinismus hielt, rief ein Soldat: „*Das ist ja wissenschaftlicher Calvinismus.*" BATESON bezeichnete dies als „*einen Geistesblitz unwissender Inspiration.*" Ich finde jene Bemerkung dagegen höchst treffend, wenn man sich CALVINS kämpferischer Art erinnert, Gottes ungleich verteilter Gnaden, des „Volkes der Erwählten", des öffentlichen Schwurs, der Vertreibungen und der Verbrennung des MICHAEL SERVET (1553).

Nochmals wird uns die schon bekannte Einsicht bestätigt, daß man Wahrnehmungen zu recht eher vertraut als Erklärungen. Das uns angeborene *simul hoc* ist als Gestaltwahrnehmung über unzählige Generationen an der Natur geprüft worden, das *propter hoc* dagegen nur vorbereitet als ein „Bedürfnis der Seele". Die Fülle der Einsichten, welche die Abstammungslehre als einen widerspruchsfreien Zusammenhang belegten, nahm man, wie wir sahen, ohne große Querelen hin. Die möglichen Erklärungen hingegen spalteten nochmals das Weltbild und fanden sich sogleich in einem Wechselbezug mit alternativen Gesellschaftstheorien widersprüchlicher Ideologien.

Was also wandelte Welt- und Menschenbild? Der Wandel vom Darwinismus zum Neodarwinismus, wie schon angedeutet, liegt zeitgleich zu den Spätformen des Hochkapitalismus oder Liberalismus, des Kolonialismus und zum Entstehen einer Weltwirtschaft. Das alleinige Recht des Individuums auf den Zufall seiner Ausstattung mit Begabung und Vermögen wurde Gesellschaftstheorie des Westens.

Und, bewußt oder nicht, dieser Unterstrom des Zeitgeistes hat, wie ich meine, auf die Zufalls-Experimente in den Labors ebenso Einfluß genommen wie das merkwürdige Naturgesetz der Mutabilität, der Ausstattung der Kreatur durch den Zufall, auf die Theorie der Gesellschaft. Jene extreme Form des Liberalismus wurde erst nach dem Ersten Weltkrieg durch die nahezu vollständige Umkehrung des Prinzips gedämpft. Damals tat das noch wenig Wirkung, und das Konzept des „Menschen als Zufallsprodukt" bereitete sich vor.

Der greifbare Gegensatz war damals längst der Marxismus. Seine politische Wirkung entfaltete sich bekanntlich als Sozialismus, anrüchig genug, von der Pariser Kommune 1871 bis zu LENIN und zur Russischen Revolution 1917. MARX war von den lamarckistischen Sichten DARWINS höchst angetan. Nicht nur die Abhängigkeit der Kreatur vom Milieu und die daraus ableitbare Aufgabe des Staates, das rechte Milieu zu schaffen, paßte in das Konzept, sondern noch mehr sogar die Erblichkeit der staatlich applizierbaren Anpassungen: der „Mensch als Milieuprodukt". Der Lamarckismus wurde eine Art hoffnungsvolle Staatsreligion.

Daß sich beide nicht bewähren würden, wußte man damals noch nicht. In der Zeit bis in die 1920er Jahre hatte der Sozialismus noch Auftrieb durch diese biologische Theorie, die in Rußland große, neue Forschungsmöglichkeiten erhielt. Der Sozialismus setzte eine Weltrevolution in Aussicht, den Westen erfaßte Panik. Der Lamarckismus wird sich als der falsche Namengeber für die problematischen Systembedingungen, jene inneren Bedingungen, in der Fachwelt weiterschleppen. Der Sozialismus wird sich, wieder durch Umkehrungen seiner Doktrinen, über den Sozialismus zur Sozialdemokratie humanisieren.

In den Kirchen hatte sich der „Mensch als Planung der Schöpfung" wenig verändert erhalten. Die Kirche selbst aber begann, sich zu Recht vor dem radikalen Sozialismus zu fürchten und adaptierte sich dem Liberalismus. Dessen Konzept der Eigenverantwortlichkeit lag ihr. Namentlich die Reformierten begannen dessen ökonomisches Weltbild hinzunehmen und wurden, nachdem sie das Zinsverbot schon lange aufgeben hatten, in den Dunstkreis eines humanitären Kapitalismus hineingeschleppt.

Wissenschaftlich waren zwei Menschenbilder unterstützt worden: ein „Mensch als Zufallsprodukt" und ein „Mensch als Milieuprodukt". Beide sind falsch, und beide stehen einem „Menschen als Planung" gegenüber. Das wiederum ist reine Metaphysik.

Teil 7
Molekulare Genetik und Synthetische Theorie

Noch einmal treten wir ein in eine veränderte Welt der Wissenschaft. Es ist namentlich die Zeit nach dem Zweiten Weltkrieg. Die klassische Genetik wird von der molekularen Genetik überbaut, die Struktur der Erbsubstanz und der Eiweiße wird entdeckt, die Mathematik breitet sich in der Genetik aus, und das alles wird nun reihenweise mit Nobelpreisen in Chemie und Biologie bedacht.

Das, was wir als Fortschritt verstehen, ist enorm. Aus Studierstuben werden Industrien, aus Gesprächen Weltkongresse und aus den auswertenden Labors Konzerne. Die Rauhigkeit der ideologischen Debatte wird kommerzialistisch. Der Reduktionismus gewinnt an Boden, theoretische Fächer geben neue Perspektiven vor: in Physik, Chemie und Biologie.

(1) *Zur Theorie:* Die Bezeichnung „Theoretische Physik" ist die Erfindung von Verwaltungsbeamten deutscher Universitäten. Als im Boom der Mechanik die Labors zu teuer aber weitere Professoren nötig wurden, vergab man unter diesem Titel Lehrstühle ohne Labors. Früher ein Teil der Mathematik gewann das Fach etwa ab KIRCHHOF mit BOLTZMANN um 1900 sein heutiges Format und hat, wie man weiß, die Physik gründlich revolutioniert.

Die „Theoretische Chemie" ist ein Kind der physikalischen Chemie und entstand mit der Entfaltung der Quantentheorie in den 1920er Jahren mit DIRAC und PASCAL JORDAN. Man gewann den Eindruck, daß sich nun alle wesentlichen Phänomene der Chemie auf Physik zurückführen ließen: Was als Theorie hoffnungsvoll ist, erlaubt in den komplexen Bereich extrapoliert zwar nur mehr Näherungen, schließt damit aber die genuine Problematik der Biologie aus. Sie bietet nicht den Übergang, sondern sieht sich als eine Verlängerung der Physik. Das wird die kommende Szene sehr bestimmen.

Die „Theoretische Biologie" entsteht kurz danach. Hier stand die neue Physiologie Pate; auch mit dem schon geschilderten Wiener Vivarium im Hintergrund. Als Gründer des Konzeptes kennt man LUDWIG VON BERTALANFFY und PAUL WEISS, der als Doktorand im Vivarium

Nachfolger von PAUL KAMMERER war. Diese Szene kenne ich gut, weil BERTALANFFY einer meiner ersten Lehrer war und PAUL später einer meiner väterlichen Freunde. WEISS mußte Wien vor den Nazis verlassen, weil er Jude war, BERTALANFFY nach ihnen, weil er sich in deren Partei einzuschreiben hatte. Der Grundgedanke der Theoretischen Biologie bestand in der Anwendung einer rekursiven oder systemischen Kausalität, aus welcher zunächst eine Systemtheorie entstand, die heute in aller Munde ist. Dieses Thema wird sich mit mir fortsetzen.

(2) *Zum Reduktionismus:* Wir sind dem Begriff schon begegnet und es ist angebracht, an dieser Stelle wenigstens die drei Formen der Vereinfachung oder Reduktion zu unterscheiden, wie sie der Wortsinn beinhaltet: einen theoretischen, einen pragmatischen und einen ontologischen Reduktionismus.

Der „theoretische Reduktionismus" hat im Auge, worauf alle Wissenschaften abzielen: die Vereinfachung oder Kondensation von Einsichten auf Sätze oder Formulierungen; eben das, was wir Hypothesen oder Theorien nennen. Das ist in Ordnung.

Der „pragmatische Reduktionismus" hat mit der Forschungspraxis zu tun, allerdings mit einer entscheidenden Annahme im Hintergrund: nämlich mit der Erwartung, man könne ein komplexes System zureichend aus seinen Konstituenten verstehen. Genauer gesagt: Würde man die Eigenschaften aller Bauteile die es zusammensetzen, kennen, könnte man auch die Eigenschaften des neuen Systems vorhersehen. Hier verbindet sich ein Konditional mit einer bislang unbewiesenen Behauptung.

Das ist der springende Punkt und hat im Gegenzug, angeführt durch CONWY LLOYD MORGAN, schon 1923 den Emergentismus entstehen lassen. Er beinhaltet die Erwartung, daß die Eigenschaften eines neuen Systems eben nicht gänzlich aus jenen seiner Konstituenten zu verstehen sind und daß der Prozeß dieser Emergenz, dieses Auftauchens

Ludwig von Bertalanffy

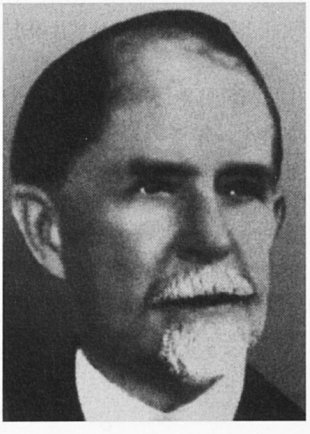
neuer Systeme mit neuen Eigenschaften, auch in den meisten Fällen nicht zu wiederholen ist. Zu viele Zufallsbedingungen müssen ihm am Wege gelegen haben. Davon später mehr.

Für die Laborpraxis mag das nicht wichtig sein, weil erstens jener Konditional die Entscheidung in die Zukunft möglicher, besserer Kenntnisse verlegt und zweitens das, was sich nicht wiederholen läßt, für die experimentelle Forschung ohnedies nicht zugänglich ist; freilich nur für die experimentelle.

Der „ontologische Reduktionismus" wird zwar dem pragmatischen Reduktionisten suggeriert, ist aber von ganz anderer Art. Sollten Emergenzen, wie die Emergentisten behaupten, der experimentellen Forschung nicht zugänglich sein, dann handelt es sich offenbar um metaphysisches Gerede, das nicht in die exakte Wissenschaft und überhaupt nicht in die relevante Wirklichkeit dieser Welt gehören dürfte. Wirklich ist, womit wir umgehen können, sonst nichts.

Das aber leitet ein uns gefährdendes Weltbild an, weil es, wie noch zu zeigen sein wird, angeführt durch die Allianz von mächtiger Forschung und mächtiger Industrie, dazu einlädt, überall, wo es möglich ist, in komplexe Systeme einzugreifen ohne sie ganz verstanden zu haben; zu stören und zu zerstören ohne das Zerstörte wiederherstellen zu können. Schon eine ausgepresste Orange, wie Hans Mohr sagte, wird nicht mehr ganz, indem man den Saft zurück in die Hülle gießt. Und das gilt für die Störung des Genoms einer Art ebenso, wie für den Zustand unserer Wälder, unserer Atmosphäre, also unserer Lebensbedingungen überhaupt.

Es baut sich, wie wir sehen, viel Fortschritt auf sowie ein bedeutender, theoretischer Apparat. Nur was die Theorie von der Evolution betrifft, ändert sich nicht viel. Es ist der uns wohlbekannte Neodarwinismus, der als Konzept die Szene weiter anführt.



Thomas H. Morgan

7.1 Über Morsezeichen, Buchstaben und Worte

Das folgende Szenario beginnt im Gebiet der Chemie und wird lange in dem der Biochemie bleiben. Die Entdeckung dessen, was als Träger des genetischen Gedächtnisses schließlich Kernsäuren genannt wird, fällt in das Jahr 1870. ALBRECHT KOSSEL vermutet dann 1943 in dieser Desoxyribonukleinsäure, DNS (englisch DNA), den Träger der Erbsubstanz.

Der Chronologie meines Berichtes zufolge will ich an dieser Stelle ein Erlebnis erzählen, das mir 1946 mein Studium bescherte und mich sehr bestimmte. Denn auch der Leser soll wissen, wohin die Reise geht. Es hat noch nichts mit der molekularen Genetik zu tun, von welcher weiterhin die Rede sein muß, aber viel mit Genetik überhaupt.

In diesen Jahren nach dem Krieg kam Nachricht von den entstehenden Genkarten in den Unterricht nach Wien. Die Gentheorie nahm eine lineare Aufreihung der Gene entlang eines Chromosoms an und einen Austausch „homologer" elterlicher Chromosomenteile, das sogenannte Crossing-over. Die Häufigkeit einer Trennung nachbarlicher Gene mußte mit der Entfernung ihrer Lage im Chromosom zusammenhängen. Das bestätigte sich und ließ die Abfolge der Gene, die zunächst nur nach ihren Wirkungen im Organismus bezeichnet wurden, feststellen.

Der Genetiker, der das damals unterrichtete, FELIX MAINX, war ein eleganter Herr und hatte keine Lust, die Wandtafel, von der er berichtete, von seinem Labor durch die Stadt zum Hörsaal zu tragen. Für mich erschien deren Inhalt der Schlüssel für das Verständnis des Zusammenhangs der lebendigen Organisation überhaupt zu sein, denn wo sonst wäre er zu finden?

Das wollte ich sehen. Und so gelangte ich, was nicht leicht war, bis zu seinem Labor und ihm selbst. Zunächst ungehalten erhellte sich sein Ausdruck, als er bemerkte, daß sich der Wicht seiner *Drosophila*-Genkarte wegen durchgefragt hatte und ließ sie entrollen. Der Eindruck war für mich zutiefst enttäuschend: ein Chaos bildete sich ab. Die Gene für Augenfarbe, Borstenlängen, Flügelformen usw. standen hintereinander, als hätte ein Narr die *Drosophila* zerschnitzelt und die Merkmale in beliebigem Durcheinander wieder aufgefädelt.

Ich konnte meine Enttäuschung nicht verhehlen und ward, wie man sich denken kann, unter Hinweis auf meine wissenschaftliche Jugend umgehend entlassen. Wenn nun der logische Zusammenhang der Organisation eines Organismus nicht in der Anordnung der Gene liegt, worauf mag er dann beruhen? Diese Frage beschäftigte die klassischen Genetiker von damals noch nicht, für die moderne Genetik aber wurde sie zur Schlüsselfrage und wird uns daher hier weiterhin begleiten.

Meine Geschichte habe ich bei KOSSEL 1943 unterbrochen. Schon 1953, nach vielen Fortschritten in den molekularbiologischen Labors der 1930er bis 50er Jahre, entschlüsseln WATSON und CRICK mit Hilfe bedeutender Materialien von Kolleginnen und Kollegen die merkwürdige Doppelschraube dieser Erbsubstanz. Man hat sich angewöhnt, von einer Doppelhelix zu sprechen, nicht weil es sich um eine Doppelschnecke handelt, sondern weil das im Englischen plausibel ist.

Das Ganze ähnelt im Schema bekanntlich einer um ihre Länge schraubig gedrehten Leiter. Die zwei Achsen der Leiter bestehen aus Phosphat-Zucker-Ketten, die Sprossen aus dem Gegenüber der Abfolge jeweils zweier Passformen aus vier Nukleinsäurebasen in scheinbarer Zufallsfolge, den sogenannten Basenpaaren. Das ließ die Erhaltung der Reihenfolge der Nachrichten aus dem Erbmaterial erwarten und die Möglichkeit ihrer Zweiteilung. Das Weitere ging über viele Labors und Kongresse auch sehr schnell, ist schon Schulbuchstoff geworden, und so kann ich mich kurz fassen:

Zur Übertragung dieser genetischen Information in die Eiweißformen des Organismus wird die Leiter der Länge nach geöffnet und von einer Hälfte chemisch eine Kopie gezogen. Diese Boten- oder Messenger-RNA, mRNA, findet mit dem richtigen Ende im Gewühl der Moleküle Ribosomen, Zellorganellen, in welchen die „Übersetzung" erfolgt. Das geschieht durch die schon im Plasma bereit gestellten Transfer-, oder tRNA-Moleküle und 21 verschiedene Aminosäuren. Man kann sich das so verbildlichen, daß die tRNA-Moleküle zwei Enden haben. Am einen Ende tragen sie ein Häkchen, das jeweils einen bestimmten Typ unter den 21 Aminosäuren einfängt, am anderen haben sie einen Dreifachstecker. Dieser paßt im Gewirbel der Moleküle nur an eine der möglichen Dreiergruppen der kopierten halben Leitersprossen, an die sogenannten Basen-Triplets, und holt auf diese Weise die der Basenabfolge

Francis H. C. Crick

entsprechende Aminosäure heran. So werden an den Ribosomen entlang der mRNA über die tRNA die verschiedenen Aminosäuren zu einer Kette, den Eiweißen, zusammengehäkelt.

Drei Dinge sind hier interessant. Erstens, die vier molekularen Zeichen, in Dreiergruppen abgelesen, ähneln unseren Morsezeichen: Punkt, Strich und Spatium, die 21 Aminosäuren unseren 24 Buchstaben und die Eiweiße den Worten. Allerdings sehr langen: Donaudampfschifffahrtgesellschaftskapitänsmützenschirmrand wäre noch immer relativ kurz. Man hat später zu begründen versucht, warum auf dieses Zahlenverhältnis optimiert wurde.

Zweitens, die Art und Weise, mit der man nun von Transkription (Abschrift), Translation (Übersetzung) und genetischem Code spricht, hat sich aus Laborjargon durchgesetzt. Sie geht weder ganz auf die Funktionalistenschule um DELBRÜCK zurück, nicht auf die Strukturalisten wie PERUTZ, PAULING und andere, auch nicht auf das Regulationskonzept, wie es im Institut Pasteur in Paris gedacht wurde. Der gleichzeitig entstandene Ausbau der Informationstheorie mag den gemeinsamen Rahmen geboten haben.

Drittens entstand von CRICK 1957 ein Begriff, der uns auch noch weiter begleiten wird: das „Zentrale Dogma der molekularen Genetik". Wenn es zutrifft, daß der Informationsfluß von der RNA über die mRNA, die tRNA und die Aminosäuren zu den Proteinen läuft, also von den Genen schon zu den einfachsten Phänen, ist ein umgekehrter Informationsfluß auszuschließen. Man wird sich der WEISMANN-Doktrin, des „Dogmas der klassischen Genetik", erinnern und nun auch dieses voll bestätigt denken. Das aber wird nun zum nächsten, entscheidenden Punkt.

Man wird ab den 1970er Jahren, nach viel Diskussion, zwei Formen des neuen „Zentralen Dogmas" unterscheiden müssen: eine harte und eine weiche Fassung. In der harten Fassung wird jeder Transfer von Information von den Phänen zu den Genen ausgeschlossen. In der weichen Fassung wird erwartet, daß keine chemisch kodierte Information zurückfließen kann. Erstere werde ich widerlegen, letztere bestätigen. Welch ein Informationsfluß aber kann man erwarten? Das wußte ich vor den 1970er Jahren auch noch nicht. Die Systemtheorie mit ihrem Konzept rekursiver Kausalität wird die Aufklärung bringen.

Das Welt- und Menschenbild verändert sich nach diesen Einsichten kaum, wie wir das auch schon zuvor nach einer Phase des reinen Sammelns von Fakten gesehen haben. Die Entschlüsselung der Proteinsynthese, die nur im Rahmen eines pragmatischen Reduktionismus solche Erfolge haben konnte, stärkte diese Wissenschaftshaltung weiterhin. Dies hatte allerdings zur Folge, daß mit zunehmender Einsicht in diesen Prozeß auch seine Grenzen erahnbar wurden.

7.2 Regulative und das Epigenetische System

In denselben späten 1950er Jahren machten Mutanten des Darmbakteriums *Escherichia coli* auf einen weiteren Zusammenhang aufmerksam, der aus der ganzen mRNA-, tRNA-Geschichte noch nicht zu erklären war. Dies führte wieder über vielerlei Zusammenwirken dazu, daß JACOB und MONOD 1960 in der Studie „Genetic Regulatory Mechanisms in the Synthesis of Proteins" vorschlugen, Struktur- und Regulatorgene zu unterscheiden. Zur der Zeit meines Besuches bei MAINX hätte das geholfen. In dieser molekulargenetischen Abenteuergeschichte wurde das erste Regulatorsystem, das „lac operon" von *Escherichia* aufgeklärt.

> *„Entsprechend dem Strukturkonzept ist die Erbanlage ein Mosaik unabhängiger Blaupausen (blue-prints). Für die Herstellung individueller Konstituenten ist Koordination von offensichtlich lebenserhaltender Bedeutung. Die Entdeckung von Regulator- und Operator-Genen, und deren repressiver Regulation der Aktivierung von Strukturgenen, enthüllt, daß die Erbanlage nicht nur eine Serie von Blaupausen enthält, sondern auch ein Programm, Eiweißsynthesen koordiniert und kontrolliert auszulösen."*

So ist es, und die Konsequenz dieser Einsicht war noch lange nicht abschätzbar. Um die lange, wiewohl gedrängte Geschichte kurz zu machen, müssen wir doch nochmals in die Biochemie der Gene eintauchen. Nach der vollen Aufklärung, an der noch viele Forscher beteiligt waren, gilt heute folgendes Schema:

Beim lac operon ging es darum, zu verstehen, wie es kommt, daß *Escherichia* bei Anwesenheit von Zucker, von dessen Spaltung sie lebt, zuckerspaltende Fermente produziert, die Produktion jedoch einstellt, sobald der Zucker „aufgefressen" ist.

Zum Ablesen des entsprechenden DNA-, hier RNA-Abschnittes – einer Kette von Strukturgenen, deren Ablesen zu zuckerspaltenden Fermenten führt – wartet ein Polymerase-Molekül. Es wird aber nicht losgelassen, weil ein Operator-Gen, das vor den Struktur-Genen sitzt, durch Regulator-Moleküle, die im Plasma schwirren, blockiert ist. Diese Moleküle werden von einem an anderer Stelle sitzenden Regulatorgen ins Plasma geschüttet. Sobald aber Zucker aus dem Milieu in die Zelle diffundiert, werden die Regulatormoleküle so verbogen, daß sie den Operator nicht mehr absperren können. Das Polymerase-Molekül wird losgelassen und führt zu Kopien jener Strukturgene, deren Übersetzung das zuckerspaltende Ferment produzieren. Dieses „frißt" den Zucker auf. Ist er aufgebraucht, werden die Regulatormoleküle nicht mehr verbogen, das Operongen wird abgesperrt und die Fermentproduktion eingestellt.

Bald darauf wurden weitere, ähnliche Regulationsmechanismen entdeckt. Es handelte sich also nicht um einen Einzelfall. Aber die Tragweite der Bedeutung dieses Prinzips, nämlich daß hier die Logik des Aufbaus von Organismen überhaupt verborgen lag, wurde noch nicht erkannt. Den Molekularbiologen ging es um Bakterien und um die allereinfachsten Körperstrukturen, die Proteine, die man damals noch nicht einmal im Elektronenmikroskop sichtbar machen, sondern nur chemisch rekonstruieren konnte. Sie dachten nicht an Köpfe und Beine. Und die Morphologen, voran Paläontologen und Paläo-Anthropologen, die sich mit Köpfen und Beinen beschäftigten, dachten kaum an Regulative der Proteinsynthese.

Der Wandel, den diese Einsicht in Welt- und Menschenbild bringen wird, war damals nur von den Forschern um MONOD zu ahnen; und auch das erst in einer ersten Konsequenz. Diese können wir sogleich überdenken. Wie sehr sie aber auf eine zweite, ungleich profundere Konsequenz wirken wird, man erinnert sich an mein Studentenabenteuer im Institut MAINX, ist noch nicht abzusehen.

7.3
Jacques Monod und Pierre Teilhard de Chardin

Das war die Zeit, als sich an neue Erfahrungen wieder neue Erklärungen knüpften und an die Erklärungen neue Welt- und Menschenbilder. Zwei davon sind so zeitgleich, so sehr in derselben Kultur Frankreichs verwurzelt, so aufschlußreich und gleichzeitig so diametral verschieden, daß es lohnt, sich mit ihnen speziell auseinanderzusetzen.

Es geht um MONOD (1910–1976), Molekularbiologe, und TEILHARD DE CHARDIN (1881–1955), Jesuit und Paläontologe. Sie hätten einander

Jacques Lucien Monod

in Paris begegnen können. Offenbar geschah das nie. Zu weit und auch heute noch kaum vereinbar liegen die Positionen in unserer Kultur auseinander.

Monod sind wir soeben bereits bei der Entdeckung der Genregulation begegnet, ausgebildet als Zell-Biochemiker, bald Professor am Pasteur-Institut, sieht er sich fachlich als Positivist und Reduktionist und gehört den Links-Intellektuellen der Pariser Szene und dem zeitgemäßen Existentialismus an. In seinem Buch „Zufall und Notwendigkeit", das zehn Jahre nach seinen Entdeckungen erscheint, bemüht er sich um „Philosophische Fragen der modernen Biologie". Was ihn stark berührte, war der Umstand, daß ein für den Biochemiker derart komplexes System, wie das beschriebene lac operon, durch reine Zufälle, durch das blinde Spiel von Versuch und Irrtum entstanden sein mußte. Mit den folgenden Zitierungen werden wir ihm nicht ganz gerecht, finden aber seine Grundposition:

> *Aus dem „verschiedenen ‚Durcheinander', die den genetischen Text" kennzeichnen,* unsere Genkarte (!), *„folgt mit Notwendigkeit daß einzig und allein der Zufall jeglicher Neuerung, jeglicher Schöpfung in der belebten Natur zugrunde liegt. Der reine Zufall, nichts als der Zufall, die absolute, blinde Freiheit als Grundlage des wunderbaren Gebäudes der Evolution."*

Freilich erkennt er, daß die durch den Zufall erwürfelten Gesetzlichkeiten auch konserviert werden. Für uns Menschen bildet er daraus aber ein höchst nihilistisches Weltbild:

> *„Wenn er diese Botschaft in ihrer vollen Bedeutung aufnimmt, dann muß der Mensch endlich aus seinem tausendjährigen Traum erwachen und seine totale Verlassenheit, seine radikale Fremdheit erkennen. Er weiß nun, daß er seinen Platz wie ein Zigeuner am Rande des Universums hat, das für seine Musik taub ist und gleichgültig gegen seine Hoffnungen, Leiden oder Verbrechen."*

Nichts hat uns geplant oder gewollt, keine Harmonie der Schöpfung ist nachweislich, eine sinnlos erscheinende Weltordnung zeichnet sich ab.

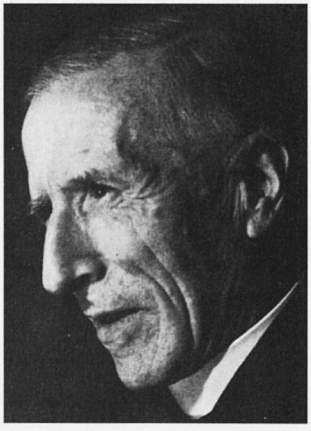
Wie anders bei Teilhard de Chardin! Im Schloß seiner Familie aufgewachsen und ab 1899 Jesuit wird er zunächst Dozent für Physik in Kairo, dann für Geologie und Anthropologie in Paris. Er ist ein ausgesprochener Holist, wird von den Jesuiten seiner Lehre wegen immer wieder ins Ausland verdrängt und unternimmt anthropologische Forschungsreisen nach Afrika und China, wo er an der Ausgrabung des Pekingmenschen, des *Sinanthropus pekinensis* beteiligt ist. Zuletzt wird er Mitglied des Institut de France und der Wenner Grenn Foundation für Anthropologie in New York.

Als physischer Anthropologe hat TEILHARD jene Phänomene der Evolution vor Augen, die dieses Fach zu seiner Bedeutung geführt haben: die zeitlich bestimmte Abfolge der Baupläne, die Entstehung von Entwicklungsbahnen, das scheinbare Gedrängtwerden in komplexere Bauformen, die alle so aussehen, als ob sie auf ein Ziel zuliefen. Als Theologe sucht er nach einer Physik, die das Werden der Kräfte und gleichzeitig auch das Werden des Bewußtseins, er sagt: des Geistes, verstehbar machen soll.

Beides sind legitime Anliegen der Forschung. Denn es ist ja nicht zu bezweifeln, daß die Evolution in bislang höchster Komplexität den Menschen, sein Bewußtsein und seine metaphysischen Sorgen und Hoffnungen hat entstehen lassen. In einem seiner Werke, „Der Mensch im Kosmos" (1959), sagte er:

> *„Es gelingt den Biologen noch nicht, die Genese der Phylen* (der großen Stämme des Tier- und Pflanzenreiches), *die spontane Aktivität der Individuen mit dem blinden Determinismus der Gene zu kombinieren... Unfähig, die beiden Begriffe zu versöhnen, neigen sie zu der Ansicht, das Lebewesen sei nur der passive, machtlose Zeuge der Transformationen."*

In seinem Anliegen, Evolutionismus und Kreationismus zu harmonisieren, setzt er etwas wie eine prästabilierte Harmonie voraus, die nicht nur Kosmos und Erde entstehen ließ, sondern auch das Lebendige von Alpha bis Omega, von der Lebensentstehung zum Menschen führt und mit ihm zur Wahrnehmung Gottes. Wir werden TEILHARD später näher als MONOD kommen. Und was den Geist betrifft:



Pierre Teilhard de Chardin

„Der Augenblick ist gekommen, wo man sich sagen muß, daß selbst eine positivistische Erklärung des Universums, wenn sie befriedigen soll, der Innenseite der Dinge ebenso wie ihrer Außenseite gerecht zu werden hat – dem Geist ebenso wie der Materie. Die wahre Physik ist jene, der es eines Tages gelingen wird, den Menschen in seiner Ganzheit in ein zusammenhängendes Weltbild einzugliedern."

Auch das wird sich bestätigen, wenn man es auch nicht mehr Physik nennen muß, obwohl es seine Wurzeln in der Materie haben muß. Denn schon diese tritt uns im Dualismus in zweierlei Formen entgegen: als Welle und als Korpuskel, als Kraft und als die Information: „ich bin da, ich bin nicht da". Und das setzt sich nicht als zweigeteilte Welt, sondern als eine Teilung der Kategorien unseres Verstandes, als Form und Funktion, als Gehirn und Denken über zweierlei Sinneskanäle als *simul hoc* und als *propter hoc* zusammen und verankert sich in allen Sprachen zu Nomina und Verben.

Kardinal Franz König fragte mich einmal, ob ich annähme, daß Teilhard dem Dialog zwischen Kirche und Naturwissenschaft behilflich gewesen sei. Ich hielt das für gewiß, meinte aber, daß ein einziger Teilhard noch zu wenig gewesen sei. Tatsächlich begegnete ihm Kirche und Wissenschaft gleichermaßen mit Befremden.

Erst später im Text werde ich vorführen können, daß Monod der Wahrheit weniger nahe gekommen ist als Teilhard: Diese Welt ist weder ein reines Zufallsprodukt, chaotisch, noch das Produkt einer Planung, weder ohne Harmonie noch von prästabilierter Harmonie. Sie ist von einer poststabilierten Harmonie, sie harmoniert sich selbst.

Ein neuer Urknall könnte nie die Entstehung unserer Sonne, unseres Planeten erwarten lassen oder Leben, wie wir es auf unserer Erde kennen, schon gar nicht diesen Menschen und seine Kulturen. Die Alpha-Bedingungen, die das Entstehen von alledem zugelassen haben, überließen zwar das Schöpferische dem physikalischen Zufall, legten aber alles fest, was zufällig eigene Bedingungen der Erhaltung gewonnen hat: die Erhaltungsbedingungen der Materie, unseres Planeten, des genetischen Codes sowie der Wirbelsäule von uns Wirbeltieren. Die spätere Evolutionstheorie wird hier zum Prüfstein werden.

Diese Festlegungen bauen aufeinander auf. Jede ist die Einschränkung für die neuen Erfindungen des Zufalls, das, was wir Naturgesetze nennen. Mit den Differenzen zwischen den Deutungen von Monod und Teilhard ist die Diskussion um unser Weltbild neuerdings und noch spezifischer eingekreist worden.

Die Wirkung dieser Perspektiven auf einen profunden Wandel von Welt- und Menschenbild wird erst oberflächlich sichtbar. Es scheint zunächst fast naheliegend, daß, falls selbst die biochemisch komplexe Genregulation durch Zufallsmechanismen entstanden sein soll, dieser Kos-

mos keinen Plan und für den Menschen keinen Sinn enthalten kann. Das aber steht so diametral gegen die Einsicht in die richtungnehmenden Abläufe der Stammbäume, daß es ebenso naheliegend wäre, gerade das Gegenteil anzunehmen.

Kann man diese Gegensätze als molekularbiologische versus paläontologische Sicht hinnehmen? Offenbar nicht. Ist es bloß das Gegenüber von reduktionistischem Materialismus und christlichem Kreationismus? Vorerst vielleicht. Und dennoch sind es Fakten, deren Deutung einander widersprechen. Einiges kann nicht stimmen.

7.4 Das Synthetische an der Synthetischen Theorie

Wir haben erlebt, daß fast alle neuen Perspektiven an Personen festgemacht werden konnten – freilich im Zusammenhang mit ihrer Zeit und ihrem geistigen Umfeld –, daß sie sich in wissenschaftlichen Schulen fortsetzen können und daß es nicht unbedingt die besseren Theorien sind, welche, wie POPPER hoffte, die schlechteren verdrängen, sondern, wie uns THOMAS KUHN belehrte, die gefestigteren Schulen.

Das kann in der proliferierenden Biologie nun anders werden. Was heute die Lehrbücher unserer Studenten füllt, entspringt Teamarbeit. So geht das, was schon ihre Gründer Synthetische Theorie der Evolution nannten, auf das Zusammenwirken namentlich dreier Forscher in den USA zurück: auf den deutschen Systematiker ERNST MAYR (geboren 1904), den amerikanischen Paläontologen GEORGE GAYLORD SIMPSON (1902–1984) und den russischen Genetiker THEODOSIUS DOBZHANSKY (1900–1975).

Die Unternehmung war nachgerade konzertiert, die Schlüsselarbeiten aufeinander abgestimmt: DOBZHANSKYS „Genetics and the origin of Species" erschien 1937, MAYRS „Systematics and the Origin of Species" 1942, G.G. SIMPSONS „*The meaning of evolution*" 1949. Nach dem Krieg begann das seine Wirkung zu tun.

1950 haben mich die drei auf die Burg Sebenstein in Niederösterreich eingeladen. Ich fand einen Freundeskreis lupenreiner Neodarwinisten vor. Diese Position durch alles Einschlägige auszubauen, war ihr Anliegen und alles, was ihnen als Philosophem erschien, auszuschließen. Das erstere war synthetisch, das letztere neu. Wir befinden uns wieder in einem Kapitel sich erweiternder Erfahrung. Theorie, Erklärung und Weltbild ändern sich kaum.

Populationsdynamik begann ein Thema der Genetik zu werden. Man begann vom gene pool, einem „Topf der Gene" einer Population zu sprechen. Denn es war klar, daß es nicht nur darauf ankam, zu wissen, was sich in dem Topf befand, sondern auch, wie groß er war, was sich als genetische Drift in ihm bewegte und in welchem Maße die Zentren

und die Randpopulationen in die Durchmischung einbezogen wurden. Das alles mußte auf die Erfolgschancen, das Durchsetzungsvermögen von Mutanten, eine Rolle spielen.

Speziation, der Artbildungsprozeß, wurde näher unter die Lupe genommen. Man sprach von sympatrischer und allopatrischer Artbildung, womit man die Möglichkeit bezeichnete, daß Speziation auch innerhalb einer räumlich nicht getrennten Population nachgewiesen werden könne, also vielleicht nicht unbedingt einer, wie auch immer gearteten, Trennung der Populationen bedürfe. Es stellte sich aber heraus, daß es irgendeiner Trennung, einer geographischen, ökologischen oder ethologischen (etwa unterschiedliche Paarungszeiten), bedarf und daß die geographische immer die verläßlichste ist. Inselbildungen, die sich wieder auflösten, marine Transgressionen, Wanderungen der Gletschergrenzen und vieles andere konnte zum Nachweis allopatrischer Artbildung angeführt werden.

In dieser Zeit zeigte mir Kosswig in Hamburg ein Experiment, in dem er Eier eines anatolischen Flußfischchens mit Samen eines nordamerikanischen Höhlenfisches einer ganz anderen Gattung mischte. Nicht nur gab es lebensfähige Nachkommen, diese erwiesen sich sogar wieder als fruchtbar, und in der zweiten Nachkommengeneration mendelten die alten Merkmale wieder heraus. Die räumliche Trennung war wichtiger als die genetische. Kurz: Rundum war Vorsicht geboten.

Auch der Umfang der Mutanten wurde bedacht. Wäre es nicht möglich, daß eine so große Veränderung, wie man sie von der *Bithorax*-Mutante der *Drosophila* kannte, mit einem Schlag eine neue Tierklasse entstehen lassen könnte? Bei dieser Mutation verdoppelt sich der Brustabschnitt der Fliege mit all seinen Anhängen. Dobshansky sprach von einem „hopeful monster". Aber bald stellte es sich heraus, daß in den Innereien eines solchen verdoppelten Thorax durchaus nicht alles stimmte und daß die Erfolgschancen von Mutanten überhaupt umso kleiner werden, je größer die entstandenen Veränderungen sind. Als „hopeless monster" wurde das Konzept beiseite gelegt.

Vorgegebene Ausstattungen im Verhalten wurden näher betrachtet. Die Einsicht von Simpson, gemacht, daß ein Affe ohne ein verläßliches Raumprogramm bald ein toter Affe sein wird und deshalb nicht zu unseren Vorfahren zählen könne, hatte die Runde gemacht.

Endlich entstanden auch im Zusammenhang von Selektion, Verhalten und Ökologie tiefere Einsichten, beispielsweise, daß sich intraspezifische Selektion gegen die Fitneß einer Art richten kann, daß es um Selektion auf Mittelmäßigkeit geht, daß der Überausbeuter keinen Erfolg haben wird, weil er seine Ressourcen zerstört, was jedoch relativ getrennte Subpopulationen voraussetzt. Aber auf solche Phänomene hatte ich im Text zur bequemeren Illustration schon vorgegriffen.

All das blieb jedoch, wie schon erwähnt, im Rahmen des klassischen Neodarwinismus und versteifte sich durch dieses Konzept nachgerade radikal gegen jede Form zu erweiternder Perspektive. Wieder fanden

wir beträchtliches, neues Material zur Verfestigung einer kritisierbaren Theorie.

7.5 Mikro- versus Makro-Evolution

Zum Grundkonzept der Synthetischen Theorie gehört noch etwas, das begrifflich zwischen hohem Wissenschaftsanspruch und Ideologie unterzubringen ist, je nachdem was man unter Wissenschaft verstehen will. Wenn hohe Wissenschaft nur etwas sein soll, das man experimentell nachprüfen oder dem man wenigstens zusehen kann, dann ist das der Synthetischen Theorie als Wunsch zu bestätigen. Wenn man bemerkt, daß das nicht reicht und in der Luft hängt, dann ist es Ideologie.

Dieses Ideal der Wissenschaftlichkeit sollte erreicht werden, indem man sich nur um Phänomene der Mikro-Evolution kümmerte und jene der Makro-Evolution ausschloß. Bis zur Artbildung kann man gewissermaßen zusehen, in engen Grenzen sogar experimentieren. Das ist Mikro-Evolution. Sobald sich aber Arten zu Gattungen trennen, endet das Zusehen; vom Entstehen der Ordnungen, Klassen und den großen Bahnen der Evolution ganz zu schweigen. Das ist Makro-Evolution und Gegenstand reiner Theorie, vielleicht bloßer Spekulation.

Abgesehen davon, daß das Konzept nicht durchzuhalten war, war es auch erkenntnistheoretisch nicht haltbar, selbst wenn es sich so formuliert noch ganz plausibel anhören mag. Keine empirische Erfahrung hat für sich alleine eine Bedeutung. Sie muß verallgemeinert werden können. Eine Verallgemeinerung aber hat ohne eine dahinterliegende Theorie oder wenigstens eine Erwartungshaltung keinen Sinn. Wie wäre sie ansonsten zu widerlegen? Und auch die vereinzelte Theorie ist leer, beschreibt nichts als irgendeine erwartete Korrelation, wenn sie nicht mit anderen Theorien aus einer Obertheorie begründbar ist. Wo also finden wir uns bei solcherart Wissenschaftlichkeit?

Ich hätte dieses Merkmal der Synthetischen Theorie an den Anfang ihrer Beschreibung setzen sollen, wenn es nicht mehr Wirkung getan hätte, als nahezu der ganze von ihr geschaffene empirische Gewinn. Eine Kluft zwischen den biologischen Disziplinen, unter welchen das Fach schon lange zu leiden begonnen hatte, wurde vertieft und sogar zwischen die Kontinente gezogen.

Um diese Wende zu verstehen, müssen wir, wie man ahnt, wieder einmal den Zeitgeist beschwören. Das ist richtig, genügt aber noch nicht. Wenn es noch trivial ist, festzustellen, daß auch Wissenschaft nur von Menschen gemacht wird, ist es schon weniger trivial, daß wir deren Motive weniger kennen als ihre Werke. Da muß noch etwas aufgeklärt werden.

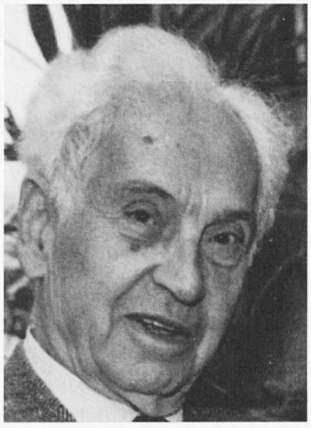
Aus dem Zeitgeist, der hinter der Synthetischen Theorie steht, ist zunächst der Positivismus zu nennen. Wir sind seinem Ansatz bereits in

der Zeit der Aufklärung begegnet und haben den Terminus erst jüngst wieder gebraucht, um MONOD gegen TEILHARD DE CHARDIN abzugrenzen. Im Grunde ist er aber im Hintergrund fast aller Naturwissenschaften verblieben, allerdings in nicht viel mehr als dem Wunsch, sich an Beobachtbares, an sogenannte Fakten zu halten – was auch immer das sei.

Der Positivismus selbst stand dem Reduktionismus Pate, namentlich dem pragmatischen Reduktionismus, der, wie auch schon dargestellt, bewußt oder nicht in den ontologischen Reduktionismus hineinlockt.

Im Ideal der Synthetischen Theorie sind jene Reste des Positivismus nicht zu verkennen. Ontologischer Reduktionismus ist den Helden der Synthetischen Theorie nicht zu unterstellen, pragmatischer Reduktionismus zum Teil aber schon. Die Synthetiker teilen allerdings kaum dessen Anspruch, komplexe Systeme aus ihren Konstituenten zureichend erklären zu können. Sie haben nicht wirklich erwartet, die Phänomene der Makro-Evolution ganz aus jenen der Mikro-Evolution erklären zu können. Holisten waren sie jedoch nicht. Nur der Wunsch, den exakten Naturwissenschaften nahe zu bleiben, ist deutlich. Das aber ist Pathos, weil es unvermeidbar war, die Grenzen der Experimentalwissenschaften zu übertreten.

In der Zeit, in der sich die Synthetische Theorie dank ihres passenden Umfelds aus den USA zu einer Bewegung erweiterter Erfahrungswissenschaft entwickelte, existierte namentlich im deutschen Sprachraum noch ein Interesse an den Erkenntnisfragen in der Biologie. Wie man sich erinnert, begann das mit GEOFFROY SAINT-HILLAIRE, GOETHE und OWEN, die die Morphologie, eine Lehre vom Vergleich der Gestalten, entstehen lassen und Vergleichsmaterial fast zweier Jahrhunderte besonders aus der Paläontologie und der Erforschung der Stammbäume produzieren.



Ernst Mayr

In dieser Welt befand sich ADOLF REMANE (1898-1976), Professor für Zoologie und Meereskunde in Kiel. Schon durch meine damalige Meeresforschung war er mir nahe. Er führte mich Student gerne in eine Kieler Konditorei, und ich erlebte in ihm einen Morphologen, der aus dem Intuitionismus, wie ich aus dem meines Lehrers MARINELLI, heraus wollte. Sein Schlüsselwerk „Die Grundlagen des natürlichen Systems, der vergleichenden Anatomie und der Phylogenetik" erschien 1952 und tat auf mich, wie seinerseits das von PLATE, einige Wirkung. Es ist nie, auch bis heute nicht, ins Englische übersetzt worden.

In den 1960er Jahren, als mir ERNST MAYR, damals an der Yale-University, schon ein väterlicher Freund geworden war, machte ich ihn auf diesen Umstand aufmerksam und äußerte das Bedenken, daß damit die Morphologie der Wissenschaftskultur der englischsprechenden Welt ferngeblieben war. MAYR fand das ganz gut, weil sich die moderne Biologie damit diese Philosophie (das war bösartig) und mit der Idealistischen Morphologie den ganzen deutschen Idealismus (ein wissenschaftliches Todesurteil) vom Hals gehalten hätte.

Das war für seinen Bildungsgrad erstaunlich. Erst später begriff ich, daß MAYR und REMANE beide als junge Männer am Museum für Naturkunde in Berlin tätig gewesen waren und daß der eine Deutschland zu verlassen und der andere sich mit diesem Deutschland zu arrangieren hatte.

Wenige meiner Kollegen kennen den Beitrag von MAYR, dieses einflußreichen Mannes, zu einer Spaltung, die heute noch Kontinente trennt. Eine Spaltung, die sich zwar schon durch die Art des unterschiedlichen Sprachdenkens vorbereitete, welche aber die Theorien-Fremdheit in den USA noch vertiefte, die Morphologie *„a dirty word"* (einen üblen Begriff) werden ließ und zu wunderlichen Bewegungen führte, welche die Morphologie vermeiden lassen sollte. Schließlich geriet sie in die Sackgasse einer Meinung, nach der Prozesse des Erkennens durch die des Erklärens ersetzt werden konnten, bis sich Verhandlungen schließlich gar nicht mehr anboten.

So findet man bei MAYR den Satz: *„Tiere sind nicht verwandt, weil sie ähnlich sind, sondern ähnlich weil sie verwandt sind."* Man wird zugeben, daß man hier eines Augenblicks der Reflexion bedarf, um zu bemerken, daß da die Wege des Erkennens und des Erklärens einander gegenüberstehen und daß man sich nicht ans Erkennen, sondern ans Erklären halten sollte. Natürlich kann das nicht gehen und ging auch nicht.

In diese Zeit gehörte nämlich auch die Mode der Numerischen Taxonomie, die empfahl zu messen, anstatt zu homologisieren. Das mag beim Vergleich der Glieder der Vorderbeine zweier Laufkäfer naheliegend sein, weil unsere Gestaltwahrnehmung einen so einfachen Vergleich längst abgesichert hat. Vergliche man aber weiter die Beinglieder einer Spinne, die nur ähnlich benannt werden, würde man völlig in die

Irre gehen. Das wurde den Numerikern auch vorgehalten. Also fragten sie die klassischen Systematiker der Synthetischen Theorie, welchen Algorithmus sie zum Homologisieren wohl verwendeten. Die Antwort lautete: Algorithmus hätten sie keinen, aber sie verließen sich auf das Fingerspitzengefühl des erfahren Systematikers. Das ganze Gebiet blieb intuitionistisch.

Hat sich das Welt- und Menschenbild in dieser Zeit gewandelt? Wir machten schon die Erfahrung, daß das Sammeln von Materialien in dieser Hinsicht nicht viel Wirkung tut. Die angefügten Deutungen sind es, die verändern. So ist es eigentümlich, daß jener enorme Kenntniszuwachs, den die Biochemie bei der Entschlüsselung von Biomolekülen und von Struktur, Ablesung und Übersetzung der Erbinformation erbracht hat, ebenso wie die ganze Synthetische Theorie am Welt- und Menschenbild wenig veränderte. Durch den molekularen wie den mikroevolutiven Reduktionismus wurden zwar einerseits Erwartungen des Zeitgeistes bestätigt, anderseits aber Deutungen herausgefordert, die nun noch mehr polarisierten.

Wenn wir im vorauslaufenden Kapitel sahen, daß man die Lösung nach Gesellschaftstheorien polarisierte, folgte nun noch ein metaphysischer Überbau. Können wir in diesem Kosmos gar keinen Sinn finden? Oder laufen wir von Natur aus auf den Sinn dieser Welt zu? Was aber sollte hierbei entscheiden? Für ein Urteil muß alles zusammengefaßt werden, was der einen wie der anderen Position widerspricht.

Teil 8
Die offenen Fragen

Die offenen Fragen, die ich im folgenden Szenario vorstelle, waren in den 1960er Jahren, von denen ich nun berichte, keineswegs in aller Munde. Im Gegenteil, es sind überwiegend solche, die für das Fach irritierend und für die Lehrmeinung befremdlich waren und in den vergangenen Jahrzehnten so lange verkleinert wurden, bis sie allesamt unter den Teppich gekehrt werden konnten.

Viele von ihnen wären, wie POPPER gehofft hatte, dazu geeignet gewesen, die Annahme auch des synthetischen Neodarwinismus zu widerlegen. Dieser meinte, bereits eine zureichende Erklärung des Evolutionsmechanismus vorgelegt zu haben. Aber auch die Lehrbuchautoren waren dazu übergegangen, nur mehr Prüfungsstoff, sogenannte positive Fakten zu bieten. Dadurch verblasste nicht nur die Morphologie, sondern vernebelte auch weiter die kritische Sicht.

Auch Gewöhnung hat sich angeschlossen. Es wurde bis heute noch nicht dargelegt, warum das System der Organismen strikt hierarchisch gegliedert sein muß oder warum nach dem HAECKELschen Gesetz die Keimesentwicklung die Umwege der Stammesentwicklung wiederholen muß. Man nimmt das hin.

Zum Thema ist dreierlei vorauszuschicken.

Erstens werde ich offene Fragen an Phänomenen belegen, die wir schon als Beweise für die Abstammungslehre (Teil 5) kennen. Es sind überraschend viele. Und das Ganze ist aufschlußreich, denn es hat wieder mit dem Unterschied von Erkennen und Erklären zu tun. Tatsächlich fehlen ausgerechnet für die verläßlichsten Belege der Evolutionstheorie die Erklärungen.

Zweitens mag sich in der einen oder anderen offenen Einzelfrage ein Lösungsvorschlag angedeutet haben, aber in der Regel widersprechen sie einander. Das unterstützt das Vertrauen in diese nicht. Natur weitet ihre Mannigfaltigkeit mit Hilfe einfacher Prinzipien, wie Mutabilität und Milieuselektion in der organismischen Evolution. Ein drittes, ebenso universelles Prinzip werde ich hinzufügen. Man mag es schon ahnen, zumal schon die folgende Gliederung darauf hinweist.

Drittens: In diesem Zusammenhang werden wir allen Phänomenen ein drittes Mal begegnen. Denn da es mir (in Teil 10) um das Prinzip einer für sie gemeinsam geltenden Lösung geht, müssen sie nochmals alle zur Prüfung versammelt werden.

Im Ganzen wird man sehen, daß Konsequenzen der rekursiven oder Feedback-Kausalität die Wechselbezüge sind, die das Lebendige dominieren und nicht wahrgenommen wurden. Durch die Erfolge der Biochemie war die Biologie physikalistisch geworden, an lineares Kausaldenken gewöhnt, gestützt durch den pragmatischen Reduktionismus und den nochmals dahinter liegenden Positivismus. Dorthin wird das Thema führen. Beginnen will ich mit dem greifbareren.

Das Welt- und Menschenbild der nun in Rede stehenden Zeit ist das der 1960er Jahre nach dem Zweiten Weltkrieg. Die infolge monomaner Ideologien geschehenen Katastrophen und das Opfer so vieler Menschen gaben zu denken. Die Entwicklung der neuen Waffen stellten an den Fortschritt von Wissenschaften ethische Fragen. Auch über Kultur und die Zerstörung ihrer Werte begann man zu reflektieren. Der anschließende, Kalte Krieg konnte keine Lösung sein. Zusammenhänge wurden sichtbar, die Systemtheorie breitete sich auch populär aus, und auch der Zeitgeist sah nun die Welt als vernetztes System.

Das alles mag Substrat für ein neues, kritisches Denken in der Biologie geworden sein, was aber freilich noch nicht auf den Zeitgeist zurückgewirkt oder ihn gar legitimiert hätte. Es erübrigt sich darum, kapitelweise auf ihn zurückzublicken. Zusammenfassungen der fachlichen Probleme werden vorerst nützlicher sein.

8.1
Probleme von Komplexität und Wandel

Es ist nicht einfach, einen Begriff von der Komplexität des Lebendigen zu geben. Das Eigenschaftswort kompliziert, verwischt und täuscht. Zwei quantitative Beispiele mögen als Einführung helfen, weil sie wenigstens einen Rahmen geben.

(1) Die Genome eines Bakteriums, eines Wirbellosen und eines Menschen enthalten über dreihunderttausend, dreißig Millionen bzw. eine Milliarde jener Nukleotid-Triplets ($3{,}3\times10^5$, $3{,}3\times10^7$ und über 10^9). Sie sind unseren Buchstaben vergleichbar. Das Genom einer Weinbergschnecke enthält davon etwas mehr als meine 20-bändige Brockhaus-Enzyklopädie mit $2{,}5\times10^7$ (25 Millionen) Buchstaben.

Der Biophysiker Morowitz hatte schon 1955 errechnet, daß es 10^{28} bit (binäre Entscheidungen) bedürfe, um die für uns lebensnotwendigen Moleküle, das Wasser noch ausgenommen, im Körper an die rechte Stelle zu bringen. Der Datenumfang ist größer als der aller Druckwerke der

Menschheit zusammen. Verglichen damit enthält ein menschliches Spermium nur 10^{11} bit. Nachdem es ungefähr die Hälfte der zum Aufbau eines Menschen notwendigen Informationen enthalten muß, stellt sich die Frage, wo sich die restlichen 10^{17}-Größenordnungen befinden. Sie stekken in der Redundanz, in Wiederholungen identischer Bauaufträge; etwa die „kleinen grauen Zellen" in unserem Gehirn multipliziert mit deren Ribosomen multipliziert mit deren identischen Biomolekülen.

Eine erste Aufgabe muß darin bestehen, mit solcherart kaum fassbarer Dimensionen gedanklich umgehen zu lernen.

(2) In der Anwendung können noch am ehesten Analogien der Anschaulichkeit helfen. Ich bleibe daher zunächst bei jener Zahlenkaballa: bei meinem Brockhaus und dem Keimmaterial der Weinbergschnecke.

Nehmen wir an, der Schnecke täte eine Mutation gut, ein Triplet sollte verbessert werden. Entsprechend wäre im Brockhaus ein Buchstabe auszutauschen. Dazu genügte im Genom eine Punktmutation, die Änderung eines Basenpaares. Diese entscheidet über die Wahl von einer unter 20 Aminosäuren, im Brockhaus über einen unter 20 Buchstaben. Das Basenpaar wie der Buchstabe sind nun über Versuch und Irrtum durch den Zufall zu finden.

Bei 25 Millionen Buchstaben sind im Mittel $1{,}2 \times 10^7$, also zwölf Millionen, Versuche nötig, um einen bestimmten zu finden, multipliziert mit 10, um unter 20 Möglichkeiten den richtigen zu wählen: also $1{,}2 \times 10^8$. Das sind 120 Millionen Versuche, weil pro Reproduktionsschritt beziehungsweise Neudruck der Bände nur eine einzige derartige Änderung zugelassen werden darf. Ließe man zehn Änderungen gleichzeitig zu, fände der Zufall den Fehler zwar zehnmal schneller, aber er brächte selbst im Erfolgsfall jeweils neun neue Fehler ins System. Die Information würde zerfließen. Das Lebendige hatte sich auf diesen schleppenden Vorgang einzustellen. Die Herstellung von Abschrift und Übersetzung verläuft also mit höchster Präzision. Ein bestimmter Genort wird im Durchschnitt nur in jedem 10^{-7}, also nur in jedem Zehnmillionstel Fall verändert. Das nennt man Mutationsrate. In nur jedem Hundertmillionstel Fall wird er richtig verändert.

Zugegeben: alle Vergleiche hinken. Aber im Falle des Brockhaus wird da allerlei wunderlich. Wir sollen glauben, daß eine Auflage zugrunde geht, weil einer unter fünfundzwanzig Millionen Buchstaben zu verbessern ist? Und daß eine Neuauflage die alte verdrängen wird, weil der Buchstabe gefunden wurde? Wir sollen glauben, daß nebenher hundertzwanzig Millionen Versuchsauflagen aussortiert wurden, weil ein zweiter Buchstabe falsch gesetzt wurde? Und wie überhaupt soll verstanden werden, daß die zwanzig Bände Brockhaus durch solch blinde Versuche entstanden sein können? Ist das der schon zitierte „Affe an der Schreibmaschine"? Oder ist das Paradigma der Zufallstreffer zu retten, indem man annimmt, daß Silbe für Silbe, sofern sie richtig ist, durch Ausmerzung jeglicher Veränderung erhalten bleibt?

Nun schreckt die niedrige Mutationsrate den Biologen noch nicht, denn bei einer großen Population, sagen wir von 10^8 Individuen, könnte jeder Genort in jeder Generation einmal richtig verändert werden.

(3) Anders ist das schon, wenn man bedenkt, daß es wenige Worte gibt, die durch einen einzigen Buchstaben wesentlich verändert werden können. In der Regel wird ein Satz durch wenigstens ein Wort verändert. Nehmen wir den einfachsten Fall an: Das Wort „bis" soll durch „und" ersetzt werden. In 10^8 Reproduktionsschritten hat jeder der Buchstaben die Chance richtiggestellt zu werden. Man erhielte „**bid**", „**bus**" oder „**uis**"; zweifellos keine Verbesserung. Natürlich ist zu erwarten, daß einmal zwei der Buchstaben gleichzeitig richtiggestellt werden. Darauf hat schon SIMPSON aufmerksam gemacht. Bei solchen Interdependenzen nehmen die Unwahrscheinlichkeiten rapide zu. Das ist, wie bei der Erwartung der Doppel-Sechs beim Würfeln 1/6 mal $1/6 = 1/36$, nun 10^{-8} mal $10^{-8} = 10^{-16}$.

Das wird um Größenordnungen unwahrscheinlicher, denn auch unsere große Population von 10^8 Individuen hätte 10^8, hundert Millionen Generationen auf diesen Fall zu warten. Die Wahrscheinlichkeit „bis" mit einem Schlag in „und" zu verwandeln, beträgt nur mehr 10^{-24}, für das Leben eine Unmöglichkeit.

Der Wandel im Komplexen muß also anders vor sich gehen. Es muß Zusammenschaltungen zu größeren Einheiten geben. Im Brockhaus muß man ganze Worte, Sätze und ganze Absätze austauschen können, wie man am Absatz „HITLER, ADOLF" in den Ausgaben während und nach seinem Wirken im übrigen nachschlagen kann. Die Lösung kann nicht in dem Durcheinander der Genfunktionen liegen, das ich, wie erzählt, an Prof. MAINXS Genkarte so schreckhaft erlebte. Funktionseinheiten scheinen auf den Chromosomen nicht nachbarschaftlich organisiert zu sein.

Den molekularen Ansatz bieten Schaltgene, wie im Fall des uns schon bekannten lac operon, wo Strukturgene die das Gemeinsame instruieren auch gemeinsam geschaltet werden. Aber von wem lernen diese, wie sie zusammengehören?

(4) Zusammenfassend entsteht ein Blick auf die Entwicklung von Komplexität. Wie aus der Aneinanderreihung von Buchstaben erst durch die Hierarchie ihrer Gliederung in Worte, Sätze und Kontext eine Sprache entstehen konnte, so muß ähnliches in allen komplexen Systemen gelten. Was in der Biologie anschließt, wird zu einer Voraussicht mit dem Bestreben, aus den hierarchisch gegliederten Phänomenen der Morphologie Einblick in die Struktur, in die Logik der Gen-Wechselwirkungen, in die Struktur des Epigenetischen Systems gewinnen zu können. Da nun werden die Dinge konkreter.

Zwei Hauptgruppen von Regulations-Problemen lassen sich anschließen. In der einen geht es um innere Abstimmung der Organisation, in der anderen um den Erhalt phylogenetisch alter Merkmale.

8.2
Regulation der inneren Abstimmung

Die Fülle der hierher gehörenden Phänomene kann man in sieben Gruppen teilen, und man erlaube mir darum nun eine etwas buchhalterische Struktur. In der ersten spricht man von

(1) *Homeotischen- oder System-Mutanten.* Sie entstehen im Keimplasma. Die Mutante ist damit erblich verändert und kann gezüchtet werden. Viele solcher Stämme lagen damals schon vor und interessierten mehr als die stets selteneren Heteromorphosen.

Hier mag man sich an DOBZHANSKYS „hopeful monsters" erinnern und der damit verbundenen Erfahrung, daß die Überlebenschancen von Mutanten mit der Größe der Veränderung steil abnehmen. Es dürften 90% aller Mutanten zugrunde gehen. Man bezeichnet sie daher als sogenannte Letalmutanten. Fehler, die im befruchteten Ei oder in frühen Furchungsstadien zum Tode führen, bekommen wir ja gar nicht zu sehen. 9% dürften winzige Veränderungen darstellen, die wir auch nicht wahrnehmen. Nur 0,9% aller Mutationen bringen auffallende Änderungen hervor. Hierher gehören die homeotischen, von welchen aber keine einen Vorteil bringt. Sie sind alle subvital und würden sich in der Natur nicht durchsetzen. Nur 0,09% der Mutanten, so meinte man schon damals, würden Verbesserungen bringen. Auch dies bleibt im Zusammenhang mit dem Mutationsgeschehen zu bedenken.

Bekannt waren von der *Drosophila* die *Bithorax*-Mutanten, die ich schon erwähnte, zudem die *Aristapedia*, *Antennapedia*, die *Nasobemia* und einige andere. Die Genannten zeigen ein Mückenbein an der Stelle eines Antennen-Anhangs, einer ganzen Antenne oder einer Mundgliedmaße und das in verschieden kompletter Ausprägung. Das war zweifach aufschlußreich. Erstens entstehen diese überschüssigen Beine nicht an beliebigen Orten, sondern nur an Stellen, wo in der Embryonalentwicklung Extremitätenknospen vorliegen. Zweitens zeigt es sich, daß da nicht einfach ein Schalter an falscher Stelle umgelegt wird, sondern daß auch stärker oder schwächer eingeschaltet werden kann. Man sprach auch schon von Relations-Pleiotropie. Damit war gemeint, daß Pleiotropie, die Wirkung eines Genortes auf mehrere Phäne, unter bestimmten Abstimmungen vorliegen müsse.

Zu den offenen Fragen, wie ich sie eben angesichts der Heteromorphosen aufgelistet habe, kommen noch zwei weitere: Wie soll verstanden werden, daß für Beinbildungen jene Stellen prädestiniert scheinen, wo Extremitäten vorgesehen waren? Wie ist die graduell verschieden komplette Ausbildung zu erklären? – Ersteres muß mit der Geschichte der Fliegen zusammenhängen, letzteres mit dem Vorliegen von Gradienten in der Verteilung der genetischen Instruktion.

(2) *Heteromorphosen* kennen wir schon als in sich richtige Regenerationsprodukte am falschen Ort. Und wie man sich erinnert, hat schon DARWIN charakteristischerweise im Rahmen seiner Pangenesis-Theorie, darauf aufmerksam gemacht; jenen

> *„merkwürdigen Fall von einem Krustentier... bei dem der eine Augenstiel statt eines vollständigen Auges nur eine unvollkommene Hornhaut trug, aus deren Mitte sich ein Teil einer Antenne entwikkelt hatte."*

Es handelt sich um somatische Mutationen in der Regenerationsknospe, die daher nicht erblich sind. Heute sind schon viele Fälle bekannt: Eidechsenschwanz statt Eidechsenfuß, Antenne am Mückenbein. Bei Gespenstheuschrecken kann man Heteromorphosen, Bein statt Antenne, geradezu forcieren und kennt Häufigkeiten und Ausprägungsformen. Die Literatur zum Thema wird aber immer dürftiger. Es erscheinen lediglich kurze Meldungen über Fälle, kaum eine theoretische Behandlung.

Was also ist zu erwarten? Wir müssen annehmen, daß das ganze Programm zur Herstellung eines komplexen Körperteiles an einer einzigen Schaltstelle zusammenläuft und daß diese an mehreren Stellen des Organismus unterdrückt vorhanden ist, daher auch an manch einer falschen Stelle ausgelöst werden kann.

Nun aber nochmals die Frage, unter welcher Anleitung derlei zustande kommen kann. Man erinnert sich, wie sehr MONOD schon die Entdeckung eines einfachen Operon-Systems überraschte und wie hoch der Zufallsfaktor bei Interdependenzen sein soll. Solche Veränderungen können nur mit größeren genetischen Einheiten funktionieren, und diese müssen den Funktionszusammenhängen in den Phänen entsprechen, um Erfolg haben zu können. Die Selektion durch das Milieu ist für Heteromorphosen nicht verantwortlich zu machen.

(3) *Phänokopie*, Nachahmung eines Merkmalwandels, war damals kein sehr glücklicher Begriff, bezeichnet aber eine wichtige Einsicht. Stört man die Embryonalentwicklung zu einem bestimmten Zeitpunkt, etwa durch Senfgas oder einen Temperaturschock, so entstehen Individuen, die einer homeotischen Mutante ähneln.

Das kannte man wieder von der *Drosophila* und einer der *Bithorax* entsprechenden Form.

Was die Sache interessant machte, war zweierlei: erstens, daß man Schaltfehler auch durch herbeigeführte Störungen erzeugen konnte, und zweitens, daß das nur zu bestimmten sensiblen Phasen im Entwicklungsablauf funktionierte. Dies eröffnete die Möglichkeit herauszufinden, in welchem Entwicklungsabschnitt welche übergeordneten Zusammenhänge im Entwicklungsprozeß zu erwarten sind.

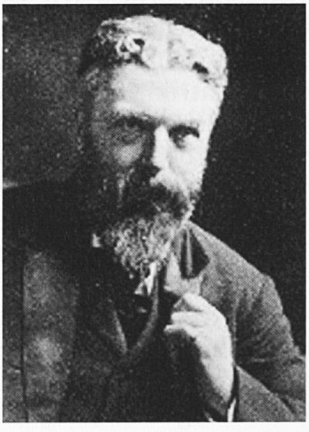
Zu den Fragen, die sich schon aus den Heteromorphosen und den Sytemmutanten ergeben hatten, fügte sich eine weitere hinzu: Wie schafft es das Genom, einen dem Aufbau eines Organismus entsprechenden Ablauf der Instruktionen aufzubauen? Freilich muß das Milieu die letzte Instanz sein, um über den Lebenserfolg eines Individuums zu entscheiden, aber die Logik in der Herstellung dieser Tüchtigkeit kann wohl nur dem Bauplan, nicht dem Milieu abgelesen werden.

(4) *Regeneration*, also die Wiederherstellung beschädigter oder ganz verlorener Bauteile, war, wie man sich erinnert, schon an der Wende vom 19. zum 20. Jahrhundert als Problem erkannt. Zwei Generationen danach ist dieses weiterhin offen.

Wie soll eine Gruppe von Hautzellen „wissen", wie die nebenan beschädigte Stelle in ihrem Schichtenbau wieder hergestellt werden muß? Woher haben die Zellen einer Regenerationsknospe die Information, wie ein verlorenes Froschbein, ein verlorener Eidechsenschwanz wieder aufzubauen sind? Freilich wußte man in den 1960er Jahren schon viel von Induktion, also von Nachrichten, die von Zellgruppe zu Zellgruppe weitergegeben werden. Aber man kannte noch nicht, wie eine solche Nachricht aussieht und wie es kommt, daß sie am rechten Ort zur rechten Zeit eingeschaltet wird.

Bei den wechselseitigen Abhängigkeiten der Bauteile kann der Empfang der für sie erforderlichen Instruktionen nicht nur lokal wirksam sein. Es müssen Zeit- und Raumpläne den ganzen Organismus durchziehen.

(5) *Cartesische Transformation*, nach Descartes, bezeichnet Formveränderungen, die so harmonisch ablaufen, daß die Verzerrung eines Koordinatensystems die Veränderung aller aneinanderschließenden Bauteile gemeinsam darstellen kann. D'Arcy Thompson hat mit seinem



D'Arcy Thompson

Band „Growth and Form" schon in den 1940er Jahren darauf aufmerksam gemacht.

So wird aus einer flach- eine hochrückige Fischart, als ob man alle ihre äußeren und inneren Bauteile gemeinsam auseinandergezogen hätte. Alle Schädelknochen der Säugetiere schließen sich beispielsweise penibel zusammen, als ob sie gemeinsam gestreckt, abgeflacht oder zur Kugel gebläht worden wären (beispielsweise bei Pferd, Iltis oder beim Menschen).

Die Aufbauprogramme, die eben erwähnt wurden, müssen die Wandelbarkeit der aneinandergrenzenden Bauteile sogar in Form von Gradienten aufeinander abstimmen.

(6) *Synorganisation und Ko-Adaptation.* Synorganisation bezeichnet den Umstand, daß strukturell getrennte Bauteile von Organismen ihre Organisation gemeinsam verändern. Ko-Adaptation, wie schon erwähnt, meint dasselbe, daß sie sich nämlich gemeinsam adaptieren.

Wie ist es zu verstehen, daß sich Kopf und Pfanne von Gelenken, deren Knochen zunächst getrennt angelegt wurden, gemeinsam verändern? Wie kann es dazu kommen, daß bei den Schmetterlingsflügeln der Vorderflügel eine Leiste und der Hinterflügel einen Borstensaum ausbildet, „um" sich auf diese Weise zusammenzuhängen, wo doch beide Bildungen erst diesen Nutzen entfalten, wenn sie unabhängig voneinander fertig gebildet sind?

Es muß eine Anleitung dazu geben, funktionell wechselabhängige Bauteile in ihrem Aufbauprogramm genetisch zu verknüpfen.

(7) Vieles von dem Erwähnten kann im *Homöosis-Begriff*, der Herstellung eines Gleichgewichts, zusammengefaßt werden. Es handelt sich dabei um innere Regulation im allgemeinen.

Ich greife nun nur noch auf zwei Beispiele zurück, welche wir schon kennen. Eines geht auf die Auseinandersetzung zwischen Roux und Driesch zurück. Wie ist es denkbar, daß bei der Zerstörung der halben Blastomeren eines Furchungskeimes in einem Fall ein halber Organismus entsteht, in einem anderen Fall jedoch ein ganzer? Letzteres trifft auf Bachtrikladen zu. Dies sind 15 mm lange, flache Strudelwürmer unserer Bäche. Teilt man den Kopf längs mit einem scharfen Schnitt, regenerieren beide Hälften zu kompletten Köpfen, teilt man diese nochmals regenerieren vier Köpfe mit vier Gehirnen. Als ich das Experiment als Student wiederholte, hat mir das Ergebnis zu denken gegeben.

Was also geschah da? In den Regulationskeimen, wie in der Bachtriklade, beobachten wir die Rückkehr zu einem vorgegebenen Bauplan, etwas, das in der Physik nicht vorkommt. Leben ist ein Zustand fern vom physikalischen Gleichgewicht. Es balanciert einen physikalisch unwahrscheinlich labilen Zustand. Will es seine Existenz erhalten (und nur solche liegen vor), dann muß im Anschluß an Störungen zum Gleichge-

wicht zurückgefunden werden. Leben existiert, wie ich noch von BERALANFFY in Erinnerung hatte, in einem Fließgleichgewicht; von Materie und Information durchflossen, dennoch seinen eigenen Erhaltungsbedingungen folgend. Es mag sein, daß das Milieu darüber entscheidet, was zugrunde geht. Was aber an Prinzipien innerer Ordnung aufgebaut wird, um dem zu entgehen, hat mit Hunger, Kälte und Feinden nur mehr in letzter Instanz zu tun. Es muß längst in Organismen selbst aufgebaut worden sein.

(8) Zusammenfassend lassen schon die Phänomene innerer Abstimmung einige Voraussichten über das Epigenetische System zu: Es ist zu erwarten, daß es eine Anleitung geben muß, welche (1) funktionsverbundene Phäne verknüpft, daß sich diese (2) auch in den Somazellen befindet und (3) zu kritischen Zeiten der Entwicklung sensibel ist. Zudem steuern solche Anleitungen (4) lokal die Regenerationen und lassen allen Wandel (5 und 6) mit Erfolg nur harmonisch ablaufen, was zusammen (7) auf einen gesamten Prozeß eben jener innerer Abstimmung schließen läßt.

8.3 Über die Erhaltung alter Muster

In der zweiten Gruppe haben die Regulationphänomene eine spezielle Eigenschaft gemeinsam. Sie sind aus der Selektion funktioneller Leistungen, die das Milieu den Organismen unmittelbar abverlangen mag, zwar wieder nicht zu verstehen, haben aber deutlich mit deren Geschichte zu tun. Und auch hier werden wir nochmals DARWINS Weitsicht begegnen, und zwar einem Beleg zum vierten Argument seiner Pangenesis-Theorie, in welchem er innere Mechanismen zusammenstellt.

(9) *Atavismen*, diese Überbleibsel früherer Ausstattung, waren, wie erinnerlich, schon früh aufgefallen. Im Bauplan der Organismen kommen sie stets vor, sind aber merkwürdiger, als es auf den ersten Blick erscheinen möchte. Beim Menschen denke man an das Steißbein als Rest des Schwanzes, den Wurmfortsatz am Blinddarm und das Knötchen am Oberrand unserer Ohrmuschel, einem Rest des früheren Spitzohres, den sogenannten Darwinhöcker.

Warum sind sie nicht verschwunden? Der Wurmfortsatz, der im Volksmund Blinddarm heißt, hat sich trotz seiner Anfälligkeit für Störungen erhalten. Ich habe zu diesem Thema meine Hörer in großen Auditorien stets gefragt, wer ihn nicht mehr besitzt: Es ist rund ein Viertel der im Durchschnitt 20-jährigen. Nun wird der Störenfried öfter entfernt als dringend nötig, aber bei etwa zwei bis drei Prozent muß er

aufgrund akuter Entzündung operiert werden. Einige der jungen Leute wären schon in ihrer Jugend verstorben, hätte man nicht chirurgisch interveniert. Das entspricht einem massiven Selektionsdruck. Warum ist er dennoch erhalten? Man nimmt an, daß er in der frühen Entwicklung desinfizierende Funktionen hatte und sein Fehlen noch viel mehr unserer Vorfahren hinweggerafft hätte.

Was erfahren wir daraus? Die Synthetische Theorie mag manches der Stetigkeit aus verschwindendem Selektionsdruck verstehbar machen. Im Zusammenhang mit dem Phänomen der spontanen Atavismen und der Induktion werden wir aber noch einer Fülle versteckter Funktionen begegnen, die wenig mit dem Milieu, viel aber mit jenen Aufbaubedingungen zu tun haben.

(10) Bei *spontanen Atavismen* treten frühere Merkmale plötzlich auf. DARWIN sagte dazu in seiner Pangenesis-Theorie:

> *„Dieses Prinzip des Rückschlages ist das wunderbarste von allen Eigentümlichkeiten der Vererbung. Es beweist uns, daß die Überlieferung eines Charakters und seine Entwicklung, welche gewöhnlich zusammen verlaufen und hierdurch sich einer Unterscheidung entziehen, distinkte Vermögen sind."*

Er unterscheidet treffend Überlieferung und Entwicklung, heute sagen wir: Fitneß- und Aufbaubedingungen. Man erinnert sich wieder an CARL ERNST VON BAER und die von ihm erkannten Typen im Aufbau der Tierstämme, wie sie erst in dritter Linie aus der Fitneß ihrer Produkte zu verstehen sind. Sie erklären sich fast ausschließlich aus ihrer Geschichte. DARWIN hat sich aus ihnen zwar nicht viel gemacht, sie waren aber bekannt und haben hier gegriffen.

Seit nun 150 und 200 Jahren sind spontane Atavismen bekannt. DARWIN wußte also davon, beruft sich noch auf GEOFFROY SAINT-HILLAIRE, und dennoch sind sie aus der Synthetischen Theorie des Neodarwinismus noch immer nicht zu verstehen. Ich sprach schon von bepelzten Gesichtern beim Menschen, Schwänzchen, Reihen von Brustwarzenhöfen und Halsfisteln als Relikte, die auf unsere bepelzten Vorfahren, weiter auf die Langschwanzaffen, frühen Säuger, sogar auf unsere Vorfahren mit Kiemenspalten verweisen.

Um sich aber einen Begriff von dieser „Wunderbarkeit" zu geben, will ich einen Vergleich mit unserer technischen Welt darstellen. Wenn bei einem Fohlen mit dreizehigen Hufen ein Rückgriff auf die Struktur eines Urpferdes auftritt, dann kann man das mit einem Volkswagen vergleichen, der mit Bronzezeit-Rädern auf den Vorderachsen aus dem Werk rollt. Wir würden erfahren, daß es im Werk noch ein funktionierendes Bronzezeit-Department gibt, und daß versäumt wurde, auf die moderneren Werkstätten weiter zu schalten, beispielsweise vielleicht

über ein Mittelalter-Rad-Department schließlich auf die Herstellung der Preßfelge.

Warum nicht gleich die Preßfelge? Wenn wir ein Haus bauen, beginnen wir ja auch nicht mit der Laubhütte und wandeln sie über einen Holzverschlag in den modernen Betonbau.

Warum also gibt es in der Bauanleitung der Organismen noch die alten Muster? Trotz mutativer Bombardierung der genetischen Ausstattung sind sie nicht gelöscht worden. Sie müssen also notwendig sein, unersetzbare Funktionen haben. Die Fitneßbedingungen vergangener Bauformen sind, wenn auch abgeschliffen, als genetische Einheiten erhalten. Sie sind entgegen der Adaptierung am Milieu nicht für die neuen Aufgaben der Adaptierung gemacht. Vielmehr setzen sie deren Möglichkeiten stets neue Grenzen. Warum also diese Einengung?

(11) Unter *Induktion*, wie schon erwähnt, versteht man in der Entwicklungsbiologie die Weitergabe von Instruktionen im Embryo. Betrachtet man sie näher, sind es verzweigte Ketten und Geflechte von Bauanleitungen, bestehend aus geschichtlich älteren, verbunden mit jüngeren Organen oder Bauteilen. Auch das sind wieder sehr alte, komplexe, genetisch festgelegte Einheiten von Steuerungen. Ich gebe zwei vereinfachte Beispiele aus dem Wirbeltierbauplan, aus dem damals schon eine Hundertschaft von Fällen bekannt war.

Die Anlage des Gehirns setzt zwei Ausstülpungen in Bewegung, die Augenstiele. Erreichen sie die Haut, lassen sie diese die Linse bilden. Die Linse instruiert den Augenstiel, sich zum Bulbus des Auges einzufalten und beide wirken sodann auf die Bildung des Glaskörpers, usw. – Die Rückensaite, die *Chorda dorsalis*, induziert die Segmentierung der Rückenmuskulatur. Die Muskelsegmente lassen nach ihrem Muster die Wirbel entstehen, und diese geben an, wo die Spinalganglien gebildet werden.

Steckt man einen Augenstiel unter die Bauchhaut, so bildet sie auch dort eine Linse. Steckt man dorthin eine *Chorda*, so beginnt sich die bauchseitige Muskulatur zu segmentieren und das sogar auch dann, wenn man die *Chorda* eines Hühnerembryos dem Embryo eines urtümlichen Fisches appliziert. Sendeweise, Sprache und Empfangsweise müssen so alt sein wie die Wirbeltiere: 450 Millionen Jahre.

Es gibt also nicht nur versteckte, alte Departments, wie uns das die spontanen Atavismen zeigen, auch die Kommunikation zwischen ihnen ist uralt, so alt wie die großen Tierstämme. In ihnen muß sich die Serie der Bau- und Fitneßbedingungen lange zurückliegender Vorfahren spiegeln, nicht die rezenten. Die Adaptierungsmöglichkeiten der rezenten Formen engen sie ein. Und man muß wohl fragen, warum das so zu sein hat.

(12) Bei der *Rudimentation* komplexer Organe, wie man sie vom schrittweisen Abbau beispielsweise der Augen bei höhlenbewohnenden Fischen und Molchen gut kennt, ist mir aufgefallen, daß sich da die Induktionskette umkehrt. Als erstes verschwindet der Glaskörper, dann löst sich der Bulbus auf, anschließend die Linse, und was am längsten verbleibt, sind Reste des *Nervus opticus*, des ehemaligen Augenstiels.

Auch das ist merkwürdig. Es wirkt so, als ob die Glieder der Induktionskette nur von ihrem Ende aufgelöst werden können. Aber warum? Haben alle anderen Formen des Abbaus durch blinde Mutationen so große Störungen mit sich gebracht, daß die Mutanten nicht überlebten?

(13) Das HAECKELsche Gesetz der Rekapitulation der Phylogenie durch die Ontogenie stelle ich an das Ende dieser Serie offener Fragen über die Ursache alter Muster. Freilich unter der Voraussetzung, daß wir, wovon schon die Rede war, die palingenetischen Merkmale im Auge haben. Damit wurde die umfassendste Dokumentation dieser Muster angeregt. Es ist aber so lange schon zum Schulbuchwissen geworden, daß es nicht leicht fällt, das „Wunderbare" dieses Umstandes wahrzunehmen: Das HAECKELsche Rekapitulationsgesetz kann durch die Thesen der Synthetischen Theorie der heutigen Lehrbücher nicht erklärt werden.

Im Grunde vereint es die Summe der offenen Fragen, wie ich sie hier von den Atavismen bis zu den Induktions- und Rudimentations-Abläufen zusammengestellt habe. Die Ursachen dieser Festlegungen werden zu erklären sein, und in den folgenden drei Kapiteln ist darzustellen, wie wir aus ihnen die „Ordnung des Lebendigen" erkennen können.

(14) Zusammenfassend stellen wir fest, daß in den Aufbaubedingungen der Organismen schon die (8) Atavismen auf versteckte Funktionen und die (9) spontanen Atavismen auf genetische Einheiten hinweisen, und zwar auf solche, welche den Fitneßbedingungen lang zurückliegender Vorfahren entsprechen, die rezenten aber einengen. Wir erfahren, daß solche Einheiten (11) erfolgreich nur von ihren Enden aufgelöst werden können, was alles zusammen (12) die Ontogenie zwingt, die Phylogenie zu rekapitulieren. Und es fragt sich, warum das so sein muß.

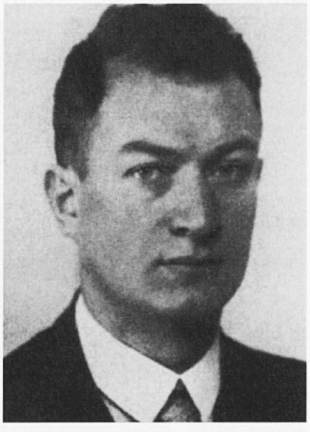
8.4 Prinzipien der Morphologie

Im Zentrum dieser Prinzipien steht das Homologie-Theorem und es reicht mit den Formen der Homologie bis zu den aus ihnen möglichen Synthesen und zu den Begriffen von Typus, Bauplan und der Ordnung des Lebendigen. Wir sind dem Theorem seit der Zeit von GOETHE und

RICHARD OWEN wiederholt begegnet und fanden, daß man es der Intuition überlassen wollte, was jedoch nicht wissenschaftlich ist, und daß man es umgehen wollte oder den Prozeß des Erkennens durch den des Erklärens zu ersetzen trachtete, was beides nicht möglich ist. Hier wollen wir das Homologie-Theorem hinsichtlich der darin offen gebliebenen Fragen untersuchen.

(1) Um Homologien zu erkennen, sind wir durch unsere Gestaltwahrnehmung, das *simul hoc,* und das Denken in Ähnlichkeitsfeldern gut vorbereitet. Es ist für unser Ordnen der Dinge so wichtig, daß wir schon erblich darauf vorbereitet sind. Freilich haben die Eidetiker unter uns darein mehr Vertrauen, als jene „Linkshemisphäriker", die eher ihrem analytischen Verstand vertrauen. Das hat die Morphologen von Haus aus von den Analytikern getrennt. Und um der Morphologie eine prüfbare Basis zu geben, ist die hier lenkende Intuition durch eine wissenschaftliche Theorie zu ersetzen. Dies geschieht, wie ich später im Zusammenhang mit den systemtheoretischen Lösungen noch zeigen werde, über die Synthetisierung der REMANEschen Homologie-Kriterien, also durch ein Wahrscheinlichkeits-Theorem.

Wir erkennen Homologien oder Wesensähnlichkeiten, soviel ist vorwegzunehmen, am Gleichbleiben individueller Strukturen, genauer daran, daß sich manche ihrer Merkmale der Adaptierung widersetzen. Als klassisches Beispiel gelten die drei Knöchelchen im Mittelohr, die aus drei mächtigen Knorpeln des Kiefers der Haie entstanden sind. Alles hat sich um sie herum verändert, aber die Einheit der drei Knöchelchen ist auf diesem ganzen Weg erhalten geblieben. Homologien treten in einem hierarchischen Muster auf. So ist die Wirbelsäule der Säuger das Rahmenhomologon für ihre Abschnitte, die Halswirbelsäule ist das Rahmenhomologon der sieben Halswirbel, und der erste Halswirbel, der At-



Adolf Remane

las, ist wiederum das Rahmenhomologon für seine Bauteile, zum Beispiel seine nochmals homologen Gelenkflächen.

Es bleibt dabei jedoch die Frage offen, warum sich Teile der Adaptierung widersetzen. Warum ist der Bau unserer Arme und Beine trotz ihrer unterschiedlichen Funktion von gleicher Grundstruktur? Warum müssen es, mit nur zwei Ausnahmen, bei allen Säugerarten sieben Halswirbel sein? Den Funktionen gegenüber dem Milieu läuft dies entgegen, denn es ist offensichtlich, daß sich Giraffen mit einer größeren, Delphine mit einer geringeren Halswirbelzahl besser täten. Mit Milieu und Fitneß kann das kaum etwas zu tun haben.

Aber kehren wir zur Hierarchie der Homologien zurück: zum Beispiel jener Gelenkfläche, die sich als Minimum-Homologon erweist.

(2) Zerlegt man solch ein Minimum-Homologon, gelangt man zu nicht mehr individuell benennbaren Bauteilen, im Falle der erwähnten Gelenkfläche also zu einer Ansammlung identischer Knochenbälkchen. Diese spezielle Form der Homologien nennt man Homonomien. Sie sind zwar wieder eindeutig erkennbar, aber als Massenbauteile in allen Knochen verbreitet. Das ist „billige Ordnung", mit der alle Evolution beginnt: Mit wenig Instruktionsaufwand, nämlich der schlichten Wiederholung identischer Bauteile, wird viel organische Ordnung geschaffen. Manche werden individualisiert, wie die identischen Haifischzähne zu den individuellen Zähnen der Säuger, manche nicht, wie die Beine der Tausendfüßer, deren Glieder, Muskeln, Muskelzellen, deren Ribosomen und der Triplets zu deren genetischen Aufbauanleitung. Hier sind wieder die siebzehn Größenordnungen redundanter Bauteile erkennbar, auf die ich schon aufmerksam machte.

Eine spezielle Form der Homonomien sind die Symmetrien. Es sind homonome Körperabschnitte. Und auch hier beginnt die Evolution mit den vielen Symmetrieebenen der sphärischen Formen, bis später nur mehr die Bilateralsymmetrie übrigbleibt und drei Achsen den Körper differenzieren: das Vorne-Hinten, Rechts-Links und Oben-Unten.

Und wir müssen uns wieder die Frage stellen, warum sich so außerordentlich viele Homonomien der adaptiven Differenzierung widersetzen.

(3) *Homodynamien* sind homologe Induktionen. Werden Instruktionen, wie wir das vom Augenstiel und von der *Chorda* kennenlernten, an verschiedenen Körperstellen und von verschiedenen Organismen verstanden, dann müssen ihre chemischen Kodierungen die gleiche Form und höchst wahrscheinlich auch denselben Ursprung haben.

Verwandt damit sind die *Isologien*. Das ist zunächst ein Begriff aus der Chemie und bezeichnet bei komplexen Molekülen Gleichgeformtheit, die jedoch nicht auf Homologie beruht. Wenn es sich aber erweist, daß diese Gleichgeformtheit mit dem Stammbaum übereinstimmt und sich mit diesem wandelt, dann handelt es sich um ein homologes Mole-

kül. Das trifft etwa auf das Cytochrom-c zu, das über fast das ganze Organismenreich anzutreffen ist.

Wie, so lautet nun die Frage, ist es zu verstehen, daß komplexe Moleküle über den ganzen Verlauf der Evolution mutativer Änderung widerstehen? So etwa bei Cytochrom-c über mehr als zwei Milliarden Jahre, wie auch bei der Induktionswirkung der *Chorda* über 450 Millionen Jahre.

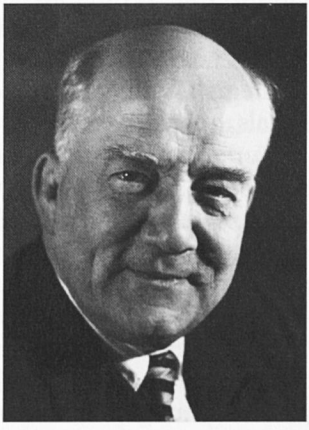
(4) Das *Typus-Konzept* kennen wir aus der Zeit GOETHES. Auch nach 200 Jahren der Forschung ist es noch immer ein Problem geblieben. Man erinnert sich an die Unterstellung, daß es sich um PLATONS metaphysische Typen handle, sowie an die von GOETHE darein gesetzte, empirisch prüfbare Erwartung, man könne das Typische erfahren: also

> *„setzen wir in der Natur eine gewisse Consequenz voraus, wir trauen ihr zu, daß sie in allen einzelnen Fällen nach einer gewissen Regel verfahren werde."*

Diese Regeln kann man für die einzelnen Knochen, sagen wir eines Säugerschädels oder einer Säugerhand, sogar metrisch angeben, nämlich nach Art der Freiheitsgrade, die ihren adaptiven Änderungen gegeben sind. Das betrifft Lage, Größe, Form und Proportionen, ein mehrdimensionaler Wandel, der sich nur stark vereinfacht darstellen läßt.

Woher rühren also diese Regeln, diese unterschiedlichen Freiheitsgrade? Wieder ist mit inneren Prinzipien zu rechnen, die ausschließen, was adaptiv nicht durchgeführt werden kann.

(5) Ähnlich liegt der Begriff vom *Bauplan*. Die Morphologen haben damit aber etwas Entscheidendes treffend bezeichnet. Das Ganze hat tatsächlich viel mit Grundriß und Aufriß einer Architektur zu tun. Und



Wilhelm von Marinelli

ganz analog kennen wir die Unterschiede der Grundrisse von Bahnhöfen, Basiliken und Festungen und die Variationen ihrer Aufbauten.

Mein Lehrer MARINELLI hat sogar manche seiner Assistenten verwirrt, indem er vom Bauplan bestimmter Baupläne sprach. Er hatte damit jedoch völlig recht gesehen. Denn der Bau der Artikulaten, gegliedert in zunächst gleichförmige Segmente wie beim Regenwurm, ist völlig anders als der der Anemonen und Korallen. Er ist aber die Voraussetzung für den Bauplan der Gliederfüßer, und dieser wiederum ist die Baugrundlage für seine Abwandlung in die Bauformen der Krebse, Spinnentiere und Insekten. Letzterer ist schließlich nochmals der Grundplan für die Käfer und Schmetterlinge.

Niemand kann sagen, daß eine Spinne fitter ist als ein Käfer oder Schmetterling. Sie haben aus all dem Vorgegebenen nach Struktur und Verhalten noch das Beste gemacht. Keine Spinne ist wieder zum Käfer, kein Wasserkäfer zum Krebs geworden, wiewohl das, man bedenke die Kiemen, die größten Vorteile hätte bringen können.

Man muß anerkennen, daß die Bau-Vorgaben auch die Vorgaben für jeden Trend zur Fitneß sind. Daher müssen wir uns fragen, wodurch solche Vorgaben, und das entlang der Abfolge eines ganzen Schichtensystems von Vorgaben, der Adaptierung widerstanden.

(6) Zusammenfassend zeigen (1) Homologien und massenhaft (2) die Homonomien, daß sich komplexe, funktionell geschlossene Baueinheiten der Adaptierung weitgehend widersetzen, und daß sie, wie die (3) Homodynamien so alt sind wie die Tierstämme, wie die Stetigkeit des (4) Typus und wie der Schichtenbau der Baupläne. Der Zusammenhang ist deutlich, die Ursache aber noch offen oder als Prinzip erst zu ahnen.

8.5
Cladogenese, das Entstehen der Stammbäume

Die Synthetische Theorie des Neodarwinismus hat ihr Thema auf Phänomene der Mikro-Evolution beschränkt. Dies ist zunächst ein neuer Begriff und fordert den Gegenbegriff einer Makro-Evolution heraus, so als ob es zweierlei Evolution gäbe. Methodisch ist das freilich zulässig und aus dem Gesichtspunkt des Positivismus legitim, weil der Bereich bis zur Trennung von Arten, wo auch die thematische Trennung gesetzt wird, die direkte Beobachtung zuläßt.

Nun hatten die Autoren der Synthetischen Theorie dennoch die ganze Evolution im Auge, und es fragt sich, ob sie nicht meinten, daß die Prozesse bis zur Artentrennung ohnedies die ganze Evolution erklärten. Liegt da ein Reduktionismus vor? Tatsächlich ist es ein methodischer Unterschied. Ab der Artentrennung ist die Möglichkeit experimenteller Untersuchungen zwar noch gegeben, wie wir das von der Entwicklungs-

biologie, namentlich von den Induktionsprozessen kennen, aber doch eingeschränkt. Für darüber hinaus gehende Fragestellungen und Studien müssen Methoden der Morphologie angewendet werden, und diesen wird mißtraut.

Die Unterschiede der Zeitspannen spielen eine wichtige Rolle. Die mittlere Existenz einer Art nimmt einige Millionen Jahre in Anspruch, die Entfaltung der Stammbäume umfaßt 3,5 x 10^9 (dreieinhalb Milliarden Jahre), also etwa das Tausendfache. Dächte man sich die Evolution als einen Film von 35 Minuten, so wären einzelne Arten nur jeweils zwei Sekunden auf der Leinwand sichtbar und Artbildungsprozesse, die Sekundenbruchteile ausmachten, wären nicht einmal wahrnehmbar. Die großen Bauprinzipien aber stünden uns in aller Ruhe vor Augen. Vier Phänomene des Cladogenese-Problems schließe ich an:

(1) *Parallel-Evolution* bezeichnet den Umstand, daß Entwicklungsbahnen gleichsinniger verlaufen können, als es die Adaptierung an das Milieu verstehen ließe. Als klassisches Beispiel gelten Wolf und Beutelwolf. Ihre gemeinsamen Vorfahren nahe dem Ursprung der echten Säugetiere hatten nichts Wolfsähnliches. Lebensart und Milieu haben beide zu Raubtieren gemacht. Daraus ist aber noch nicht zu verstehen, warum der ganze Körperbau bis in die Art und Reihung der Zähne zum Verwechseln ähnlich ist. Das ist noch kein starkes Argument, aber immerhin ein Argument.

Man muß annehmen, daß dem Bauplan, von welchem beide ausgehen, nur bestimmte Dispositionen gegeben waren, die schließlich – nicht allein aus Milieubedingungen – zu den deutlichen Unterschieden unserer katzen- und hundeartigen Raubtiere geführt haben.

(2) Die Phänomene von *Trend und Orthogenese* geben kräftige Argumente für die Eigengesetze cladogenetischer Prozesse. Trägt man in einem Diagramm horizontal ein Maß für strukturelle Änderung und vertikal den Lauf der geologischen Zeit auf, so zeigt sich bei allen Tierstämmen zuerst ein starker Formenwandel, bis die Kurve mit immer weniger Änderung der Struktur in die Vertikale einschwingt. Derlei wird von den Systematikern auch kennzeichnend „die hohlen Kurven" der Evolution genannt.

Man spricht daher von dem Trend einer anfangs typogenetischen und zuletzt typostatischen Phase. Dem sind wir schon begegnet. Freilich ist darüber diskutiert worden, wie gerade (ortho) eine Genese sein muß, um eine Orthogenese zu sein. Das ist aber nicht der Punkt. Entwicklungsbahnen meandern nicht einfach herum, was nach dem steten Wechsel der Milieubedingungen zu erwarten wäre, sondern strecken sich mit zunehmender Höhe immer mehr aufwärts, so daß sie gemeinsam das typische Bild eines Baumes ergeben.

Einem so universellen Phänomen muß auch ein universelles Prinzip zugrunde liegen, das wenig oder gar nichts mit der Adaptierung an das

Milieu zu tun haben kann, als vielmehr mit Bedingungen der inneren Organisation, die auf Fixierung und Ausrichtung drängen.

(3) *Additive Typogenese* und *Typostrophe* bezeichnen dasselbe Phänomen aus einem erweiterten Blickwinkel. Es zeigt sich nämlich, daß an die typostatischen Phasen neue, typogenetische anschließen können. Das mag zunächst wie ein Widerspruch zur allgemeinen Bedingung von Trend und Orthogenese wirken, ist aber nicht der Fall, denn für viele Merkmale bleibt der typostatische Trend erhalten. Es sind neue, additive Merkmale, die auch den neuen typogenetischen Schwung kenntlich machen.

Es muß also einen Zusammenhang geben, der sich wie Altbau und Überbau darstellt oder wie neue Seitenäste an alten Ästen. Damit handelt es sich um ein Prinzip von Baubedingungen, das mit der uns schon bekannten Begrifflichkeit vom Bauplan der Baupläne zusammenhängt.

(4) Der Begriff *Mosaik-Evolution* faßt dasselbe aus einem zweiten Blickwinkel. Im Rahmen unseres Themas wird damit das Phänomen bezeichnet, daß in der Evolution nicht alle Merkmale gleichartig evolvieren, sondern vielmehr so, als ob in einem Mosaik einige Steinchen immer wieder ausgetauscht würden, während viele andere unverändert verharren.

Freilich kann es die Adaptierung an das Milieu sein, welche an manchen Bauteilen fortgesetzte Veränderung durchsetzt. Das Bild vom Mosaik ist treffend, denn im Grunde bleibt das Bild erhalten. Aber warum bleibt es erhalten?

(5) In Summe muß man annehmen, daß die Cladogenese von (1) begrenzten Dispositionen abhängt, von (2) einem inneren, universellen Prinzip des Fixierens und Ausrichtens, von (3) Bauplänen, die auf stets einem Grundbauplan ruhen, welcher (4) das Gesamtbild der Tierstämme erhält.

8.6
Die Natur des Natürlichen Systems

Unser Thema der offenen Fragen gipfelt in einer Verflechtung der beiden Hauptprobleme: dem Erkennen und Erklären unter den Bedingungen rekursiver Kausalität. Angeleitet ist es aus einer reduktionistisch begrenzten Sicht auf Komplexität, bei der weder die Notwendigkeit wechselseitiger Erhellung unseres Erkenntnisvermögens, noch die Eigengesetzlichkeit im Entwicklungsprozeß des Lebendigen anerkannt werden.

Die erste Problematik war im Kapitel (8.4) über Morphologie angedeutet. Nun haben wir uns ihr zu stellen. Die zweite Problematik kennen wir aus der Serie der übrigen Kapitel.

(1) Sind die *systematischen Einheiten*, Gattungen und Familien bis hin zu Ordnungen und Klassen, entdeckt oder erfunden? Man bedenke dazu folgendes Argument: Nimmt man den Besitz der Wirbelsäule als das eine Gruppe definierendes Merkmal an, was Wunder dann, daß „Wirbeltiere" herauskommen. Diese systematischen Einheiten sind daher wahrscheinlich nichts anderes als Erfindungen unseres Katalogisierungs-Bedürfnisses. Wie also befinden wir uns in einer solchen Situation?

Wenn unter GOETHES Typus, von dem schon die Rede war, ein Typus im Sinne PLATONS, ein der Welt vorgegebenes Prinzip zu denken sei, dann ist das Metaphysik und keine Wissenschaft. Und wenn jenes Homologisieren, das zur Idee des Typus führen soll, nicht wissenschaftlich begründet werden kann, dann ist das eine Art deutsche idealistische Philosophie und schon gar keine Wissenschaft.

Darum, so fanden die Numerischen Taxonomen, sei es besser, nur zu messen als zu Homologisieren. Das mag, wandten die klassischen Taxonomen ein, schon stimmen, wenn man z. B. die Beinglieder von Laufkäfer-Arten untereinander vermesse, weil deren Homologie schon erkannt sei. Vergleiche man aber auf gleiche Weise die Beinglieder von Laufkäfern mit denen einer Spinne, die in Analogie dieselben Bezeichnungen tragen, dann produziere man reinen Unsinn. Welcher Methode aber, fragten die Numeriker, folgt euer Homologisieren? Wir verlassen uns, antworteten die Klassiker, auf das Fingerspitzengefühl des erfahrenen Systematikers. Eben, schlossen die Numeriker, das ist Intuitionismus, vielleicht eine Kunstform aber keine Wissenschaft. Numerik aber, schlossen die Klassiker, führt in die Irre.

Das Dilemma ist perfekt. Es ist noch dazu eines, auf dem der ganze Aufbau unseres Erkennens von Ähnlichkeit beruht, die Ordnung von zwei Millionen Arten zu einer widerspruchsfreien, hierarchischen Ordnung einer halben Million systematischer Einheiten und seit LAMARCK die Grundlage der Lehre von der Abstammung, der Phylogenie der Organismen.

Eine Lösung dieser offenen Frage anzubieten, ist nicht Sache dieses Kapitels. Wir werden uns mit dem Erkenntnisproblem bald auseinandersetzen müssen und ihm generell unter dem Thema Hermeneutik und speziell unter dem Wägeproblem begegnen.

(2) Was ist denn dann *die Natur des Natürlichen Systems?* Sollten seine taxonomischen Einheiten Erfindungen sein, was bliebe dann noch an Einsicht in das Werden der lebendigen Natur? Ist alles Erfindung?

Im Grunde sagt uns schon der gesunde Hausverstand, daß die systematischen Einteilungen nicht reine Erfindung sein können. Zu viele einander wechselseitig bestätigende Einsichten haben wir schon früh (im Teil 5) in den „Beweisen für die Abstammungslehre" versammelt. Aber die Frage ist ernsthaft gestellt worden, ob ein Begriff wie „Natürliches

System" nicht eine *contradictio in adjecto*, ein Widerspruch in sich selbst sein müsse, denn Systeme seien menschengemacht, nicht Sache der Natur, und wenn ein System naturgemacht sein sollte, dann sei es eben kein System.

Ich sagte schon, daß sich in dieser Schlußproblematik zwei kapitale Probleme verbergen. Bei dem einen geht es um die Systeme unseres Erkennens, bei dem anderen um die Systeme im Werden der Organismen, um die Erklärung der hier aufgeführten offenen Fragen.

(3) Zusammenfassend kann man feststellen, daß die Erwartung einer empirisch erfaßbaren, sich selbst ordnenden Natur zwischen zwei Fronten steht. Auf der einen Seite stehen (über das Dogma der beiden Wahrheiten) der Kreationismus der christlichen Lehre und der deutsche Idealismus, auf der anderen Seite das lineare Denk- und Ursachen-Konzept des naturwissenschaftlichen Rationalismus. Es wird daher ein anderer Weg zu gehen sein.

Auf das Natur- und Menschenbild der Zeit haben diese offenen Fragen kaum Wirkung getan, zumal sie systematisch nicht unterrichtet und als Probleme nur lückenhaft bekannt wurden. Nur eine leichte Unsicherheit hatte sich verbreitet. Für die einen blieb die Abstammungslehre auf der Ebene einer möglichen Hypothese, die anderen zweifelten an der Exaktheit ihrer wissenschaftlichen Methoden. Die Mittel für die Geisteswissenschaften nahmen ab, die reduktionistisch betriebenen Wissenschaften breiteten sich aus, ebenso ihre Verflechtungen mit der Industrie.

Lord Snow sprach in London über „The two cultures". Er sagte, daß die Naturwissenschaften die Welt etwas unbedacht veränderten und die Geisteswissenschaften außer Lamenti nichts beizutragen hätten. Das löste in England Empörung aus. Im kontinentalen Europa blieb es vergleichsweise still. Im Zeitgeist wuchs ein Neoliberalismus.

3 Systemische Phase

Alles Vorangegangene war schon ein subjektiver Bericht. Denn natürlich kann man alle Größen von welchen die Rede war, ob ARISTOTELES, LAMARCK, GOETHE, WALLACE, WEISMANN, MAYR oder REMANE, auch anders gewichten. Um ein zusammenhängendes Bild zeichnen zu können, muß man freilich einen Standpunkt einnehmen, alles einer Perspektive einfügen. In der nun zu beschreibenden Systemtheoretischen Phase werde ich mich aber zudem streckenweise alleine befinden und noch mehr auf mich angewiesen sein.

In den 1960er Jahren hatte ich nun mehr Gelegenheit, die geschilderte Situation zu überdenken. Die Kollegs von BERTALANFFY über Theoretische Biologie waren mir lebendig, namentlich die Systemtheorie, die nun fast schon ein Gemeinplatz wurde. So gut wie alles ist heute ein „System" geworden. Nur der Kern des „Systemischen", nämlich die Einsicht, im Komplexen und in wechselseitiger, rekursiver Kausalität denken zu müssen, war der Zeit fremd geblieben. War nicht auch im Evolutionsprozeß mit systemischer, also rekursiver, wechselseitiger Kausalität zu rechnen? Ich verfaßte dazu einen Essay, den meine Lehrer und Kollegen in Wien mit Kopfschütteln quittierten.

Anschließend in den USA war mit PAUL WEISS wieder persönlicher Kontakt und Freundschaft mit allerlei Ermutigung entstanden. Auch an ihn wird man sich aus meiner Geschichte erinnern. Die Einfachheit nun, mit welcher meine neuen Kollegen die Theorie der Evolution unterrichteten, war berührend. Ich dagegen konnte an die Systeme der Ökologie, Systematik und Mikroskopischen Anatomie, die mich beschäftigten, noch die der Elektronenmikroskopie anschließen, vertiefte meine Vorstellung von der Komplexität des Lebendigen nochmals und machte mich an neue Lehren und neue Arbeiten.

Ein größerer Essay entstand, der nun meine amerikanischen Kollegen verwunderte. Zurück in Wien produzierte ich neue Vorträge, Aufsätze, Kollegs und Schüler und machte den Essay zu einem publizierbaren Band. PAUL WEISS, immer noch geistig an meiner Seite, empfahl auch die Anfertigung einer Übersetzung. BERTALANFFY lebte nicht mehr.

Teil 9
Systemtheorie des Erkennens

Noch befinden wir uns in den 1960er Jahren und viele Praktiker der Systematik hatten ob des vorgetragenen Problems, das „Natürliche System" sei vielleicht nur eine Konstruktion, keine Bedenken. Viele kannten diese Schriften auch nicht. Ich selbst war auch wenig beunruhigt, hielt das Ganze für praxisfremd. Eine Lösung aber hatte ich ebenfalls nicht.

Die Lösung kam erst in den Siebzigern, teils sogar erst in den Achtzigern. Ich greife in diesen Erkenntnisfragen vor, um dem Leser die Unsicherheit zu ersparen, die uns damals begleitet hatte: Es geht um die Evolutionstheorie unseres Erkenntnisvermögens.

Die Serie der eben aufgelisteten offenen Fragen, stellte ich zusammen mit einem Lösungsansatz Mitte der 1960er Jahre zu einem Aufsatz über „Korrelative Selektion" zusammen; ein Rätsel für meine Wiener Professoren und Kollegen. Als Professor in den USA wurde daraus „A Systems Theory of Evolution"; ein Rätsel nun für meine amerikanischen Kollegen. In den Siebzigern zurück in Wien erschien mein Band „Die Ordnung des Lebendigen; Systemtheorie der Evolution". Und am Rande dieses biologischen Themas war mir aufgefallen, daß unsere Denkmuster den von mir aufgedeckten Naturmustern entsprechen. Ich schrieb die These nieder, daß dies ein Produkt der Anpassung sein müsse.

Zu dieser Zeit war mein früher Lehrer Konrad Lorenz auch zurück in Wien. Von ihm erschien „Die Rückseite des Spiegels" und darin stand dasselbe, klarer und direkter, abgeleitet aus seiner Ethologie. Ich hatte meinen Gewährsmann. Das führte uns wieder zusammen, Freunde schlossen sich an, Kollegen wie Erhard Oeser und Schüler wie Manfred Wuketits, und mit etwa zehn weiteren Bänden reifte bis in die 1980er Jahre die Evolutionäre Erkenntnislehre aus, auf die ich mich nun beziehen werde.

Was ich im Teil 8 über die verbliebenen offenen Fragen als Prinzipien der Morphologie zusammenstellte, soll hier begründet werden. Dabei geht es noch nicht um die Erklärung der Phänomene, welche die Morphologen als zentral erkannt hatten, sondern vorerst um eine Be-

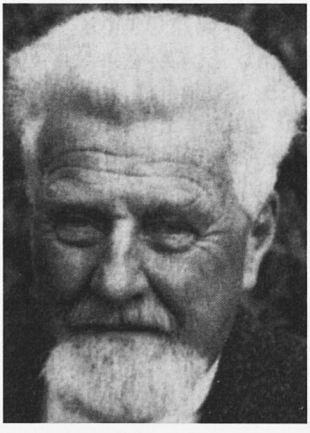
gründung ihres intuitionistischen Erkenntnisvermögens aus vorgegebener Anpassung. Sollte Erkenntnis, so wird man später fragen, nicht aus Vernunft, sondern aus Anpassung begründet werden können?

9.1 Unsere kognitive Anpassung an die Welt

Der Umstand, daß wir uns hier befinden und über die Welt diskutieren können, muß darauf zurückzuführen sein, daß wir und alle unsere Vorfahren bis hin zur Amöbe Lebens- oder doch Reproduktions-Erfolg hatten, weil alle ihrer Welt entsprachen. Deren Weltbildapparate, so einfach sie auch begannen, mußten etwas Richtiges über diese Welt eingebaut haben. Ein Ausflug in Prozesse des Erkennens ist darum empfohlen.

(1) Der Beginn ist von berührender Einfachheit. Dem Pantoffeltier ist ein Mechanismus eingebaut, der es im futterreichen Gebiet des Wassertropfens langsam pendeln läßt, während es futterarme Regionen schnell durchsegelt. Der Regenwurm, auch nur gezwickt, bleibt sensitiviert unter der Erde, weil die Amsel noch in der Nähe sein könnte. Sobald das Nervensystem die Komplexität etwa einer Schnecke erreicht, beginnt mit dem Entstehen der bedingten Reaktion bereits die Konditionierung, eine Reaktion auf Augenblicks-Korrelationen.

Ein scharfer Luftstrahl auf die Cornea läßt uns das Auge sofort schließen. Das ist ein unbedingter Reflex, hier ein Schutzreflex. Setzt man im Experiment vor das Auftreffen des Luftstrahls einen Glockenton, wird das Auge nach einigen Wiederholungen schon beim Glockenton geschlossen. Der Ton wird als Vorwarnung der kommenden Störung verrechnet. Wie aber sollte in dieser Welt ein Zusammenhang zwischen



Konrad Lorenz

einem Ton und einem Luftstrahl bestehen? Es besteht keiner, er ist eine Erfindung des Versuchsleiters. Aber das Nervensystem ist so gebaut, daß es sich wiederholende Koinzidenzen als notwendigen Zusammenhang verrechnet. Das ist nachgerade wunderbar. Denn es stellt sich heraus, daß die meisten sich wiederholenden Koinzidenzen in dieser Welt tatsächlich nicht von zufälliger Art sind.

Schon mit dieser Ausstattung sind die Systematiker gut geleitet gewesen.

(2) Erkenntnistheoretisch ist das die Vorwegnahme zu vermutender Kausalität, was bereits DAVID HUME bemerkte. Davon habe ich schon aus meiner Studentenzeit berichtet, als von den Beweisen für die Abstammungslehre die Rede war. Auch über Gestaltwahrnehmung wußte man bereits viel. Nur den Begriff der Weltbildapparate der Tiere, wie ihn LORENZ prägte, verstand ich wohl noch nicht.

Nun reimten sich die Dinge zusammen. Ich stellte HUMES *propter hoc* das *simul hoc* gegenüber, und dem Stammbaum der Weltbildapparate der Tiere schloß sich der Weltbildapparat des Menschen als ein ratiomorpher Apparat an. Dieser ist unbewußt, vernunftsähnlich, hat aber mit Rationalität nichts zu tun. Alle Verrechnungsmechanismen allein der Gestaltwahrnehmung stellten sich als Anpassungen an Grundstrukturen der realen Welt heraus. Selbst die sogenannten optischen Täuschungen erwiesen sich nicht als Fehlinterpretationen der Welt, sondern als Fallstricke durch Zeichnungen der Psychologen.

Wieder waren die Systematiker mit der Erwartung gut geleitet, daß Merkmale, die regelmäßig gemeinsam auftreten, auf einen notwendige Zusammenhang schließen lassen. Denn tatsächlich erweisen sich die Merkmale der Gegenstände dieser Welt als nicht beliebig kombinierbar. Unsere gesamte Begrifflichkeit beruht darauf.

(3) Wir konnten darum getrost sein, daß unsere ratiomorphe Interpretation der Welt keinen reinen Unsinn produzieren kann. Freilich schießt sie mit ihren Deutungen auch gelegentlich übers Ziel hinaus. Weil Lebenserfolg richtige Prognose voraussetzt, geht es zunächst um Prognosen, um irgendeine Deutung. Einem verängstigten Gemüt können in der Dämmerung harmlose Strukturen zu Gespenstern werden. Reinen Unsinn zu glauben, bleibt aber ein Privileg rationaler Konstruktion.

9.2
Wo die Schwierigkeiten beginnen

Wenn man unserer erblichen Ausstattung trauen kann, ist sie doch von den Differenzierungen in Lautsprache, Kommunikation und Gesellschaft, von Kultur überbaut worden; überwiegend also von Artefakten,

die zwar von einem ererbten Weltbildapparat ausgehen, aber vielfach von ihm abheben. Ungemein groß ist der Überbau des Mitteilbaren geworden, aber es ist berührend zu sehen, wie Lügen der Lautsprache von der älteren Körpersprache des Schwindels überführt werden können, und Lügen der Körpersprache wiederum von den noch älteren, nun ganz unsteuerbaren Mitteilungen durch den Geruch.

(1) Unsere Sprachen wurzeln noch im Ratiomorphen. Das zeigen die Sprach-Universalien. Beispielsweise trennen alle Sprachen, auch die ganz exotischen, Nomen und Verben. Unsere Sinne haben für die Wahrnehmung von Zuständen und Vorgängen verschiedene Eingänge und Deutungen. Angesichts dieses Dualismus verwundert es nicht, daß den Physikern Quanten entweder als Korpuskel oder als Wellen erscheinen.

Die Differenzierung in Sprachen ist schon weitgehend ein Artefakt. Im Unterschied zu den zirkumpazifischen Sprachfamilien sind bei den von der griechischen Syntax beeinflußten zirkummediterranen Sprachfamilien Nomen und Verben nicht so leicht transponierbar. Um sie zu verbinden, ist ein Kunstwort ohne Inhalt entstanden, die sogenannte *copula*. Im Deutschen entspricht sie den Worten *ist* und *sein*. Das hat die Formung des Aussagesatzes angeboten: „Sokrates ist ein Mensch." Dem Aussagesatz entspringt der logische Schluß: „Sokrates ist ein Mensch, alle Menschen sind sterblich, ergo ist Sokrates sterblich."

Die Verwendung des Syllogismus gilt uns als Zeichen für Bildung. Naturvölker und auch unsere Kinder verwenden ihn nicht, beziehungsweise erst nach jener „cartesianischen Wende", die sie zwingt die deduktiven Vorschriften von Syntax und Mathematik anzunehmen. Tatsächlich steckt aber im Syllogismus die Suggestion einer Erweiterung von Einsicht, obwohl er nicht mehr bieten kann als aus den Annahmen folgt, welche ihn zusammensetzen. Schon die Griechen konnten nicht wissen, welche Halbgötter noch Menschen waren und ob Sokrates nicht doch ein Halbgott war.

Diese Eigentümlichkeit ist herauszustellen, nicht nur weil sie unsere Sprache kennzeichnet, sondern weil sie innerhalb der letzten hundert bis zweihundert Jahre das Sprachdenken aller Menschen bestimmte, denen man den Rang der Bildung attestiert. Die Kontrolle der Rationalität ist dadurch erschwert, die der ratiomorphen Anleitung nicht.

(2) Unsere zweiwertige Logik ist eine Fortsetzung dieser Entwicklung, entstanden durch ARISTOTELES und aus dem Bedürfnis heraus, die Sprache von den ihr möglichen Widersprüchen, wie: „Ich bin ein Lügner", zu befreien. Sie bietet ein Schema, solche Antinomien zu erkennen, setzt aber voraus, daß es in unseren Aussagen nur Wahres und Falsches geben darf. Ein Drittes wird ausgeschlossen: *tertium non datur.*

Diese, dem Typ nach definitorische Logik, entwirft auch eine neue, eine logische Wahrheit, die aber erst dann Wahrheit beanspruchen

kann, wenn sie von der schmutzigen Wirklichkeit abhebt. Tatsächlich jedoch ist unser Zugang zum Erkennen der Welt ganz anders. Im Grunde werden wir keiner Sache ganz sicher und beginnen immer in großer Unsicherheit. Das bildet auch die begriffliche Nachformung des Natürlichen Systems besonders gut ab. Es wurde durch die Aufdeckung von Widersprüchen zu einem allmählich widerspruchsfreien Bild vieler Millionen von Merkmalen entwickelt.

Schon deshalb ist es unwahrscheinlich, daß das Natürliche System eine Erfindung sein sollte.

(3) Diese Logik hat unserem Sprachdenken eine Definitorik nahegelegt. Sie beinhaltet die Annahme, daß unsere Begriffe auch den komplexen Dingen dieser Welt dann am besten entsprechen, wenn sie möglichst scharf definiert werden. Der Rand des Begriffes wäre zu schärfen. Und obwohl das nicht nur in der Umgangssprache gilt, sondern auch in den Wissenschaften angenommen wird, trifft das nicht zu.

Die Systematiker haben den Fehler nicht übernommen, sondern bald gelernt, daß taxonomische Kategorien nur selten durch ein einziges Merkmal eindeutig zu bestimmen sind. In der Regel müssen solchen differentialdiagnostischen Merkmalen verschiedene Formen selektiver Merkmale hinzugefügt werden. Man nehme als Beispiel die Säugetiere. Nahezu alle Säugerweibchen haben Brustdrüsen. Die Schnabeltiere jedoch besitzen keine und ihre Weibchen legen Eier. Nun könnte man sich mit dem Haarkleid behelfen. Die Schnabeltiere sind bepelzt, die Bartenwale dagegen wieder nicht. Selbst die Bestimmung der Säugetiere ist ohne Mithilfe selektiver Merkmale nicht möglich.

Die Systematiker haben diese Schwierigkeiten in ihrer Praxis wahrgenommen und sind sie umgangen. Ihr Begriffssystem muß der Natur nachgebaut sein. Es erfunden zu haben, wird zur Unmöglichkeit.

9.3 Über die Natur und das Denken

Erneut müssen wir die Perspektive erweitern, um die Position der Empirie unseres Erkennens festzumachen.

Das Hellwerden des Bewußtseins muß dem Menschen Eindruck gemacht haben. Man hat bemerkt, daß sich in unserer Vernunft Sichten anbieten, die sich von dem Durcheinander der Welt, eben von jener schmutzigen Wirklichkeit unterscheiden. Folgt man ihnen, gelangt man in eine erhebende Dimension, die schon von den Vorsokratikern, wie Pythagoras, Parmenides, über Platon zum Rationalismus christlicher Philosophie und dem Neuplatonismus unserer Tage geführt hat, und zwar zu der Annahme einer über die Erfahrung vorrangigen Vernunft der Seele und des Geistes.

Das ist der Scheidepunkt. Es hat mir Eindruck gemacht, wie sich darin schon unsere Heroen SCHILLER und GOETHE unterschieden. SCHILLER war der Ansicht, daß die wüste Natur durch die Moral des Menschen veredelt werden müsse. GOETHE dagegen meinte, daß der ungeordnete Verstand des Menschen nur an der Natur gebildet werden könne. Die Formen solchen Rationalismus und Empirismus begleiten einander widersprechend durch unsere ganze Geistesgeschichte.

(1) Dem Empirismus vertrauend kann man untersuchen, ob, und wenn ja, in welcher Weise unsere Denkordnung weiterhin der Naturordnung entspricht. Das verlangt einen Vorgriff auf ein Grundprinzip der Entstehung komplexer Systeme. Diese entstehen nicht dadurch, daß sich, wie das etwa ein Baukasten fälschlich suggeriert, Bauklötzchen zu Mauern und Zinnen türmen, sondern vielmehr durch Einschübe neuer Differenzierung zwischen vorgegebenen Bauteilen und einem nicht minder schon vorgegebenen Ganzen.

Die Geschichte eines Organismus hat ja nicht Zellen zu Geweben, diese zu Organen und Gliedern, und aus diesen einen Organismus gemacht. Vielmehr sind Gewebe zwischen den Zellen und Teilen des Organismus, die Organe zwischen Geweben und dem ganzen Organismus entstanden. Es liegt jeweils eine Ursache aus einem Obersystem und eine aus den Untersystemen vor. So kommt es auch, daß wir z. B. ein Gewebe nur aus den Dispositionen seiner Zellen und gemeinsam mit den Funktionen des Organs, zu denen es beiträgt, verstehen.

Tatsächlich hat sich diese Gegebenheit wechselseitiger Aufklärung auch in unserer Erwartung, in der hierarchischen Gruppierung unserer Begriffe und sogar in unserer Sprache und Schrift erhalten. Solcher Einsicht begegneten wir schon mit GOETHE und BOECKH Anfang des 19. Jahrhunderts.

Mich beeindruckte es schon als Student, daß das Prinzip wechselseitiger Erhellung, das mir in der Ägyptologie zur Entzifferung von Schriften gelehrt wurde, drüben im Seziersaal der Zoologen zum vollständigen Verständnis der Schichten des Bauplans genauso anzuwenden war. Was mir aber als naivem Betrachter noch greifbar war, hatte die rationale Wissenschaft schon damals blindlings überlaufen.

(2) Die Geschichte der Ursachen-Vorstellungen zeigt das gut. Wir haben das Thema schon bei ARISTOTELES und nochmals mit HAECKELS Embryologie berührt. Nun ist es näher zu verfolgen, weil ich erstens darstellen kann, warum sich in uns viererlei Ursachenbegriffe finden, und zweitens, warum diese zu einer Spaltung der Wissenschaften beigetragen haben.

Zuerst der Ansatz: Das klassische Beispiel ist der Hausbau. Es bedarf der Kräfte, die ihn antreiben, „power", sei es Schweiß oder Kapital, die *causa efficiens*; ferner des Baumaterials, *causa materialis*; drittens

eines Bauplans, *causa formalis;* und jemanden, der etwas bezweckt, die *causa finalis.* Keine dieser Komponenten ist entbehrlich. Ohne Aufwand kommt nichts in Bewegung, ohne Material wird nichts errichtet, ohne Plan entstünde nur Chaos und ohne daß irgendjemand irgendetwas wollte, kann nichts in Gang gebracht werden.

Ich verstehe heute, daß es unsere Sinne waren, die wie unsere Syntax auch unser Ursachenverständnis differenzierten. Dazu muß man sich die Hierarchie einer Baustruktur vor Augen halten – Ziegel-Wände-Dekken-Dach – sowie den Bau im Verhältnis zu seiner Umgebung.

Die Material- und Formursachen erscheinen uns als Nomen, Schicht für Schicht des Baues sind verschieden. Die Materialien der Ziegel, der Decken und des Dachs sind so verschieden wie die Pläne für Dach, Dekken und Ziegel. Beide aber bleiben Formen innerhalb des Baues.

Die Kräfte und Zwecke dagegen erscheinen als Funktionen. Es sind immer dieselben Kräfte, die vom Ziegel bis zum Dach erforderlich sind, sowie dieselben Zwecke, die vom Dach zum Ziegel durch den ganzen Bau hindurchreichen. Aber sie kommen von außen. Das Kapital sowie die Bauabsicht liegen außerhalb des Hauses.

Die zweite Symmetrie beruht darauf, daß Kräfte und Materialien von unten durch den Bau reichen. Wir Bauleute bringen sie aktiv bei. Baupläne und Zwecke dagegen reichen von oben hindurch, sie werden als Leideform, als Vorschriften erlebt, die uns Bauleuten auferlegt sind. Es liegen zwei kognitive Dualismen vor, keine Vierteilung der Welt.

Nun die Folgen: Bleibt das Gesagte unbekannt, dann ist auch nicht zu verstehen, warum die Welt in vier Ursachen geteilt sein sollte, und wenn das auch so erschiene, müßte doch eine Ur-Ursache die Ursache der übrigen Ursachen sein. Diese Überlegung ist uns durch Rationalität, die Suggestion linearer Kausalität unterlaufen.

Die Naturwissenschaften, angeleitet durch die Physik, versuchen, die Welt alleine aus Kräften zu verstehen. Das ist legitim, weil Zwecke, also Programme wie im Hühnerei oder in unseren Absichten, erst mit dem Leben entstanden sind und Material- sowie Formbedingungen der Physiker in seinen Experimenten selbst setzt.

Die Geisteswissenschaften dagegen versuchen die Welt allein aus Zwecken zu verstehen. Und das ist legitim, weil die Kräfte, etwa die Zahl der Photonen, die das Gemüse reifen läßt, um die Dombauer zu ernähren, so schwer zu berechnen wie auch marginal sind, wenn man die Errichtung des Domes zu St. Stephan verstehen möchte, bzw. die Dekkengemälde der Sixtina oder die Niederschrift des „Faust". Und was die Materialien und Formgebungen betrifft, waren sie nicht schon durch den Baumeister, Maler und Dichter vorgesehen?

Freilich mag das alles richtig sein, aber deshalb die Welt in Natur und Geist zu zerlegen, ist unangebracht und hat dennoch unsere Geistesgeschichte gespalten.

(3) Das Erkennen empirischer Wahrscheinlichkeit birgt noch eine Schwierigkeit, die in uns zwar angelegt ist, aber durch rationale Reflexion noch verstärkt wurde.

Richtige Prognosen sind von lebenserhaltender Bedeutung. Das kennen wir schon. Aber irgendeine Prognose erscheint uns im Zweifelsfall noch besser als gar keine. Hier wird der wohltätige ratiomorphe Apparat rational, wie unser Labor-Jargon sagt, zum ratiomorschen Apparat.

Man erinnert sich, wie zu recht der bedingte Reflex wiederholte Koinzidenzen zum notwendigen Zusammenhang deutet. Aber rational genommen, stellte BETRAND RUSSELL fest, befinden wir uns damit in der Lage jenes Huhnes, das mit jedem Tag seiner Fütterung seinen Fütterer mehr für einen Wohltäter hält, ohne zu wissen, daß es gefüttert wird, um im Suppentopf seines Wohltäters zu landen.

Das Problem ist nun leicht zu erkennen. Prognosen sind zu Verallgemeinerungen da, müssen also Extrapolationen einschließen. Es muß darauf ankommen, unerlaubte Extrapolationen zu vermeiden. Wie aber wäre das Unerlaubte zu erkennen?

Schon bei der Erörterung der Synthetischen Theorie war zu bemerken, daß eine vereinzelte Theorie leer ist. Sie versucht sich nur an der Verallgemeinerung irgendeiner Korrelation. Verläßlicher wird sie erst, wenn sie mit Nachbartheorien in einer Obertheorie eingebettet bestätigt wird. Das Huhn bedürfte einer Obertheorie über das Verhalten von Tierzüchtern, die es nicht haben kann.

Uns geht es da besser, denn wir haben ein Gefühl für den Unterschied zwischen einer vermutlich verallgemeinerbaren Korrelation und Formen höherer Verläßlichkeit. Tatsächlich werden diese erreicht, wenn Theorien einer Ebene zu Fällen einer Obertheorie geworden sind und aus dieser prognostiziert werden können; so, wie die Korrelationen, welche das Fall- und das Hebelgesetz zu GALILEIS „Irdischer Mechanik", und diese mit KEPLERS „Himmelsmechanik" aus NEWTONS Gravitations-Gesetz prognostiziert, eben als dessen Fälle bestätigt werden können.

Empirische Einsicht kann nur eine an Gewißheit heranreichende Wahrscheinlichkeit erreichen. Eine solche genügte aber unseren menschlichen Maßen. Im Ganzen wäre zu erwarten, daß der Zusammenhang einander bestätigender Theorien eng genug wird, um alle Fälle aufzufangen, daß er die Welt der Fakten zureichend deckt und sich alle Prognosen aus den Theorien an der Erfahrung bestätigen. Das wird nur näherungsweise über möglichst viel Absicherung erreicht werden, was menschlichem Maß aber auch genügt.

9.4
Das Erkennen organismischer Ordnung

Wir sind von einer Begründung des Vertrauens in unsere ratiomorphe Ausstattung ausgegangen, haben Wege bestimmt, um die Fallen des Sprachdenkens, der kognitiven Dualismen und der rationalen Konstruktionen zu umgehen, und fanden die Grade der Wahrscheinlichkeit empirischer Einsichten im Zusammenhang widerspruchsfreier Theorien und deckender Mengen stetig bestätigter Prognosen.

Als das Zentralproblem für das Auffinden organismischer Ordnung kennen wir, wie schon in den „Beweisen für die Abstammungslehre" erwähnt, das Homologie-Theorem. Wir fanden später auch, daß es nicht zu umgehen ist, aus seiner intuitionistischen Handhabung aber nicht herausgefunden hat.

Nun haben Generationen von Systematikern aus vielen Millionen von Merkmalen von über zwei Millionen rezenten und fossilen Arten und über die Hierarchie einer halben Million taxonomischer Begriffe einen widerspruchsfreien Zusammenhang aufgedeckt. Da das intuitionistisch, also höchstens mitbewußt geleistet wurde, kann man dies als überzeugenden Beleg für das Vertrauen in unsere ratiomorphe Ausstattung, in die Übereinstimmung ihrer Struktur mit den Strukturen und der Genealogie der komplexen Systeme dieser Welt werten.

(1) Das Homologie-Problem „lösen zu wollen", ist darum ein merkwürdiges Anliegen, denn es zeigt sich, daß die Probleme, die es aufgibt, ratiomorph ohnedies gelöst werden und nur der Streitfall zwischen Systematikern nach einer weiteren Instanz verlangt. Von welcher Art aber sollte diese sein? Eine rationale, logische, der wir nicht recht vertrauen? Offenbar nicht. Es geht darum, den so erfolgreichen, ratiomorphen Prozeß sichtbar zu machen.

Zunächst geht es darum, Merkmale – das sind sich wiederholende Koinzidenzen von Untermerkmalen, also gehäufte Gleichzeitigkeit – für notwendige Gegebenheiten zu halten. Aber schon damit finden wir uns in der Rekursivität dieser Zusammenhänge, denn: Was bedeutet ein Merkmal? Offenbar etwas, das nützt, wenn man es sich merkt. Was aber hat welchen Wert, um es sich zu merken? Erst am Ende unseres Umgangs mit organismischer Ordnung, am erwähnten Wägeproblem, läßt sich das lösen.

Als Nächstes geht es um die Bestätigung möglichst vieler Prognosen. Man versetze sich in die anatomische Sammlung meines Institutes und beachte die Ähnlichkeit zweier Wirbelsäulen, beschriftet mit „Mensch" und „Schimpanse": Länge, Krümmung, Gliederung, vergleichbare Enden. Bei näherer Betrachtung ergeben sich 32 Wirbel mit jeweils rund 16 Einzelmerkmalen. Das sind also über 500 mögliche Prognosen, die

wir an den Menschen-Wirbeln bilden und an den Schimpansen-Wirbeln bestätigt finden.

Nun die Gretchenfrage! Wie groß ist die Wahrscheinlichkeit, daß hier der Zufall gewaltet hat? Natürlich wissen wir nicht, was der Zufall alles kann. Aus der Geschichte des „Fossils namens BEHRINGER" erinnern wir uns, daß selbst BEHRINGER der unbegrenzten Schöpferkraft der Natur den Schriftzug seines Namens nicht mehr zutraute.

Ein Blick darauf, wie wir Wahrscheinlichkeiten abschätzen, mag hier passend sein. Man nehme den Fall des Münzewerfens an. Bei einer nichtpräparierten Münze müßte jede Seite mit einer Wahrscheinlichkeit von 0,5 geworfen werden. Mein Gegenspieler setzt auf Kopf. Nun die Frage: Wie oft muß bei ihm regelmäßig Kopf fallen, bis ich nicht mehr an das Herrschen von Zufall glaube? Es geht also um meine Prognosen. Sobald ich argwöhnisch werde und meine Annahme, es werde aus seiner Hand ohnedies nur Kopf fallen, regelmäßig bestätigt finde, werde ich die Wahrscheinlichkeit dafür überschlagen.

Die Rechnung ergibt beim zweiten Fall ($0{,}5 \times 0{,}5$) nur mehr 0,25 (oder $0{,}5^2$), beim zehnten und hundertsten Fall $0{,}5^{10}$ und $0{,}5^{100}$, so viel wie $9{,}77 \times 10^{-4}$ und $7{,}89 \times 10^{-31}$. Das ist zunächst für Spielbedingungen, dann selbst für irdische Bedingungen unmöglich.

Zurück zu den beiden Wirbelsäulen. Bei rund 500 bestätigten Prognosen beträgt die Wahrscheinlichkeit, daß sie zufällig entstanden, nur mehr $0{,}5^{500}$, so viele wie $3{,}051 \times 10^{-151}$. Das ist bereits eine kosmische Unmöglichkeit. Aber selbst wenn wir dem Zufall die hundertfache Chance gäben als jeder möglichen Gesetzlichkeit, also den Wert 0,99, dann hätte bei jenen 500 Fällen die Erklärung durch den Zufall ($0{,}99^{500}$) auch nur mehr einen Wert von 1%. Ich sagte schon, daß mit dem Wachsen bestätigter Prognosen die Erklärbarkeit durch den Zufall immer verschwindet, so groß wir uns dessen Chancen auch immer dächten.

Man wird sich erinnern, mit welcher Treffsicherheit schon die bedingte Reaktion dem Umstande nachgebaut ist, daß die Prognostizierbarkeit sich wiederholender Koinzidenzen als notwendiger Zusammenhang verrechnet wird. Hier finden wir auch die wahrscheinlichkeitstheoretische Begründung. Das Problem liegt von da an in den Fehlermöglichkeiten unerlaubter Extrapolation, der nur durch eine Hierarchie einander bestätigender Theorien zu begegnen ist.

(2) So bedarf es, wie erinnerlich, auch hier einer Hierarchie von Theorien, um jede einzelne zu sichern. Wir kommen auf ADOLF REMANE zurück und auf seine Homologie-Kriterien, die ich in den 1960er Jahren zu synthetisieren begann.

Beginnen wir, wie ich selbst, mit seinen drei Hauptkriterien. Darin unterscheidet er zunächst ein „Kriterium der Lage" und eines der „speziellen Qualität".

Angewendet auf die beiden genannten Wirbelsäulen bringt das Lagekriterium die Bestätigung, daß sich beide zwischen Kopf und Steiß befinden, Becken und Brustkorb an ihnen anschließen, sie ferner zum Skelett der beiden gehören und nochmals weiter zu deren Bewegungsapparat. Das sind die aus der Wirbelsäule möglichen Obertheorien, die ihre Fälle prognostizieren und bestätigen lassen. Wir finden uns damit eingeladen, unsere Prognostik auf das ganze Skelett, ja den ganzen Bewegungsapparat von Mensch und Schimpanse auszudehnen. Einige tausend bestätigbare Prognosen würde das ergeben.

Aber die Wirbelsäule setzt sich auch aus Untertheorien, speziellen Qualitäten zusammen. Beide Wirbelsäulen bestehen erstens gleicherweise aus Hals-, Brust-, Lenden-, Becken- und Schwanz-Abschnitten, zweitens wird z.B. die Halswirbelsäule stets aus sieben Wirbeln gebildet, und drittens hat jeder dieser sieben einzelnen Wirbel zwischen Mensch und Schimpanse unverkennbar übereinstimmende Merkmale. Das ließe sich noch weiter gliedern, kann uns aber hier genügen.

Als drittes Hauptkriterium nennt REMANE das des „Übergangs". Liegen Vergleiche weit auseinander, wie in dem schon erwähnten Fall der Homologisierung von Haifischkiefer und unseren Ohrknöcheln, so bedarf das Erkennen natürlich der Übergänge (hier von den Knorpelfischen über die Knochenfische, Amphibien und Reptilien und deren Embryonalentwicklung bis zu den Säugern). Gerade diese Einsicht ist eine der Meisterleistungen der vergleichenden Anatomie.

(3) Nun geht es aber noch um Verallgemeinerungen. Was wir am Vergleich zweier Wirbelsäulen erfahren haben, möchten wir auf alle Hominiden (Menschen und Menschenaffen), alle Affenartigen, alle Säugetiere anwenden. Hier schließen REMANES Hilfskriterien an. Bei den über viertausend Arten der Säuger bestätigen sich allein an der knöchernen Wirbelsäule fast alle möglichen Prognosen. Sollte sich wieder die Hälfte aus dem Zufall erklären, so blieben noch immer 250mal 4000, also eine Million Fälle, die einer Zufallsähnlichkeit die Wahrscheinlichkeit von einem Millionstel lassen.

Man erkennt daraus, wie vorhergesagt, daß wir dem schöpferischen Zufall gegenüber der Gesetzlichkeit, fast schon wie BEHRINGER, die zehn- bis hundertfache Wahrscheinlichkeit einräumen könnten, ohne daß wir an der Homologie der Wirbelsäule der Säuger zweifeln müßten.

Mit seinen Hilfskriterien hatte REMANE aber noch etwas anderes im Sinn. Man kann sie in Koinzidenz- und Antikoinzidenz-Kriterien gliedern. Bei steter Koinzidenz eines Merkmals in einer Verwandtschaftsgruppe werden auch „merkmalsarme" Merkmale homologisierbar, bei vereinzeltem und verstreutem Auftreten aber sicher nicht (wie etwa beim roten Kehlfleck von Rotkehlchen und Korallenfisch).

(4) Wie erinnerlich denkt man sich Typus und Bauplan aus den Synthesen solcher Homologien zusammengesetzt. Ich hatte das Thema schon im Zusammenhang mit GOETHES Morphologie zu referieren, und bei der Erörterung der offenen Fragen ist es jüngst nochmals aufgetaucht. Wir fanden, daß man die Vorstellung, man könne der Natur ein Prinzip zudenken, an das sie sich halten würde, heute konkret als Freiheitsgrade der Entwicklung fassen könnte.

In diesem Abschnitt geht es auch noch nicht darum, Homologie, Typus und Bauplan eine physische Erklärung zuzufügen. Das soll in Teil 10 geschehen. Hier ist noch der Prozeß des Erkennens zu behandeln und zu begründen, wie unsere kreatürliche Ausstattung zum Erkennen so komplexer Phänomene zu verstehen sei. Wir werden einer weiteren hierarchischen Struktur dieser Welt begegnen und unserer Einstellung zu derselben.

Mit einer scheinbaren Trivialität darf ich beginnen: Wenn wir einen Apfel in die Hand nehmen, dann erwarten wir, daß er von einem Apfelbaum stammt, daß er mit Birnen und Zwetschgen zu den Baumfrüchten gehört, zu Pflanzenfrüchten und überhaupt zu den Vegetabilien. Erfüllte er diese Erwartungen nicht, könnte es sich, wie das unsere von Analogien geleitete Sprache nahelegt, um einen Reichs- oder Adamsapfel handeln, in welche wir nicht hineinbeißen würden. Selbst die Bemühungen des Zukkerbäckers, einen Apfel aus Marzipan optisch täuschend ähnlich nachzuahmen, täuscht uns nur bis zu unserem ersten Griff nach ihm.

Die Trivialität des Beispiels mindert sich, wenn wir bemerken, daß wir in allen komplexen Gegenständen mit Genealogie solche hierarchischen Zusammenhänge erwarten: daß ein Bläuling zu den Schmetterlingen, Insekten, Gliedertieren (wenigstens „bugs" oder Krabbeltieren) und überhaupt zu den Tieren gehört; eine Radkappe am Straßenrand zu einem Rad, einem Auto, den Straßenfahrzeugen, Fahrzeugen und überhaupt zu den Artefakten unserer Technik.

Aber auch das, was nicht im strikten Sinne Genealogie aber doch Geschichte hat – Kiesel, Berg, Kontinent oder Sonne –, wird bald in Gesetzen des Werdens und Vergehens von Sedimenten, Gebirgen, Kontinentalschollen und Sonnen gedacht.

Was solchem Denken schon als Anlage zugrunde liegt, scheinen wir noch nicht zu wissen. Gewiß wird die Erfahrung dominieren, und dennoch mag jenes Ökonomieprinzip hierarchischen Denkens dahinter liegen, das uns Erfahrungen zutreffender deponieren und damit verläßlicher abrufen läßt. Beim Thema unseres Denkens in Ähnlichkeitsfeldern sind wir dem Gegenstand schon begegnet.

Nichts also ist naheliegender, als die Gesetzlichkeit der Freiheitsgrade in der Variation vergleichbarer Gegenstände zum Typischen zu kondensieren und zu bemerken, daß der Bauplan der Bläulinge die Baupläne der Schmetterlinge, diese die der Insekten, der Gliedertiere usw. zur Voraussetzung hat.

Und gar nicht trivial ist ein Umstand, der nochmals dahinter liegt: daß nämlich unser ganzes Theorien-System, das uns diese Welt erklären soll, von der Spitze der umfassendsten Theorien, bis zum Steinwurf, dem Bläuling oder dem Dom zu Sankt Stephan, die Gesetze nachverfolgt, die in der Geschichte dieser Welt schrittweise festgelegt wurden. Das ist aber Thema des folgenden Teils 10.

(5) Dem Wägeproblem sind wir auch schon begegnet; und zwar als einem Dilemma. Die „Numerischen Taxonomen" behaupteten, Merkmale solle man einfach messen, da das Homologisieren bestenfalls eine intuitionistische Kunstform sei. Die Intuitionisten wiesen nach, daß Messung erst nach der Homologisierung der Merkmale Sinn haben kann. Die Lösung ist hier anzuschließen.

Die Lösung des Problems, wie Merkmale zu gewichten sind, ist ebenso einfach, wie bislang noch nicht wahrgenommen: die Merkmale bestimmen ihre Gewichtungen wechselseitig selbst. Und das ist deshalb nicht leicht zu sehen, weil die Begründung der Lösung etwas tiefer liegt. Folgendes, einfaches Beispiel:

Vierfüßer, Tetrapoden, galt lange als taxonomischer Begriff. Und haben nicht auch so gut wie alle Vierfüßer vier Füße? Schon, aber die Fledermäuse haben anstelle zweier Beine Flügel, die Wale und Delphine nur mehr ein Paar Flossen, Schlangen und Blindwühlen überhaupt keine Extremitäten. Dennoch fühlt man, daß das alles zusammengehört, weil es sich geschlossen von sämtlichen Fischartigen unterscheidet. Ist also die Lunge gegenüber der Kieme das bessere Merkmal? Aber die Kaulquappen können nun, solange sie mit Kiemen atmen, keine Fische sein, die Lungenfische nicht zu den Tetrapoden zählen. Es geht also im Abwägen um das Optimieren einer Bestimmung, die keine Widersprüche und möglichst wenige Ausnahmen hat.

Natürlich weiß das der Systematiker, und es führt ja auch weiter zu jenem von den Intuitionisten schon beschworenen Fingerspitzengefühl.

Ein zur Definition verwendetes Merkmal, was ich rechnerisch zeigen kann, bestimmt den Prozentsatz der Ausnahmen der anderen Merkmale. In wechselseitigen Versuchen ergibt sich jene Optimierung.

Merkmale, die allein für eine Bestimmung genügen, sind selten, z. B. die Wirbelsäule der ausgereiften Wirbeltiere. Man nennt sie differentialdiagnostisch. Die allermeisten verwendbaren Merkmale sind selektiv, und man bevorzugt jene, die mit möglichst wenigen Ausnahmen am gewichtigsten sind. Bei Säugern ist es beispielsweise das Haar, das nur bei den großen Walen fehlt. Und dieser Vorgang zeigt nochmals, daß das Natürliche System der Organismen keine Erfindung der Taxonomen sein kann. Es ist eben ein System der Natur.

Tatsächlich gilt das Prinzip selektiver Bestimmung für alle komplexen Systeme, aus dem einfachen Grund, weil es unwahrscheinlich ist, daß alle Kennzeichen einer Gruppe von Gegenständen dieselben Gren-

zen haben. Das trifft auch für alle komplexen Artefakte, ob Abbild, Ausstellung oder Auto zu. Es ist wieder nur jene definitorische Logik unseres Sprachdenkens, die uns vorgaukelt auch dem Komplexen durch Schärfung von Definitionen nahe zu kommen. In Wahrheit bilden sich die Grenzen der Gruppen komplexer Gegenstände wie Landschaften ab, als Gebirge unterschiedlich scharfer Grenzen. Und es mag angebracht sein, wenigstens an dieser Stelle anzumerken, daß das Chinesische diesen Fehler nicht macht. Um einen solchen Begriff zu verdeutlichen, werden im Chinesischen nicht seine Grenzen verschärft, vielmehr wird durch Analogie weitere Farbe in die ohnedies schon farbige Mitte des Begriffes gesetzt.

Aber nochmals führt uns das Thema zurück zur Hermeneutik, zu einer wechselseitigen Erhellung innerhalb hierarchischer Zusammenhänge, denn kein taxonomischer Begriff könnte für sich alleine stehen.

Nun noch der hierarchische Hintergrund: Natürlich schlösse das Merkmal Wirbelsäule alle Säugetiere ein, aber eben auch alles von den Vögeln bis zu den Fischen. Das Merkmal differenziert also erst in nächsthöherer Instanz. Es weist die Säuger als Teil der Wirbeltiere aus. Und ebenso gibt es nur bei den Säugern Arten mit Hufen oder mit einziehbaren Krallen. Aber es gibt auch solche mit Flossen oder Flügeln. Diese Merkmale differenzieren erst in den nächstuntergeordneten Instanzen der Säugetiere, bei den Huftieren, Katzenartigen, Walen und Fledermäusen.

Dieses einfache Beispiel mag wieder trivial erscheinen, und zwar deshalb, weil wir uns schon längst an solche Bilder gewöhnt haben. Weniger trivial ist jedoch der Umstand, daß es im Kreise der komplexen Systeme keines gibt, das zu seiner begrifflichen Rechtfertigung nicht einer Zugehörigkeit zu einem Obersystem bedarf und das nicht selbst wieder aus Untersystemen zusammengesetzt wäre.

Und die Trivialität verliert sich ganz, wenn man erfaßt, warum das so ist. Es zeigt sich nämlich, daß die Entwicklung komplexer Systeme nicht dadurch geschieht, daß sich komplexe Systeme zu noch komplexeren zusammenfügen. Vielmehr entstehen sie aus einander gegenüberliegenden Bedingungen: als Einschübe zwischen den Bedingungen vorgegebener Subsysteme und einem nicht minder bereits vorgegebenen Ganzen. Wir haben auch dieses Thema bereits berührt. Zuletzt im Zusammenhang mit unseren von oben und unten wirkenden Ursachen-Vorstellungen, die wir bei ARISTOTELES besprachen. Aber auch diese Einsicht ist ein Vorgriff auf die Erklärungen, von denen noch die Rede sein wird (Teil 10).

(6) Die Asymmetrie der Begriffe Analogie und Homologie empfiehlt noch einen Nachtrag, der zwar nicht mehr viel Neues bringt, aber die Dominanz des Homologiebegriffes beleuchten soll.

In der Vereinfachung, die eine Rede über komplexe Dinge nahe legt, wurde empfohlen, die Analogie als Zufallsähnlichkeit der Homologie,

die seit RICHARD OWEN als eine Wesensähnlichkeit bestimmt wird, gegenüberzustellen. Tatsächlich kann aber Analogie nur unter der Voraussetzung bereits erkannter Homologie-Zusammenhänge bestimmt werden.

Um sicher zu sein, daß die Flügel der Vögel und Fledermäuse Analogien sind, muß man bereits eine Theorie von deren Stammbaum haben. Man muß annehmen können, daß die gemeinsamen Vorfahren, also ausgestorbene Reptilien-Arten, von denen fossile Dokumente existieren, keine Flügel besaßen. Das bedeutet, und das sagte ich schon, um eine Theorie von der Homologie kommt man nicht herum.

Zusammenfassend kommen wir auf eine Begründung der „Prinzipien der Morphologie" zurück, wie ich sie bereits in Teil 8 unter den offenen Fragen vorgeführt habe. In diesem Kapitel wollte ich verdeutlichen, daß schon unser ratiomorpher Apparat vorzüglich an diese Welt angepaßt ist (9.1), daß es unser spezifischer Sprachtypus ist und die aus ihm entstandene definitorische Logik, die von der wohladaptierten wechselseitigen Erhellung der Dinge ablenken (9.2), und daß es darum geht, auch diese, der komplexen Welt adaptierten Vorgänge aufzuklären (9.3).

Damit kann unser Verständnis organismischer Ordnung (9.4) durch die Lösung des (1) Homologieproblems und dessen (2) hierarchischer Struktur aufgeklärt und auf ein (3) Theorem der Wahrscheinlichkeit zurückgeführt werden. Daraus läßt sich die Formung (4) von Typen und Bauplänen begründen, die (5) Gewichtung taxonomischer Merkmale und letztlich auch der Umstand, daß (6) das Erkennen von Analogien das Erkennen der Homologien voraussetzt.

Die Wirkung dieser Erkenntnisse auf unser Menschenbild war zunächst noch in Entwicklung begriffen. Man erinnert sich, daß ich in diesem Teil, der von den 1960er Jahren ausgeht, um ein bis zwei Jahrzehnte vorzugreifen hatte, um den Erkennensprozeß vorweg zu begründen, bevor ich nun den Prozeß des Erklärens folgen lasse.

Eine breitere Wirkung sollte erst folgen. Was aber, retrospektiv gesehen, damals schon miterlebt werden konnte, war ein neues Wechselspiel zwischen einer allgemeinen Kultur- und der speziellen Evolutionstheorie. In der einen begann aus der Ökologie/Ökonomie-Debatte die Umweltproblematik populär zu werden. Der Mensch wurde nicht mehr als ein Wesen betrachtet, das sich die Erde untertan zu machen hat, sondern vielmehr als ein Glied der Biosphäre, das seine Verantwortung unzureichend wahrgenommen hat. Aus der Evolutionstheorie entstand die Evolutionäre Erkenntnislehre, die unsere angeborene Ausstattung vor unsere reflektive Vernunft setzte. Sie wurde ab den 70er Jahren auffallend.

Schon als wir uns angesichts der Abstammungslehre letztlich fragten, wie diese begründet werden könne, ohne sich ihrer Mechanismen einig zu sein, war auf diese Erkenntnisfragen vorzugreifen, auf die Ein-

sichten von HUME, KANT, HAECKEL, LORENZ und meinen Beitrag. Und es zeigt sich, daß unserem Vermögen, bei der Frage, wie denn unsere Erkenntnisfähigkeiten zu begründen sei, nur drei Lösungen zugänglich wären: eine transzendente nach PLATON, eine transzendentale nach KANT und eine evolutionäre nach LORENZ. Erstere sind der empirischen Forschung nicht zugänglich, letztere ist es.

Sollte aber, so fragten wir uns schon zu Beginn dieses Themas, Erkenntnis nicht aus Vernunft, sondern aus Anpassung begründet werden können? Im Falle eines Widerspruchs zwischen Vernunft und Erfahrung, so sagte man sich, sei der Erfahrung der Vorzug zu geben. In unserem Welt- und Menschenbild bereitete sich vor, was man heute eine naturalistische Wende nennt.

Teil 10
Systemtheorie des Erklärens

In der Chronologie meines Themas habe ich in Teil 9 auf Einsichten der 1970er und 80er Jahre vorgegriffen, um den Prozeß des Erkennens einmal vorweg zu begründen. Denn im Gegenüber von Erkennen und Erklären kommt es darauf an, Dinge begründet erkannt zu haben, bevor man sie zu erklären versucht. Nun, da es um das Erklären gehen muß, schließen wir wieder in den Sechzigern an.

Ich berichtete, daß jene offenen Fragen durchaus nicht in aller Munde waren. Im Gegenteil, diese irritierenden Dinge wurden in jenem trägen Fluß dahinströmender, vermeintlicher Selbstverständlichkeiten, den man den „main stream" der Wissenschaften nennt, von den Gewitzten verschwiegen, von den Gedankenlosen verdrängt oder tatsächlich vergessen. Keineswegs aber von allen. Eine Anzahl wacher Geister fühlte die Mängel und Widersprüche der damaligen Lehrbuchversionen.

10.1
Über kritische Betrachtungen

Als ich in den 1960er Jahren mit meinen systemtheoretischen Aufsätzen begann, war ich nicht besorgt, daß man mein Problem eventuell schon gelöst haben könnte. Das war auch gut so, denn, wie sich später herausstellte, es war nicht gelöst. Dennoch war es unwahrscheinlich, daß niemandem jene Mängel und Widersprüche aufgefallen waren. Was die Literatur enthielt, war eher eine Art kritischen Gefühls gegenüber dem unterschätzen Phänomen der Komplexität, erwachsen aus allen Ebenen in der Praxis vergleichender Anatomie. Dieses kritische Gefühl war bei mir, wie schon erzählt, durch PLATE geweckt, durch BETRALANFFY in unbestimmter Art gefördert, durch MARINELLI und MAINX enttäuscht und durch Schriftentzifferung versus Seziersaal aufgebaut worden. Die Wirkungen durch PAUL WEISS und KONRAD LORENZ schlossen erst in den 1970er Jahren an.

Kurz, ich begann mich umzusehen und fand bald, neben den vordarwinischen Perspektiven, wie jene von LAMARCK, ERASMUS DARWIN und CARL ERNST VON BAER, rund fünfzig Autoren, auf die ich mich als kritische Gewährsmänner beziehen konnte.

(1) Innere Ursachen der Evolution zu finden, war ein Thema, das die meisten dieser Autoren beschäftigte. Schon in den 1950er Jahren bezeichneten einige Gelehrte, darunter REMANE, BALTZER, NIKOLAI HARTMANN, ALFRED KÜHN, WADDINGTON und andere, unabhängig voneinander das Finden eines inneren Prinzips als das Zentralproblem der Biologie. Neben Mutabilität und Selektion durch das Milieu wurde irgendein drittes Prinzip gesucht.

Einmal meinte man, man müsse Mutationen eine Richtung zudenken können. STAMMER sprach von Automutationen, LIMA DE FARIA riet, die Gen-Wechselwirkungen zu bedenken, KOSSWIG aber meinte, daß deren Komplexität nicht aufzuklären sein werde.

Mehrere Autoren dachten dagegen an etwas, was man Autoselektion, innere Selektionsbedingungen, nennen könnte. Ganz ähnlich, wie ich vordem in meinen Essays von einer Korrelativen Selektion schrieb. Selbst die Repräsentanten der Synthetischen Theorie des Neodarwinismus vermuteten im Epigenesesystem der Gen-Wechselwirkungen bald eine unaufgedeckte, ordnende Komponente. Und wenn man bedenkt, daß STERN und SCHAEFFER die Wirkung einer Keimes-Selektion, WADDINGTON einer Archaetypus-Selektion, HALDANE einer Genotypus-Selektion und LANCELOT WHYTE einer Entwicklungs-Selektion erwarteten, wird man erstaunt sein, wie gering der Schritt in Wahrheit eigentlich ist, den wir noch zu gehen haben werden.

Auch der eine Generation zurückliegende DRIESCHsche Vitalismus mit ARISTOTELES Entelechie-Begriff, „sein Ziel in sich tragen", hatte noch Vertreter, tat aber die geringste Wirkung.

(2) Die Kontroverse über „wesentliche Strukturen" zog in den 1960er Jahren fast zwei Dutzend Autoren an. Man fühlte, daß da etwas nicht in Ordnung war. Hier aber geht es nun um die Erklärung von Wahrnehmungsprozessen. Wir kennen die Debatte aus der Serie der offenen Fragen, die letztlich in ein Dilemma führte. Und ich habe dargestellt, daß die Lösung in einer Aufklärung unserer erfahrungsbildenden Prozesse liegt.

Auf diesen Gedanken war man nicht gekommen und suchte aus dem suggestiven Rezept jener numerischen Taxonomie nach ähnlichen Formen der Vereinfachung. Ich führe das nicht weiter aus, weil sich die Versuche, diesen Prozeß des Erkennens durch den des Erklärens zu ersetzen, bis heute erhalten haben. Heute ist daraus eine Literaturgruppe geworden, in der man von „parsimony" redet und hofft, sich durch was auch immer an Vereinfachungen helfen zu können. Biologen wollten

Fakten erklären und waren an Erkenntnisprozessen nicht interessiert, und so blieb weiterhin in der Schwebe, welcherart Erkennensprozeß und welches Prinzip bis zur Merkmalsgewichtung dahinter steckte.

(3) Die Kontroverse um Komplexität war es, die mich besonders anging. Zudem war sie von der Wissenschaftskultur meiner Heimat, noch aus der KuK-Zeit, ausgegangen, von Paul Weiss, Ludwig von Bertalanffy und Arthur Köstler. Paul ging in die USA, Bertalanffy nach Kanada und Köstler schließlich nach England.

Daß durch fortgesetzte Zufallsänderungen und deren Auslese durch das Milieu komplexe Systeme erfolgreich zu adaptieren waren, erschien ganz unwahrscheinlich. Schon als sich der Neodarwinismus verbreitete, fragte man sich ja bereits, wie es kommen könne, daß durch eine Reihe von Zufällen die Pariser Akademie entstanden sei. Lancelot White ging bereits in den 1960er Jahren darauf ein und wurde von der Kritik schlecht behandelt. Durch die Aktivitäten von Bertalanffy, Weiss und Köstler entstanden in den 1970er Jahren mit Hilfe vieler Mitarbeiter Symposien. Es erschienen ganze Bände über Hierarchische Systeme: „Das Gespenst in der Maschine" und „Das neue Menschenbild". Sie wurden von niemandem weiter beachtet.

Die Wirkung des Ganzen war gering. Das Problem des Erkennens lief in die falsche Richtung, jenes über innere Selektion und die Adaptierbarkeit des Komplexen schien keine Erklärung zu bieten und auch keinen Zusammenhang mit der ebenso nicht begründeten Richtungshaftigkeit der Evolution.

(4) Systemtheorie. In dieser Dreiteilung von Erkennen, Adaptierbarkeit und Richtungshaftigkeit fand ich mich aber sehr wohl bestätigt. Das Erkennen begann ich aus unserer biologischen Ausstattung zu verstehen. Die Adaptierbarkeit des Komplexen und deren Zusammenhang mit Trends, Orthogenese und Ordnung konnte ich sehen, und die Systemtheorie bot mir den Zugang zu einer geschlossenen Erklärung. Mein Band „Die Ordnung des Lebendigen; Systembedingungen der Evolution" ging 1973 in Satz, erschien 1975, und Paul Weiss empfahl eine englische Ausgabe, die 1978 folgte.

Systemtheorie war damals schon in aller Munde. So gut wie alles war ein System. Das Wesentlichste an ihr hatte sich aber wenig verbreitet. Der allgemeine Trend blieb reduktionistisch. Dagegen war das, was sie im wesentlichen zu bieten hatte, ein dem Reduktionismus gegenüber erweitertes Konzept von Kausalität.

Man kann das aus der Einsicht beschreiben, daß im Komplexen Ursachen vernetzt sind, daß alle Wirkungen, über welche Wege auch immer, auf ihre eigenen Ursachen zurückwirken. Man kann nachweisen, daß komplexe Phänomene mindestens zwei Seiten von Ursachen haben, weil sie aus Einschüben zwischen Konstituenten und einem Milieu ent-

stehen und daß unsere Sinne uns veranlassen, viererlei Ursachenformen zu unterscheiden.

Einige Beispiele zu konkreten Fällen: Schnellere Beine verlangen ein kräftigeres Herz, eine tüchtigere Lunge und anderes mehr, was schnellere Beine erst erfolgreich macht. Eine differenziertere Retina verlangt einen verbesserten *Nervus opticus* und ein vergrößertes Sehfeld im Gehirn, was erst zusammen den Erfolg einer differenzierteren Retina ermöglicht. Das gilt auch schon für einfache Wechselbezüge. Physiologisch: beschleunigbarer Herzschlag verlangt steigerbare Atemfrequenz, was erst die Beschleunigung des Herzschlages zum Nutzen fördern kann. Ökologisch: Zunahme der Füchse dezimiert die Hasen, was wiederum die Füchse dezimiert und die Hasenpopulation wieder zunehmen läßt. In Artefakten: Die Münze, in den Automaten gesteckt, bestimmt das ausgegebene Produkt und diese Produkte bestimmen rücklaufend wieder den Wert der einzuwerfenden Münze.

Man wird auch zugeben, daß die Energieproduktion aus dem Stoffwechsel, der einem Organismus ein kräftigeres Herz bauen kann, etwas anderes ist als die Jagdbedingungen, die den Zweck vorgeben und daß die Muskelfasern, die es aufbauen, etwas anderes sind als die Formen seiner Binnenräume und Klappen, welche das Herz funktionieren lassen.

Aus einer solchen Einsicht in Wechselzusammenhänge ist nun eine geschlossene Theorie darzustellen, welche die in Teil 8 versammelten offenen Fragen zu beantworten hat. Im Ganzen hat sie dreierlei zur erklären: die Adaptierbarkeit des Komplexen in der Evolution, die ihr widerlaufenden Konsequenzen und daraus die Fixierungen, Baupläne und die Ordnung des Natürlichen Systems.

10.2 Systemtheorie der Adaptierbarkeit

(1) Schon am Beginn der offenen Fragen wurde deutlich, daß Komplexes selbst, muß es durch eine Auswahl von Zufallsänderungen adaptiert werden, der Bauanleitung einer eigenen und wahrscheinlich hierarchischen Struktur bedarf.

Das zeigt schon Sprache und Schrift. Die Buchstabenfolge: *„nnderoffenenfragenwurdedeutlichdaßkomplexesselbstmußesdurcheineauswahlvonzufallsänd“* ist schwer zu lesen, wiewohl es sich um einen Ausschnitt des obigen Absatzes handelt. Dabei fehlen lediglich Spacien, Großschreibung und Interpunktion. Das Entstehen der Pariser Akademie durch die Auswahl einer Reihe von Zufällen aus einem Teich von Amöben ist ebenso unwahrscheinlich, wie das Beispiel von Arthur Köstler, daß der Affe an der Schreibmaschine mit beliebigen Wiederholungen ein Sonett zuwege brächte.

(2) Mein Modell der Adaptierbarkeit des Komplexen läuft auf eine Evolution der Evolutionsmechanismen hinaus. Es geht mit der Wahrnehmung zweiseitiger oder rekursiver Kausalität um die Wahrscheinlichkeit oder Geschwindigkeit der Adaptierung, um welche ja, Art gegen Art, konkurriert wird.

Der einfachste Fall besteht in der Frage, was geschieht, wenn zwei, zunächst voneinander funktionell unabhängige Phäne in eine Funktionsabhängigkeit geführt werden. Derlei ist schon bei der Bildung der meisten Gelenke gegeben, und diese lassen sich auch phylogenetisch und embryologisch verfolgen.

Bei den urtümlichen Fischen des Devon beispielsweise liegen die Knorpelstücke, welche die paarigen Flossen stützen, noch lose hintereinander. Diese Teile müssen auch in ihren Merkmalen, wie Länge und Breite, getrennt kodiert gewesen sein, weil sie die Flosse bei manchen Arten zu stielförmigen Paddeln formen, bei anderen zu gedrungenen Steuerflächen. Aus zwei Knorpeln dieser Reihen ist unser Kniegelenk geworden. Verfolgen wir nun die Adaptierungswahrscheinlichkeit beim Entstehen einer wechselseitigen Funktionsabhängigkeit.

Das führt uns nochmals zu Mutationsraten und Mutationserfolg. Mutationsraten geben die Wahrscheinlichkeit an, mit welcher ein Genort pro Reproduktionsschritt eines Individuums von einer mutativen Änderung getroffen wird. Die Werte liegen zwischen 10^{-6} und 10^{-9}, also in einem von einer bis tausend Millionen Fällen. Die Erfolgswahrscheinlichkeit einer Mutation, eine nützliche Veränderung zu setzen, hängt von deren Möglichkeiten ab. Sie mag zwischen 10^{-1} und 10^{-2} liegen, also in jedem zehnten bis hundertsten Fall Erfolg bringen.

Nachdem mein Argument auf dem Entstehen großer Unwahrscheinlichkeiten beruht, muß man hier großzügig sein. Nehmen wir eine Mutationsrate von 10^{-5} und die Chance, das rechte zu machen, mit 10^{-1} an, so betrüge die Erfolgswahrscheinlichkeit für die Adaptierung eines Genortes und damit des Phäns, für welches er kodiert, 10^{-6}. Das scheint nicht sehr viel, aber in einer Population von 10^{6}, das wäre nur eine Million Individuen, würde sich die Verbesserung in jeder Generation einmal ereignen, was einer passablen Adaptierungsgeschwindigkeit entspricht.

Was nun, wenn der Funktionszusammenhang zwischen zweien jener Teile zu einem Gelenk entsteht? Dann bringt nur deren gleichzeitige und gleichsinnige Änderung Erfolg. Wenn der Gelenkskopf verbreitert wird, die Pfanne aber nicht oder dagegen vertieft, führt das zu Mißerfolg. Freilich kann der Fall eintreten, daß beide Genorte gleichzeitig und gleichsinnig verändert werden. Das hatten wir schon. Die Erfolgswahrscheinlichkeit dafür sinkt aber $(10^{-6}\times10^{-6})$ auf 10^{-12}. Für unsere Population bedeutet das, daß sie eine Million Generationen lang auf das Ereignis zu warten hätte.

Nun steckt das Genom voller Regulatorgene. Deren Funktionen kennen wir schon von dem geschilderten „lac operon". Bereits in den

1970er Jahren kannte man verschiedene Formen von Regulationssystemen und nahm an, daß sie in der stammesgeschichtlichen Erweiterung des Genoms rascher zugenommen haben als die Strukturgene. Nur wie sie entstehen und zu Erfolg kommen, wußte man nicht und meinte, dies auch aus Zufallsmechanismen nicht entschlüsseln zu können.

Wie sie entstehen, ist auch heute noch nicht ganz geklärt. Man vermutet, daß ein Gen durch Mutationen Moleküle ausschüttet, die als Regulatormoleküle andere Genorte zum Ablesen öffnen oder schließen, und daß weitere Mutationen die Regulatormoleküle ändern, so daß sich die Auswahl jener Strukturgene, die von ihnen zur Ablesung geöffnet oder geschlossen werden, ebenso ändert. Für meine Lösung einer Adaptierbarkeit des Komplexen ist die Form der Entstehung auch nicht so wichtig.

Entscheidend ist dagegen die Frage, wie Regulationssysteme zu Erfolg kommen und sich durch diesen Erfolg ihn erhalten. Es genügt nun tatsächlich die Annahme, daß der Zufall, der mutativ ebenfalls mit Regulatoren experimentieren sollte, auch einmal solche Genorte verknüpft, die für Phäne kodieren, die dadurch in Funktionsabhängigkeit gelangen können. In unserem einfachsten Beispiel beträfe das Gelenkkopf und Gelenkpfanne. Es genügte dann die Mutation des Regulators, um beide gleichsinnig zu ändern, sie etwa durch längere Ablesezeit zu vergrößern oder ähnliches. Es muß zur Adaptierung des Zusammenhangs also nur mehr der Regulator geändert werden. Und wenn wir auch ihm jene Erfolgswahrscheinlichkeit von 10^{-6} zudenken, stiege die Adaptierungswahrscheinlichkeit von 10^{-12} auf 10^{-6}, also um das Millionenfache. Selbst, wenn man die Änderungschance des Regulators als tausendmal unwahrscheinlicher annähme, wäre die Chance oder Geschwindigkeit der Adaptierung des Gelenkes noch immer hundertfach größer als ohne ihn.

(3) Damals gab es auch bereits gute Gründe für die Annahme, daß sich solche Regulationssysteme zu einer Hierarchie von Zusammenhängen aufbauen. Einige solcher Formen konnten nachgewiesen werden. Und schon das simple Modell, das ich erwähnte, lädt zu der Annahme ein, daß solcherart Regulatorsysteme sich über bereits vorhandene aufbauen und Gene schrittweise zu größeren Einheiten und somit entsprechend zu weiteren Funktionszusammenhängen im Phänbereich zusammenführen.

Das läßt erwarten, daß sich alle durch den Zufall verbundenen Genorte, die für funktionsabhängige Phäne kodieren, in den Populationen durchsetzen werden, jene aber, die der Adaptierung im Wege sind, als letale oder subvitale Mutanten wieder ausgeschieden werden.

10.3 Die Adaptierung des Komplexen

Die Adaptierbarkeit des Differenzierten bedarf selbst differenzierter Anleitungen. Ich halte mich mit den folgenden Dokumenten an die „Buchhaltung" der dargestellten offenen Fragen innerer Abstimmung (Kapitel 8.2) und versuche, die gemeinsame Lösung anzubieten.

(1) *Systemmutanten* bilden die auffallendsten Dokumente dafür, daß ein übergeordnetes Regulatorsystem in der Lage ist, die ganze Hundertschaft der für die Herstellung eines komplexen Organs erforderlichen Strukturgene, und eben keine anderen, zu aktivieren. Das läßt eine ganze Kaskade, die Entstehung einer Hierarchie von Genkopplungen erwarten, die im Laufe der Phylogenie entwickelt wurde. Am Beispiel des *Drosophila*-Beines begänne diese Kaskade etwa mit der Entwicklung der ersten gegliederten Extremitäten – eben der Arthropoden. Bei ungestörter Entwicklung bleiben die Entstehungshintergründe unsichtbar, bei Systemmutanten dagegen, die durch einen mutativen Fehler im Keimmaterial entstehen, treten sie zu Tage.

Diesen Zusammenhang von hunderten, richtigen Genorten zu bilden, ist für den reinen Zufall eine Unmöglichkeit. Es müssen – nach meinem Gelenkmodell – die genetischen Einheiten im Laufe der Phylogenie der *Drosophila* schrittweise zusammengefügt worden sein.

(2) *Heteromorphosen* zeigen uns dasselbe und geben uns zusätzlich die Einsicht, daß derlei übergeordnete Regulatoren nicht nur im Keimplasma vorliegen, sondern auch den Somazellen weitergegeben werden. Ein entsprechender, mutativer Fehler in einer Regenerationsknospe zeigt das auf.

Und wieder sind es Hunderte von richtig abgerufenen Strukturgenen, die an ganz falscher Stelle ein in sich richtig gebautes Organ herstellen. Und auch dieses komplexe System kann nur schrittweise und im Zuge der Evolution den funktionellen Zusammenhängen nachgebaut worden sein.

(3) *Phänokopien* sind, wie erinnerlich, mutative Änderungen komplexer Bauteile, die experimentell durch Störungen im Entwicklungsablauf ausgelöst werden können. Die sensiblen Phasen, in welchen die Fehler appliziert werden können, deuten die Reihenfolge der gestaffelten genetischen Systeme an, so wie sie schrittweise hintereinander eingeschaltet werden.

Ich sagte schon, daß Phänokopie keine glückliche Bezeichnung ist, aber einen realen Sachverhalt bezeichnet, der in der Wissenschaft immer wichtiger wurde. Heute ist der Begriff aus der Literatur verschwun-

den, denn Eingriffe in den Entwicklungsablauf sind zur Grundlage fast der ganzen experimentellen Ontogenetik geworden. Neuerdings spricht man von Kaskaden epigenetischer Steuerungen.

Jedoch nur im Zusammenhang mit dem schrittweisen genetischen Nachbau immer umfangreicherer Funktionskomplexe von Phänen kann das daraus gut verstanden werden.

(4) *Regeneration,* wie sie im Regelfall erfolgreich verläuft, ist uns so vertraut, daß wir uns über die Spezifität der zugrunde liegenden Anleitungen kaum mehr verwundern. Tatsächlich steckt aber schon bei der Heilung einer Hautabschürfung ein Programm dahinter, das ganz spezifisch an dieser Stelle alle zehn Hautschichten, und eben nichts anderes, wieder herstellt. Wie komplex muß das erst bei der Regeneration der Hand eines Frosches oder des Schwanzes einer Eidechse sein. Es ist offensichtlich so komplex, daß Vögel und Säuger nur mehr wenige Strukturen zu regenerieren vermögen.

Wir erfahren daraus, daß bei Regenerationsprozessen, im Gegensatz zur Fehlschaltung bei Heteromorphosen, im Regelfall eine Hautabschürfung durch die erforderlichen Hautschichten ersetzt wird und eine eingebüßte Froschhand oder ein Eidechsenschwanz eben als Froschhand bzw. als Eidechsenschwanz regeneriert. Das Einschalten dieser komplexen Regenerationsprogramme wird also durch die umgebenden Gewebe gesteuert. Diese Umgebung weiß gewissermaßen, was am Ort ausgelöst werden muß.

Wir müssen daher annehmen, und können dies auch nur so verstehen, daß den Regulatorsystemen, die den Aufbau so komplexer Organe steuern, noch ein weiteres Auslösesystem aus seiner speziellen, zelligen Umgebung übergeordnet ist. Im Zusammenhang mit dem Induktions-Phänomen werden wir dazu weitere Einsicht gewinnen.

(5) *Cartesische Transformation* zeigt phylogenetischen Wandel in völlig harmonischer Verschiebung von Proportionen. Wir nehmen an, daß nur diese Erfolg haben. Aber die Erfolgschance des Zufalls nimmt mit steigender Anzahl der beteiligten Bauteile, wie etwa bei den Knochen der Säugerschädel, steil ab. Es muß weiterhin mit Programmen gerechnet werden, welche zwischen jenen Bauteilen vermitteln.

Und auch diese Koordination zwischen an sich schon komplexen Bauanleitungen kann wieder nur schrittweise den funktionellen Erfolgsmustern nachgebaut worden sein.

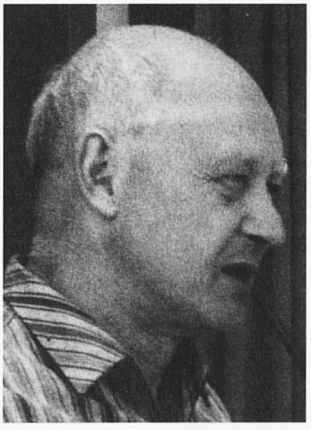
(6) *Synorganisation* und *Ko-Adaptation* zeigen das Gleiche im Detail. Im einfachen Fall stellen sich Pfanne und Kopf aller Gelenke genau aufeinander ein, im komplizierten Fall strecken sich alle Teile des Giraffenhalses – Wirbel, Bänder, Muskel, Gefäße, Nerven und Rückenmark – gemeinsam. Man mag an sehr kleine mutative Änderungen jedes der

Teile denken, die nicht stören. Worin aber läge dann ihr Selektionsvorteil, der sie erhält? Es kann auch an zufällige Koinzidenzen von Mutanten funktionsverbundener Phäne gedacht werden. Diese werden aber, wie wir schon wissen, schnell ganz unwahrscheinlich.

Es ist darum ein koordinierendes Prinzip einander hierarchisch übergeordneter Regulationen zu postulieren, das Gensysteme, die für funktionsabhängige Phäne kodieren, durchsetzt.

(7) *Homöosis* kennen wir als einen Begriff, der für alle bereits genannten Anleitungen innerer Abstimmungen steht. Aus den bisherigen Beispielen wird ersichtlich, daß es diese geben muß und nun auch geben kann.

Im ganzen ist darum zu erwarten, daß sich im Laufe der Phylogenie der Organismen, von den einfachsten funktionellen Interdependenzen bis zur Harmonisierung des ganzen Organismus, stets jene Gen-Zusammenhänge durchgesetzt haben, welche für Funktionszusammenhänge innerer Abstimmungen kodieren. Das epigenetische System der Gen-Wechselwirkungen wird spezifisch für jeden Ast und Zweig des Stammbaumes, für jeden Typus also, seine eigene Form angenommen haben. Es wird der Geschichte der Funktionen der Phäne nachgebaut sein. Was WADDINGTON bereits seherisch einen Epigenotypus nannte, erweist sich als ein Immitatorischer Epigenotypus.



Conrad Waddington

10.4 Die Erhaltung alter Muster

Nochmals erinnern wir uns der Stelle in DARWINS Pangenesis-Theorie, wo er vom spontanen Atavismus sagte: „*Dieses Prinzip des Rückschlages ist das wunderbarste von allen Eigentümlichkeiten der Vererbung*" Wie sehr kann man das heute nur bestätigen. Ich gehe wieder den offenen Fragen aus Kapitel 8 nach und gelange nun zu den alten Mustern, um zu versuchen, aus derselben Theorie eine gemeinsame Erklärung anzubieten.

(8) *Atavismen* kennen wir als stetig wiederkehrende, offenbar funktionslos gewordene Bauteile. Der Wurmfortsatz unseres Blinddarms war ein Beispiel. Man kann als Grundlage seiner Erhaltung, trotz der Störungen, die er häufig verursacht, eine Funktion in der Embryonalentwicklung zudenken.

Dennoch muß ein genetisches Programm dahinter liegen, das ihn aufgrund seiner früheren Funktionen im Verdauungstrakt und trotz seiner Störungen immer wieder aufbaut.

(9) *Spontane Atavismen* machen das Vorhandensein grundlegender genetischer Programme noch ungleich deutlicher. Ich hatte als Beispiel das Auftreten der dreizehigen Mutanten beim Pferd mit einem Volkswagen verglichen, der mit Steinzeiträdern aus der Werkstatt läuft. Spontane Atavismen – ob beim bepelzten oder geschwänzten Kind, bei überzähligen Brustwarzenhöfen oder Halsfisteln – zeigen uns, daß die betroffenen Merkmale die Phylogenie unseres Stammes durchlaufen. Das dokumentiert dreierlei und erklärt sich geschlossen aus meiner Systemtheorie:

Erstens schlummern hinter den Anleitungen zur rezenten Ausstattung der Organismen solche die für die Ausfertigung früher durchlaufener Ausstattungen erforderlich waren. Nach meiner Theorie müssen wir uns solcherart schlummernde Anleitungen selbst als Komplex vorstellen und erwarten, daß sie zur Grundlage der späteren Programme wurden. Denn es liegt auf der Hand, daß es für mutative Zufälle so gut wie unmöglich ist, das einzehige Pferd frei zu „erfinden". Die größte Erfolgschance muß der mutative Zufall dann haben, wenn er die gegebene Anleitung zum dreizehigen Bau schrittweise in die einzehige Form hinüberführt.

Zweitens bildet sich wieder ein Superoperator ab, nun ein schlummernder, der noch immer alles, was zur Herstellung eines dreizehigen Fußes erforderlich ist, gemeinsam abrufen kann.

Und drittens erfahren wir, daß ein einziger Fehler innerhalb der Abfolge genetischer Anleitungen genügt, um die Weiterschaltung auf das Folgeprogramm nicht durchzuführen.

(10) *Induktion* kennen wir als jene Phänomene, in welchen phylogenetisch ältere Blasteme, also embryonale Gewebe, den nachfolgenden induzieren, was sie zu fertigen haben. Wir haben nun die dynamische Seite dessen vor uns, was uns die spontanen Atavismen schon vorgeführt haben.

Zweifellos handelt es sich um genetisch verankerte Anleitungen in bereits hoher Komplexitätsebene, von welchen einige so alt sein müssen wie die großen Tierstämme, also rund eine halbe Milliarde Jahre. Man wußte bereits, daß es Moleküle sind, die vom Induktor-Blastem ausgeschüttet und vom Empfänger-Blastem verstanden werden. Im bereits zuvor verwendeten Beispiel gelangen solche Moleküle von der *Chorda* zur Rückenmuskulatur, von dieser zur Wirbelbildung und weiter zu den Spinalganglien aus dem Rückenmark heraus. Die Embryonalentwicklung zu existenzfähigen Wirbeltieren hängt immer von dieser Kette ab. Jeder Fehler führte zur Katastrophe und würde, noch bevor der Organismus das selektierende Milieu erreichte, ausgesondert.

Diese genetischen Anleitungen in komplexer Ebene sind in erster Linie wieder dem Bauplan nachgebildet und erst in zweiter Linie der Fitneß im Milieu. Es ist nun leicht zu verstehen, warum die Stammbäume eine Richtung nehmen, warum KARL ERNST VON BAER auf die geringe Zahl von Entwicklungstypen verweisen konnte, und warum dies DARWINS Interesse an der Milieuselektion nicht beschäftigte.

(11) Abläufe der *Rudimentation* komplexer Organe, wie beim Abbau des Auges bei Höhlenfischen (mein Beispiel aus dem Kapitel der offenen Fragen), sehen so aus, als ob sie der Induktionskette, die das Auge baut, entgegenliefen.

Nun wird auch das verständlich. Es ist aufgrund der Hierarchie der genetischen Aufbauanleitungen für die Bildung des Augenstiels bis hin zum Augenbulbus sehr wahrscheinlich, daß das Abschneiden der Kette an ihrer Basis weiterreichende Störungen mit sich bringt, und zwar deshalb, weil sich die Kette der Induktionen wahrscheinlich bereits hier verzweigt. Daher schaltet das Unterbrechen der Anleitungskaskade an der Basis wahrscheinlich nicht nur die Bildung des Auges ab, sondern vermutlich auch andere, weiterhin notwendige Phäne.

(12) *HAECKELS Gesetz* ist, wie ich schon sagte, in solchem Maße zur Kenntnis genommen worden, daß es sich zu den biologischen Selbstverständlichkeiten wandelte. Daher hat man vielleicht überhaupt nicht bemerkt, daß es gar keinen Grund dafür angibt, warum die Phylogenie die Ontogenie wiederholen sollte. Argumente wie: „Das hat sich eben „so ergeben." oder „Jede Phylogenie besteht ja aus vielen ontogenetischen Abläufen" bieten noch keine Begründung.

Das können wir nun anders sehen. Faßt man aus dem Aufbau des Epigenetischen Systems allein die Unersetzbarkeit der frühen phyloge-

netischen „Departements" und die Unvermeidlichkeit der uralten Induktionsabläufe zusammen, dann ist wohl zu erkennen, daß kein lebensfähiger Organismus entstehen könnte, wenn die seiner Phylogenie nachgebauten Aufbauanleitungen nicht den Hauptbedingungen seines Bauplans, seines Typus, ontogenetisch seinem Epigenotypus, folgen würden.

Zusammenfassend wird man sich erinnern, daß eines schon am Beginn der Bearbeitung der offenen Fragen deutlich wurde. Wenn Komplexes nur durch eine Auswahl von Zufallsänderungen adaptiert werden kann, bedarf die Bauanleitung selbst einer eigenen und wahrscheinlich hierarchischen Struktur. Für die sieben Gruppen von Phänomenen (10.3) der „Adaptierung des Komplexen" fanden sich morphologische Dokumente, die den hierarchischen Aufbau höherer genetischer Systeme voraussetzen, welche den Funktionszusammenhängen jener Phäne entsprechen, für welche sie kodieren – einen „imitatorischen Genotypus".

Im Zusammenhang mit (10.4) der „Erhaltung alter Muster" fanden sich dafür weitere Belege. Sie boten zudem aber noch deutlichere Hinweise darauf, daß jener Mechanismus, der die Adaptierbarkeit auch der komplexen Systeme ermöglicht, gleichzeitig Konsequenzen für das Gegenteil haben wird, nämlich für eine Beschränkung der Richtungen der möglichen Adaptierung – ein „imitatorischer Archigenotypus."

Diese Umkehrung der Adaptierbarkeit sei nun aus systemtheoretischer Sicht näher betrachtet.

10.5
Die zwei Seiten der Medaille

Bis zu dieser Stelle meiner Betrachtungen sind mir Kollegen aus dem Biologenkreis gefolgt. Man kann noch von Fakten sprechen. Sobald aber die Konsequenzen dieser Beziehung zwischen Gensystemen und Phänfunktionen klarzustellen sind, treten zwei ungewohnte Perspektiven auf. Es sind nun zwei kognitive Aufgaben zu vollziehen, um die zwei Seiten der Medaille in sein Weltbild aufzunehmen.

Die erste Aufgabe ist die schwierigere. In ihr geht es um die Akzeptanz des Vorliegens rückgekoppelter Kausalität oder „feedback-causality". Die zweite ist leichter nachzuvollziehen, setzt aber im Grunde die Verarbeitung der ersten Aufgabe voraus.

(1) *Phän-Funktionen und Genom:* Wir nähern uns den wesentlichen Konsequenzen der systemtheoretischen Betrachtung. Sehen wir uns also nochmals sorgfältig um: Alle dargelegten Dokumente zwangen dazu, anzunehmen, daß eine ganze Hierarchie genetisch zunehmend größerer Einheiten entstanden sein muß, die jeweils für immer umfangreichere, funktionell interdependente Einheiten von Phänen kodieren. Das habe ich mit einer Theorie erklärt, die davon ausgeht, daß der mutative Zu-

fall immer wieder Strukturgene unter gemeinsame Regulation stellt und daß zudem solche Einheiten zu noch umfassenderen Regulatorsystemen zusammengeführt werden. Sollte das zutreffen, wofür auch die rasche Zunahme von Regulatorgenen im Keimmaterial der höheren Organismen spricht, dann taucht eine ungewohnte Konsequenz auf.

Wenn es nämlich zu erwarten ist, daß jene Gen-Kopplungen, die zufällig für funktionsverbundene Phäne kodieren, notwendigerweise die Chance und die Geschwindigkeit der Adaptierung erhöhen, alle anderen aber nicht oder dies sogar behindern, dann muß sich mit der Zeit ein Epigenesemuster entwickeln, das den Mustern der Funktionseinheiten der Phäne entspricht, diese imitiert – imitatorische Genotypen und Archigenotypen.

(2) *Gen-Phän-Wechselwirkungen:* Daraus folgt, daß nun nicht nur Gene auf Phäne wirken, sondern, wenn auch in ganz anderer Weise, die Phäne auf die Gene, genauer: auf die Strukturierung des epigenetischen Systems.

Wir besitzen gute Gründe anzunehmen, daß der gesamte Transfer der Instruktionen vom Gen- zum Phänbereich chemisch kodiert ist. Freilich gibt es noch große Lücken. So wissen wir beispielsweise noch nicht genau, was nach der Herstellung der Proteine und der ersten Gen-Wechselwirkungen tatsächlich alles geschieht. Weiter im Komplexen kennt man die Erscheinungen der Induktion, dann Variationen (etwa der Schädelnähte), welche die Anthropologen als epigenetisch beschreiben, und solche Vorgaben, die Embryonen zappeln machen, Kleinkinder zum Aufrichten und zum Laufen streben lassen. Auch deren Programme sind unbekannt. Dennoch ist gegen das Paradigma nicht viel einzuwenden.

Wie aber soll man den Transfer von Information nennen, der, wie dokumentiert, Gensysteme zu Äquivalenten von Funktionszusammenhängen im Phänbereich führt? Zweifellos handelt es sich um Selektion, und zwar um eine Selektion auf Anpassungsgeschwindigkeit. Nichts wird da chemisch kodiert. Es ist ein Zufallsmechanismus. Ich habe das ein „stochastisches Prinzip" genannt, um sicherzustellen, daß man diesen Zufallsprozeß nicht mit Planung oder Entelechie verwechselt.

Vielleicht sollte man von einer „imitatorischen Rückkopplungs-Kausalität" sprechen. Das aber sind alles nur Worte, entscheidend ist, daß auch die Phäne auf die Gene wirken.

(3) Zweifel und Bedenken waren die Folge der Wahrnehmung dieser Konsequenz. Eine von vielen persönlichen Erfahrungen mag zur Illustration genügen. Ernst Mayr, von dessen Bedeutung ich schon berichtete, damals wie Paul Weiss ein väterlicher Freund, schrieb mir bei Erhalt meiner „Ordnung des Lebendigen" einen mehrseitigen Glückwunsch, in dem er äußerte, daß künftig kein evolutionsbiologisches Werk daran würde vorbeigehen können. Als er aber die Konsequenz be-

merkte, hat auch er den Band nie mehr erwähnt und als ich bei einer Begegnung Jahre später einzulenken suchte, bekam er einen roten Kopf: „*Das Genom* (er sagte *blueprint*) *macht alles*", erklärte er, „*und damit basta!*" *Das* war so falsch ja auch nicht. Das gesamte Thema jedoch war endgültig vom Tisch.

Aber selbst in jüngster Zeit haben sich Genetiker von Bedeutung, mit denen ich eng befreundet bin und die mich in aller Hinsicht schätzen, von dieser Konsequenz zurückgezogen. Ich denke, daß der Leser das wissen sollte, um gewappnet zu sein. Wogegen? Entweder vor dem Unsinn, den ich produziere oder vor der Erstarrung in unserem reduktionistisch-monokausalen Weltbild. Dort liegt in Wahrheit das Problem. Und mit diesem hatte ich mich von nun an zu befassen.

Ich denke aber, mich in guter Gesellschaft zu befinden. ERWIN SCHRÖDINDER schrieb in der dritten Auflage von „Was ist Leben?": „*Meinem Begriff ‚Negentropie' begegneten meine Kollegen Physiker mit Zweifel und Bedenken, obwohl es gerade der Gegenstand ist um den sich* BOLTZMANNS *Argument drehte.*" In meinem Fall ist es gerade der Gegenstand in der Pangenesis-Theorie, um den sich DARWINS Argument drehte.

Sollte dies alles lamentös geklungen haben, so will ich es sofort korrigieren. Die Hundertschaft an Rezensionen, die mir die Verlage der deutschen und der englischen Ausgaben in den 1970er Jahren sammelten, war fast ausschließlich überrascht-positiv bis sehr positiv, und manchmal wurde auch der springende Punkt verstanden. Nur der Zunft blieb die Sache zu heikel.

(4) „Lamarckismus durch die Hintertür" lautete der Verdacht meiner molekularbiologischen Kollegen, und er genügte, sich mit der Sache nicht weiter zu befassen. Nur die Akademie in Moskau, dem Lamarckismus doch noch nahe, zeigte sich über diesen molekularen Idealismus, also Wirkungen von unten und oben, angezogen. Und am freudigsten äußerten sich die ostdeutschen Philosophen. Sie hofften mit solcherart zweiseitiger Kausalität den ihnen abverlangten dialektischen Materialismus in eine moderne Theorie überführen zu können.

Nun hat mein Konzept mit Lamarckismus nichts zu tun. Fast, wenn es derlei geben sollte, ist es sein Gegenteil. Es führt in Fixierungen, die mit den Bedürfnissen einer Kreatur nichts und mit den Anforderungen des Milieus erst in letzter Linie zu tun haben. Die kommenden Abschnitte werden dies belegen.

Das war das schwierigere Problem. Das zweite läßt sich vielleicht leichter nachvollziehen: Es geht um die zweite Seite der Medaille.

(5) „Die beiden blinden Spieler" nehme ich als Parabel, um aus der Konsequenz der ersten Seite der Medaille in die zweite einzuführen:

Zwei blinde Spieler, *Archaios* und *Neos,* spielen vor dem König. Jeder hat zunächst zwei verschiedenfarbige Würfel. Der König honoriert, Wurf

für Wurf, sagen wir: die Doppel-Sechs. Mit den Würfeln darf alles, aber eben nur blind geschehen, und der König teilt den Spielern Erfolg und Mißerfolg mit.

Die beiden Spieler stehen für blinde Konkurrenz um Anpassungsgeschwindigkeit, die Würfel für Gensysteme, die für funktionsabhängige Phäne kodieren, ihre Anzahl für Komplexität, die Würfe für Generationen, der König für Selektion durch das Milieu.

Beide Spieler werden durchschnittlich in jedem 36ten Fall Erfolg haben. *Archaios* bleibt bei dieser Erfolgsaussicht. *Neos* dagegen, als er erfährt, daß er Erfolg hatte, klebt seine Würfel zusammen. Er wird fast jedes vierte Mal Erfolg haben, und wenn wir uns seine Würfelgruppe wieder würfelig denken, jedes sechste Mal.

Nun setzt der König das Spiel fort. Er gibt schrittweise vier bis acht Würfel und honoriert die Vierfach-Sechs. Nimmt *Neos* jede Gelegenheit wahr, die Erfolgspositionen zu erhalten, werden seine Erfolgschancen auch bei acht Würfeln wieder an 1/6 herankommen. Bei *Archaios* sinken die Chancen schon bei vier Würfeln auf $(1/6)^4$, bei acht auf $(1/6)^8$, auf 1/1296 und 1/1679616, jeweils weniger als ein Tausendstel und ein Millionstel. Das ist die erste Seite der Medaille.

Nun folgt die zweite Seite: Der König ändert, ohne das mitzuteilen, die Spielregel. Schon am Beginn des Spiels honoriert er die rot-sechs/gelb-zwei. *Archaios* wird weiterhin in einem von 36 Fällen Erfolg haben, *Neos* dagegen nie mehr, es sei denn er vermag die Würfel wieder blind voneinander zu lösen. Aber schon bei vier und acht Würfeln, wo *Archaios* immer noch eine Erfolgschance von knapp einem Tausendstel und einem Millionstel hat, für Mutationen also eine noch ganz passable Erfolgschance, wird *Neos* bei zunehmender Anzahl von Würfeln in unlösbare Schwierigkeiten geraten. Er wird, so sehr er zunächst *Archaios* überrannt hat, „aussterben" oder mit der Konstellation seiner Würfel die Spielregeln eines anderen Königs, eines passenden Milieus, finden müssen.

Das soll dreierlei zeigen. Erstens: *Archaios* steht für ein unspezialisiertes Epigenesesystem, einen Universalisten, *Neos* für ein differenziertes, imitatorisches Epigenesesystem, grob gesagt: eines erfolgreichen Spezialisten.

Zweitens: Es gibt die Möglichkeit, den Zufall, geschieht er in kleinen Schritten, in eine Falle zu führen, und zwar durch zufällig erhöhte Erhaltungs- oder Adaptierungsbedingungen. Es wird aber zunehmend unwahrscheinlich, komplexe Zusammenhänge in einem Schritt durch den Zufall wieder erfolgreich aufzulösen. Man wird sich erinnern, daß Einstein nicht glauben konnte, „daß Gott würfelt", bis sich herausstellte, er würfelt tatsächlich, aber er hält sich auch an die erwürfelten Gesetze. Und die erwürfelten Gesetze der Natur sind jene, welche eine Entwicklungsmöglichkeit kanalisieren und alle anderen ausschließen.

Und drittens: Was dem Zufall in kleinen Schritten durch Zufallserfolge „abgeschwindelt" werden konnte, ist seinen „Konten" durch neue

Begrenzungen der Zufallserfolge zurückzuzahlen. Der Aufbau der Adaptierungschancen des Komplexen wird durch den Abbau der möglichen Adaptierungsrichtungen kompensiert. Das ist als Konsequenz der ersten die zweite Seite der Medaille. Ihren Phänomenen, bisher als Probleme aufgeführt, ist nun wieder die geschlossene Erklärung anzufügen.

10.6 Prinzipien der Morphologie

Den Begriffen der Morphologie sind wir (in Teil 8) als Problemen nachgegangen, anschließend (in Teil 9) habe ich unsere Methode des Begreifens aus der Adaptierung unserer Ausstattung abgeleitet. Nun geht es um das Erklären: die Rückführung der Phänomene auf einen übergeordneten, physischen Mechanismus.

(1) Das Erkennen von *Homologien* habe ich auf ein Theorem der Wahrscheinlichkeit zurückgeführt. Wenn sich Prognosen in großer Zahl regelmäßig bestätigen, schwindet die Erklärbarkeit durch den Zufall.

Als einen Ansatz zur Begründung ihrer Existenz kann man, wie erinnerlich, Homologien daran erkennen, daß sich manche ihrer Merkmale der Adaptierung widersetzen. Vieles an dieser Widersetzung ist schon aus funktionellen Gründen zu verstehen. Die Vergrößerung eines einzelnen Wirbels kann keinen Erfolg haben, wenn sich nicht auch die Nachbarwirbel vergrößern und schließlich die ganze Kette der Wirbel in der Wirbelsäule. Sie tragen alle eine „funktionelle Bürde".

Solcherart funktionelle Bürden verweben so gut wie alle Funktionszusammenhänge in einem Organismus. Man kann zeigen, daß sie mit steigender Position in der Hierarchie der Funktionsketten zunehmen, daß etwa die Hals-Schlagader mehr Verantwortung trägt als eine kleine Hirn-Arterie, der Oberschenkel mehr als eine Zehe. Dies läßt sich auch an der Stetigkeit von Organen dokumentieren sowie daran, daß sich am Ende von Funktionsketten – etwa Schmuckfedern oder Hornformen – die größten evolutiven Freiheitsgrade zeigen.

Aber schon unser Wirbel-Beispiel läßt erwarten, daß es bei derartigen funktionellen Bürden entsprechende Kopplungen in den genetischen Aufbau-Anleitungen geben wird, denn die Wirbelsäule kann nur als Ganzes verändert werden. Und sollten sich Widerstände gegen Adaptierung funktionell als nicht begründbar erweisen, dann muß eine durch Mutationen nicht entflechtbare Bauanleitung dahinter stecken. Sie wird zur „genetischen Bürde".

Man wird sich an die Homologisierung von Haifisch-Kiefer und unserer Ohrknöchel-Kette erinnern. Die Dreigliederung dieses Homologons über die ganze Geschichte der Wirbeltiere ist funktionell nicht verstehbar, sie muß auf die genetische Anlage zurückgehen. Tatsächlich

muß aber der ganze Organismus in den meisten seiner komplexen Funktionseinheiten genetisch verflochten sein, wenn sich diese als adaptierbar erweisen.

Homologien erklären sich aus einem Zusammenwirken funktioneller Bürden mit den korrespondierenden imitatorisch-genetischen Bürden. Sie kanalisieren zusammen die verbleibenden Richtungen der noch erfolgsmöglichen Adaptierbarkeit.

(2) *Homonomien* kennen wir als identische Massenbauteile, seien es Organe, wie die Beine des Tausendfüßlers, Organteile, wie die Wirbel einer Schlange, Zellen, wie in den Fasern eines Muskels oder Zell-Organellen, wie die Wimpern auf einer Zelle. Die Reihe der Beispiele könnte bis in den molekularen Bereich weiter fortgesetzt werden.

Wir haben gute Gründe zu der Annahme, daß sie aus jeweils identischer Information entstehen und erklären das aus dem Erfolg, mit wenig Information viel physische Ordnung zu schaffen. Überhaupt sind die Massenbauteile Grundlage aller biologischer Organisation und aller noch zulässigen Differenzierung.

Was zu erklären bleibt, ist deren erstaunliche Konservativität. Nun läßt sich zeigen, daß diese mit der Anzahl der Bauteile und der Anzahl ihrer Funktionen zunimmt. So dient die Wimper dem Hören, der Gleichgewichtwahrnehmung, der Bewegung von Stoffen an Epithelien und der Bewegung der Spermien. Jede Veränderung aller Cilien zum Nutzen einer der Funktionen würde andere stören. In erster Linie aber wirkt die „Tiefe", das Fundamentale, in das Homonome integriert sind. Dort sind sie, wie in der Proteinsynthese, praktisch nicht mehr änderbar.

Die Erklärung für diese Konservativität bieten wieder die gestuften funktionellen Bürden, die Homonomien tragen, mehr aber noch die Bürde identischer, genetischer Instruktion. Sie läßt nur im Falle verringerter Anzahl der Repräsentanten, beispielsweise der Zähne der Säuger oder der Beine der Krebse, einen allmählichen Wandel von Anleitung und Bauform zu. Es handelt sich um genau das, was wir Differenzierung nennen. Die Kanalisierung ist nicht zu übersehen.

(3) *Homodynamien*, also homologe Instruktions-Abläufe kennen wir von den Induktions-Prozessen. Man wird sich an die Instruktionen erinnern, die z. B. von der *Chorda* differenzierend zur Rückenmuskulatur, von dieser weiter zum Bau der Wirbel und von diesen zu den Spinalganglien führen. Und bei dem Nachweis, daß Nachricht und Lesbarkeit von primitiven Fischen bis zu Vögeln gleichgeblieben sind, also über 450 Jahrmillionen, war die Frage zu stellen, wie solcherart Stetigkeit zu erklären sei.

Das ist zunächst aus genetischer Bürde zu erklären, schließt aber eine Anleitung durch vorauslaufende funktionelle Bürde ein. Man wird das nachvollziehen, wenn man rezente Phäne von Interphänen unterschei-

det. Letztere sind solche, die in der Stammesgeschichte höchst aktuell gewesen sein müssen, etwa in der Zeit, als die wachsende Längsachse, bislang nur durch die *Chorda* gestützt, bald durch Wirbel verstärkt werden mußte. Heute wird diese ursprüngliche Längsachse noch repräsentiert durch den *Amphioxus*, einen fischförmigen, fünf Zentimeter langen Vorläufer der Wirbeltiere. Genetisch ist die Entwicklung der Wirbelsäule zweifellos ein komplexes Unterfangen voller funktioneller Bürden, die durch ihren genetische Nachbau adaptiv Erfolg haben konnte.

Derzeit sind es genetische Bürden, angeleitet durch funktionelle Bürden aus der Zeit der Interphäne, die bis dato von jeder Keimesentwicklung eingehalten werden mußten, so daß funktionelle Katastrophen vermieden wurden. So kommt kein Wirbeltier, selbst wenn die Wirbelsäule funktionell nicht mehr erforderlich ist, wie beim Kofferfisch und bei den Schildkröten, um den Bau der Wirbelsäule herum. Basierend auf den Ursachen der Homologien und der Homonomien wird diese strikte Kanalisierung des adaptiv Möglichen erklärbar.

(4) *Typus und Baupläne* stellen damit keine Rätsel mehr dar. Man denke nur an die unterschiedliche Stammesgeschichte der Mollusken, Arthropoden oder Wirbeltiere, an deren Interphäne und Aufbau-Anleitungen, um deren Verankerung in jeweils spezifischer Weise vor Augen zu haben.

Zu deren Erklärung ist lediglich das Prinzip der „Baupläne eines Bauplans" nicht zu vergessen. Denn innerhalb der fixierten Bau-Anleitungen der Arthropoden haben Krebse und Insekten, innerhalb jener der Wirbeltiere haben Vögel und Säuger, unterschiedliche Sub-Baupläne zu den nachfolgenden Fixierungen entwickelt.

Zusammenfassend ist festzustellen, daß ein Wechselspiel zwischen funktionellen und genetischen Bürden die Existenz (1) der Homologien, der (2) Homonomien, der (3) Induktionsketten und in der Folge (4) Typus und Baupläne erklären, die zusammen die Adaptierungs-Chancen jeder Organismengruppe streng kanalisieren. Hier hat die Rückzahlungen an die Konten des Zufalls begonnen, Konten die durch die Erfolge der Adaptierbarkeit des Komplexen „hintergangen" wurden.

10.7 Cladogenese und Stammbäume

Nach dem bisher Erarbeiteten werden die Erklärungen der Konsequenzen immer einfacher. Vier Gruppen von Phänomenen sind zu erklären.

(5) Die Erklärung von *Parallel-Evolution*, man erinnert sich an Wolf und Beutelwolf, wird durch den Umstand erschwert, daß nicht leicht an-

zugeben ist, wie parallel zwei Evolutionsabläufe sein sollen, um eine Parallel-Evolution zu sein.

Das Beste, das wir erwarten können ist, daß es in erster Linie genetische Bürden sind, die sich noch aus den gemeinsamen Ureltern, nämlich den Stammformen der Säugetiere, kanalisierte Adaptierungschancen erhalten haben, die sich auch funktionell bewähren konnten.

(6) *Trend* und *Orthogenese* sind greifbarere Phänomene. Richtungstendenzen und Ausrichtungen sind in allen stammesgeschichtlichen Entwicklungen deutlich.

Zu ihrer Erklärung genügen die Prozesse der Kanalisierung, die wir eben von den Homologien und Homonomien zu Induktionsphänomenen mit dem Ergebnis von geschichteten Bauplänen untersucht haben. Diese Bahnungen schließen alles aus, was keinen Erfolg haben kann.

(7) *Typogenesen und Typostrophe,* also das Einschwingen von den typogenetischen zu den typostatischen Phasen und deren strophenähnliche Wiederholung, die so rätselhaft erschien, wird man sich nun schon selbst erklären können; zumal wir feststellten, daß die Typostrophen mit dem Überbau von neuen Merkmalen zusammenhängen.

Es ist naheliegend, daß mit der fortschreitenden Integration funktioneller Einheiten eines Bauplans beide Formen der Bürden und damit Kanalisierung und Ausrichtung zunehmen, und daß neue, noch nicht bebürdete Merkmale auch neue Freiheitsgrade gewinnen.

(8) *Mosaik-Evolution* beschreibt das Faktum, daß sich manche Bauteile in der Stammesgeschichte als höchst wandelbar zeigen, andere dagegen wie erstarrt erscheinen. Wir kennen Mosaik-Evolution als eine zweite Perspektive des obigen Themas. Daß sich also die Wirbelsäule über 450 Millionen Jahre erhalten hat, die Färbung der Schuppen, Federn und Pelze aber von Art zu Art wandelt, überrascht nicht mehr.

Die Erklärung ist sehr einfach. Die fast erstarrten Bauteile des Mosaiks der Merkmale tragen beträchtliche Bürden, jene am Ende der Funktionsketten aber haben große Freiheiten.

Zusammenfassend erklärt sich die Ausrichtung der Stammbäume aus den funktionellen und genetischen Bürden. Das sind jene Mechanismen, die schon (10.6) die morphologischen Phänomene begründeten. Dieses Folgespiel von evolutiven Freiheiten und Fixierungen zeigte sich in (5) der Parallel-Evolution angedeutet, in (6) Trend und Orthogenese greifbar, in (7) Typogenesen und Typostrophen im Ablauf und als (8) Mosaik-Evolution im Querschnitt erklärbar.

10.8 Das Natürliche System

Die Frage, ob denn der Natur überhaupt etwas Systemhaftes zuzutrauen sei, erschien im Zusammenhang der offenen Fragen noch als Zentralproblem und löst sich nun besonders leicht. Alle Phänomene, von den Homologien bis zur Mosaik-Evolution, in deren Zentrum die gebahnten Evolutionsprozesse stehen, erklären sich aus demselben Wandel von Freiheit zur Fixierung aufgrund der beiden Formen der Bürden. Sie illustrieren die zweite Seite der Medaille, die „Rückzahlungen an die Konten des Zufalls".

(9) *Taxonomische Einheiten* von den Gattungen und Familien bis zu den Stämmen und Reichen sind das Ergebnis fortgesetzter Verzweigungen, die stets mit der Trennung einer Art beginnen, buchstäblich wie die erste Verzweigung eines Setzlings. Sie können zu mächtigen Stämmen werden und führen die neuen Verzweigungen schrittweise nach oben.

Das erklärt sich aus der Einsicht, daß schon jeder Verzweigung ein durch Bürden fixierter Bauplan vorgegeben ist, dessen restliche Freiheiten neue Verzweigungen ermöglichen, deren Ausformungen sich sodann mit weiteren Bürden beladen und folglich in neue Kanalisierungen einlenken.

(10) Daraus ergibt sich die *Natur des Natürlichen Systems*, ein dem Baum ganz analoges Bild.

Es erklärt sich aus einer langen Reihe dichotomer Verzweigungen durch Artbildungsprozesse, die in jedem Fall nicht mehr änderbare Festlegungen mit sich bringen und selbst wieder neue aufbauen.

Zusammenfassend fügt sich dieser Prozeß in das allgemeine Bild der Natur, ihrer physikalischen, chemischen, biotischen wie kulturellen Schichten, wo immer wieder Festlegungen entstehen, die wir dann Gesetze nennen – von den Gesetzen der Quanten bis zu jenen der Gotik. Es sind Festlegungen, die nicht nur die Welt ordnen, sondern sie uns auch begreifbar machen.

Auf das Menschenbild hat diese systemtheoretische Erklärung offener Fragen der Evolution noch kaum Wirkung getan. Ich denke, daß diese Lösung selbst durch einen Wandel des Menschenbilds, etwa seit Bertalanffy, Weiss und Köstler inspiriert wurde. Der Sammelband „Das neue Menschenbild; die Revolutionierung der Wissenschaft vom Leben" mit einem Dutzend Autoren war breiter disponiert und auch kurz vor meiner „Ordnung des Lebendigen", die das obige Thema behandelt, erschienen.

Bertalanffys Zeitschrift „General Systems Theorie" brachte den Systembegriff, wenn auch noch nicht die rekursive Kausalität, in aller

Munde. Es ist aber gewiß, daß dies gemeinsam mit der Umweltbewegung Verbreitung fand und diese wohl auch inspirierte. Es ist auch gleichzeitig und gedankengleich mit der „Evolutionären Erkenntnistheorie" entstanden, einer naturalistischen Wende in der Philosophie. Der Mensch war nicht mehr die Krone der Schöpfung, sondern vielmehr in diese eingebettet, ein Verantwortung tragendes Produkt zwischen den Konstituenten seiner Geschichte und seines Milieus.

Wenn das aber richtig sein sollte, dann mußte es in jeder Beziehung richtig sein, es mußte ein Prinzip der Natur sein, daher auch für die Evolution der Organismen gelten. Ich glaube nicht, daß ich das beim Entwurf meines Textes schon so dachte, gewiß aber ist es ein Produkt dieser Zeit.

Teil 11
Die neue Spaltung

Ich habe die Geschichte der Evolutionstheorie in den 1970er Jahren verlassen und berichtete bereits, daß die Entstehung der Umweltbewegung mit der Verbreitung der Systemtheorie koinzidierte, wobei beide jedoch den Kern einer rekursiven Kausalität nicht wahrnahmen. Ich glaube nicht, daß die beiden einander stark beeinflußten. Vielmehr scheinen sie sich als zunächst voneinander unabhängige Strömungen zu einer neuen Qualität verflochten zu haben, wie das bei jedem Wandel von Kultur geschieht. HERMANN HAKEN nennt das treffend einen synergetischen Effekt, zu dessen Eigenschaften es gehört, daß mit ihm schon ab dem molekularen Bereich Historizität, also Nichtwiederholbarkeit und Nichtvoraussagbarkeit, entsteht.

Aus der Rezeption meiner Arbeit entnahm ich, daß es eben jene rekursive Kausalität ist, welche dem Verständnis Schwierigkeiten macht. Um diese Widerstände zu verstehen, befaßte ich mich in den folgenden eineinhalb Jahrzehnten in einer Reihe von Büchern mit der weiteren Entschlüsselung unserer höchst angepaßten Wahrnehmung gegenüber den Fallen des Sprachdenkens und unserer definitorischen Logik. Auf dieses Thema habe ich in Teil 9 vorgegriffen: auf die „Evolutionäre Erkenntnislehre", den, wie man ihn später nannte: „Altenberger Kreis" um KONRAD LORENZ und unsere Erforschung des ratiomorphen Apparats.

Nun geht es darum, dem Gang der Zeit wieder zu folgen und nicht zu übersehen, daß sich auch die neue Entwicklung schon über eine Generation vorbereitet hatte.

11.1
Der Wandel der Wissenschaften

Der Wandel in den Wissenschaften war nicht von der Biologie, sondern von der Physik ausgegangen. Die spektakuläre Einsicht in den Bau der Atome hatte sich in noch spektakulärerer Weise bereits an Atombomben gezeigt. Nicht nur waren dadurch ganz neue Machtverhältnisse

zwischen den Staaten entstanden, sondern die Wissenschaften begannen auch, in bisher unbekanntem Maße in das Erdenrund einzugreifen.

Diese Möglichkeit, in noch nicht erlebter Weise zu manipulieren, sortierte die Wissenschaften in beschreibende „Orchideenfächer" und solche, die durch ihr Zufassen die Welt nicht nur verstehen, sondern auch ändern konnten. Grob gesagt war gegenüber dem akademischen Ethos zweckfreier Wissenschaften in ganz neuem Umfange die Möglichkeit einer Teilhabe an blanker Macht entstanden, die bei allen folgenden Details nicht übersehen werden sollte.

(1) So ist der Boom der Genetik, der diese nächste Entwicklung der Evolutionstheorie anführen wird, nicht durch die klassischen, auch nicht durch die „molekularen" Biologen vorbereitet worden, sondern durch Atomphysiker.

Schon vor der Atombombe und nahe richtiger Atommodelle, also dem Verständnis von Materie, waren einige Wissenschaftler nachdenklich geworden. Niels Bohr hatte bereits 1933 in seiner Vorlesung „Licht und Leben" gemeint, wir sollten bei der Erforschung des Lebens *„kaum erwarten, daß wir auf andere Gesetzmäßigkeiten stoßen als bei der anorganischen Materie"*. Max Delbrück war einer der ersten Physiker, welche „die Natur des Gens" darauf bauten, daß man nur mit dem einfachsten beginnen müsse. Denn woraus, wenn nicht ausschließlich aus Atomen sollte sich das Lebendige zusammensetzen?

Erwin Schrödinger, dessen Büchlein „Was ist Leben?" (von 1944) wir auch schon begegneten, formuliert das vorsichtiger:

> *„Die lebende Materie entzieht sich, wie wir heute wissen, zwar nicht den Gesetzen der Physik, aber sie unterliegt wahrscheinlich anderen, bis jetzt unbekannten physikalischen Gesetzmäßigkeiten, die jedoch, sobald sie sich zu erkennen geben, zu einem genauso integralen Bestandteil der Wissenschaften werden, wie die vorhergehenden."*

Bei Hochschulwochen 1948 in Alpbach (Tirol) saß ich in Schrödingers Arbeitskreis, wie üblich im Schatten eines Obstbaumes, und hörte von Dingen, die mir zu hoch waren. Seine Vorsicht aber verstand ich: Er kannte und achtete schon die frühen Ansichten seiner Landsleute Bertalanffy und Paul Weiss.

Der Boom selbst entstand, nachdem der Bakteriologe Oswald Avery 1944 die DNS (die Desoxyribonukleinsäure, englisch DNA) identifizierte, die sich als Träger der Erbsubstanz erwies: eine enorme Attraktion gerade auch für hervorragende Mikrobiologen, Biochemiker und wieder Physiker. Nachdem Erwin Chargaff 1945/50 das Zahlenverhältnis der vier Bausteine entdeckte, entschlüsselten Wilkins, Rosalind Franklin, Watson und Crick die bekannte Doppelhelix-Struktur (geometrisch eine Doppelschraube). Watson und Crick publizierten das 1953.

Was daran anschloß und fast das gesamte folgende halbe Jahrhundert dominierte, war von technischer Art. Schrittweise ging es um die Entschlüsselung des genetischen Codes, die Formen eines Gens auch bei Vielzellern, die ungleich komplexer sind als beim *Coli*-Bakterium, um die Weise der Abschriften aus dem DNA-Original und um die Übersetzung der Abschriften in Serien von Aminosäuren, den Eiweißen. Es ging bald darauf um sich wiederholende und sogenannte Unsinn-DNA. Das alles ist heute bereits Lehrbuchstoff.

Die Erkenntnisse sicherten auch CRICKS „zentrales Dogma der molekularen Genetik": *„sobald die Information abgeschrieben und in Eiweiße übersetzt ist, kann sie nicht mehr zurück"*. Mit Ausnahme, wie wir heute wissen, von wenigen Viren, und auch da reicht die Rückwirkung vom Protein nicht mehr bis zum Erbmaterial. Der chemisch kodierte Transfer von Instruktionen zum Bau der Phäne kann nur eine Richtung nehmen.

Aus alledem entstand eine neue Welt der Biochemie, die alles bisherige im Fach in den Schatten stellte: bewundernswerte Einsichten in komplexe Wechselwirkungen zwischen großen bis riesigen Molekülen. Man kann die Euphorie nachvollziehen. Sie reichte hinein in die Erfolge der Genmanipulation und der Klonierung, die erwarten ließ, Baustein auf Baustein nicht nur Zellen und Gewebe, sondern am Ende auch den Menschen zusammensetzen zu können.

Institute und Industrien wetteiferten schließlich, mit zunehmend effektiveren Analyse-Methoden das ganze Genom des Menschen hersagen zu können. Und auch das endlose Gestammel aus vier Basenpaaren, deren Bedeutung zum allergrößten Teil noch immer ein Rätsel ist, störte nicht, denn woraus sonst als aus biochemischer Entfaltung chemischer Instruktionen sollte schließlich auch der Mensch entstehen?

(2) Das goß Wasser auf die Mühlen des Reduktionismus. Dieser bemerkenswerten Entwicklung, heute in Tausenden von Schriften und einer Hundertschaft mächtiger Lehrbücher dokumentiert, ist die einfache Erwartung unterlegt, daß durch die nachgewiesenen, eindeutigen Aufbauschritte, aus Reihen vierer Basenpaare und aus deren Abschrift und Übersetzung in die Formen von Eiweißen samt deren Faltungen auch ein Mensch entstehen könnte. Erkenntnis- oder auch nur wissenschaftstheoretisch ist daran nicht viel zu gewinnen und mag auch begründen, daß ich ein riesiges Stoffgebiet hier so knapp behandle.

Die Warnungen waren spärlich. Von den wenigen die wahrgenommen wurden, finden wir schon früh jenen ERWIN CHARGAFF, einen in Czernovitz geborenen Alt-Österreicher. Er beschrieb, in den 1980er Jahren, mitten in den Glanz der ersten großen Schritte, WATSONS und CRICKS Haltung als die fliegender Händler:

> *„Durch ihren Anspruch, alles erklären zu können, erschweren sie in Wirklichkeit das Vorankommen bei wissenschaftlichen Erklärungen."*

Wir sind wieder im Kern des Reduktionismus-Problems angekommen, das ich (in Teil 7) schon vorgeführt habe, und zwar in jener unangenehmen oder unehrlichen Grauzone zwischen dem pragmatischen und dem ontologischen Reduktionismus. In den Achtzigern erhielt diese Übertragung der Ergebnisse analytischer Forschungspraxis in die Negierung der analytisch nicht zugänglichen Phänomene dieser Welt eine neue, zeitgemäße Interpretation. Das Ehepaar MEDAWAR stellte dazu fest:

> *„Wenn man die reduzierende Analyse betrachtet, wird klar, daß sie unter allen denkbaren Verfahren, die Welt zu begreifen, dasjenige ist, mit dessen Hilfe sich am ehesten erkennen läßt, wie die Welt nötigenfalls verändert werden könnte."*

Es geht also um das Eingreifen und Verändern, und zwar, zugegebenermaßen, noch bevor gerade die der Analyse nicht zugänglichen, komplexen Zusammenhänge in dieser Welt aufgeklärt sind. Das betrifft auch den Begriff der Emergenz, den wir seit MORGAN aus demselben Zusammenhang kennen. Er bezeichnet das Auftauchen neuer Systemeigenschaften, die in den Bausteinen des Systems nicht einmal in Spuren enthalten sind. Dazu nochmals die MEDAWARS: Es sei zwar nicht bestritten, daß es das Phänomen gebe, aber der Begriff sei unnütz.

> *„Der einzig wichtige Einwand gegen die Emergenz ist, daß er keinen Erklärungswert besitzt: er markiert das Ende eines Gedankens, nicht den Anfang eines neuen."* Daß er *„dem, was sich der reduzierenden Analyse entzieht, einen Namen gibt."*

Die Sache ist auf den Punkt gebracht: Wissenschaft ist, wo man eingreifen, manipulieren, die Welt nötigenfalls verändern kann, die Reflexion über das für uns nicht Machbare ist Gerede.

Das ist bedenklich. Wir existieren und überleben nur innerhalb und mittels komplexer Systeme. Jeder Eingriff in gerade noch handhabbare Subteile ist im Komplexen ein Eingriff in ein unverstandenes, noch dazu negiertes übergeordnetes ganzes, voller Emergenzen und Historizität. Es gibt in diesem Zusammenhang nichts, das sich zerlegen, nachahmen oder reparieren ließe. Und gerade darum bedarf es unserer Wahrnehmung, unserer Achtung und unseres Schutzes. Einer Achtung nicht nur vor der Schöpfung, sondern auch vor unserer kommenden Generationen.

(3) Die Morphologie mußte dagegen verblassen. Zunächst war längst vergessen, daß es sich dabei um eine „Theorie des Vergleichens komplexer Strukturen" handelt und damit also um die Voraussetzung aller Vergleichenden Anatomie, Systematik und Phylogenetik. Man nimmt die Bezeichnung gleichbedeutend für die Beschäftigung mit organismischen

Strukturen und redet getrost von Vergleichender und Funktioneller Morphologie: ersteres ist ein Pleonasmus, ein „weißer Schimmel", letzteres ein Widerspruch in sich selbst, da es bei der Entdeckung von Wesensähnlichkeiten gerade darum geht, sich von funktionellen Analogien nicht täuschen zu lassen.

Aber selbst, wenn man das noch gewußt hätte, was hätte es dem Biochemiker gebracht? Vertieftes Mißtrauen, konnte er doch die Strukturen von den einfachen Basenpaaren bis hin zum riesigen Hämoglobin-Molekül aufzeichnen, aus den chemischen Bindungsgesetzen begründen und experimentell prüfen.

Aber selbst mit der Anwendung der Morphologie in der Anatomie, Systematik und Phylogenetik war nicht mehr viel Staat zu machen. Fast nichts war da experimentell zu prüfen. Und was sei denn gewonnen, wenn man erfährt, daß es für eine Homologie eine andere Deutung, einen Reptilien-Muskel ein anderes Schicksal geben könnte, die Mollusken doch geteilt werden und die Säuger einen etwas anderen Ursprung haben könnten? Was ist daraus noch anzuwenden? Und muß derlei Forschung noch bezahlt werden?

Man wird sich der „Zeitschrift für wissenschaftliche Zoologie" erinnern und der Deutung, die mein Lehrer MARINELLI noch von deren Gründern kannte: *„Morphologie ist Wissenschaft; denn wie etwas funktioniert, sähe man ohnedies."* In Wien hatte das die Gründung jenes Vivariums zur Folge. Sie war noch mit dem Ziel geschehen, Morphologie und Physiologie zu verbinden. Und in aller Welt entstand Physiologie, die die Probleme der Morphologie nicht mehr kannte und die Lehre von den Funktionen in eine Lehre von den molekularen Funktionen weiterführte, die nun ihrerseits bestimmte, was in der Wissenschaft wissenschaftlich ist.

Aber auch in dieser Wissenschaft redete man von Arten, von Beinen, Beingliedern und deren homologisierten Borsten und kümmerte sich keinen Deut darum, daß sich Homologisierung als unlösbares Dilemma erwiesen hatte. Wie aber sollte das einen Strukturchemiker beunruhigen? Schon deshalb nicht, weil er davon nichts mehr gehört hatte, weil auch seine Lehrer das nicht mehr kannten. War das nicht alles längst als „deutsche idealistische Philosophie" abgetan?

Die vergleichende Anatomie verkümmerte, Systematik und Phylogenetik ebenso, es sei denn, man versuchte beides molekular. Heute regiert ein neuer, linkshemisphärisch dominanter, am Anorganischen rational geübter Forschertyp.

Man mag geneigt sein, solcherart Wandel als modische Strömung abzutun. Mein Thema dagegen ist es, derlei auf den Grund zu gehen. Nicht nur die Wissenschaft hat sich geändert. Sie ändert sich auch mit ihrer Zivilisation, deren Methoden sie legitimiert. Ich sagte schon am Beginn dieses Themas: *„Grob gesagt war gegenüber dem akademischen Ethos der Wissenschaften... die Möglichkeit einer Teilhabe an blanker Macht entstanden, die über alle folgenden Details nicht übersehen werden soll."*

11.2 Die unheilige Allianz

Man mag den Eindruck gewinnen, daß die Tonart meiner Darstellung nun gröber werden wird, in Wirklichkeit aber beruht dies auf der heute gröber gewordenen Art und Weise, in der sich Theorie und Gesellschaft artikulieren und miteinander verkehren. So hat auch die Tonart diesem Umstand zu entsprechen.

In der Zeit der „Vorläufer des Evolutionsgedankens" konnte Gott noch fast alles, und die Einigung auf eine Akzeptanz der „beiden Wahrheiten" stellte noch keinen tiefen Eingriff dar. Zur Zeit der Aufklärung war das mit dem Materialismus in Theorie und Gesellschaft schon anders. In DARWINS viktorianischem England und deren Geschäftswelt war nun „der Tüchtigere" von einem philosophischen Entwurf zu einem Naturgesetz geworden, und so fort. Im Neoliberalismus unserer Tage wird dagegen alles „Machbare" legitimiert, und so entsteht die Phasmagorie von einer reparierbaren Welt.

(1) Die Gründe für diesen Optimismus liegen auf der Hand. Schon der Übergang von der Eisen- zur Plastik-Zeit mit der Fabrikation langer Moleküle hat das eingeleitet. Organische Chemie und Biochemie, Pharmakologie und Medizin haben profitiert und wir Menschen mit ihnen. Verbindungen, die Kranken fehlen, können synthetisiert werden. Tiere lassen sich klonieren. Es besteht Aussicht darauf, die Anlage zu Krankheiten aus dem Genom zu schneiden und dagegen einen Organersatz zu züchten.

Gewisse Grenzen finden sich im Optimismus selbst. Es tauchen Phänomene auf, wo das Machbare an die Grenzen des ethisch vertretbaren gelangt. Sie betreffen Fragen, ob man Gene patentieren oder im Genom beliebig herumschneiden und Menschen klonieren darf.

Es entsteht damit das Gespenst jener Staatskommissionen, die einmal darüber werden entscheiden müssen, was aus den Anlagen der Menschen entfernt werden soll und darf; zweifellos die Anlage zum Mongolismus, aber auch, falls es so etwas gibt, jene für Kriminalität, Konformitätsmängel, Abweichlertum und Eigenwilligkeit? – Das ist hier nicht unser Thema. Nur daß sich ethische Grenzen selbst sichtbar machen, ist interessant.

(2) Dahinter steckt eine böse Allianz zwischen Industrie und Wissenschaft. Sie hat keine ethischen Grenzen gefunden, und sie ist zwischen den molekularen Großinstituten und den chemischen und pharmakologisch-genetischen Konzernen entstanden. Die Forschung bereitet der Industrie neue Produkte vor, die Industrie fördert die Forschung – zunächst eine ideale Symbiose.

Böse daran ist die Ursache des Antriebs. Es geht um Gewinn-Maximierung, gefolgt von einer Maximierung von Einfluß und Prestige. Die Konzerne befinden sich unter mörderischem Konkurrenzdruck hinsichtlich Wachstum, Innovation, Umsatz und Gewinnspannen, und immer geht es um sehr viel Kapital und sehr viele Mitarbeiter. Die Gewerkschaften sperren sich gegen Entlassungen, die Stockholder drängen auf steigende Aktienkurse, das mittlere Management zahlt noch seine Zweithäuser ab. Es darf nichts passieren, und dafür ist fast jedes Mittel recht.

Wie viel Ethos man den Forschern und Direktoren der großen Institute auch zubilligen will, es geht um Prestige, Ausrüstung und wieder um viele Mitarbeiter. Dem Druck, gut honorierte Projekte einzuwerben, ist nicht zu entkommen. Denn auch im Heer der Forscher, die von Industrieprojekten leben, geht es um viele Existenzen.

Zudem haben die Konzerne längst selbst große Abteilungen für Forschung und Entwicklung installiert, die an Umfang, Aufwand und Ausrüstung die Universitätsforschung inzwischen bei weitem übertreffen.

(3) Betrieben wird das alles von lauteren, vielfach kultivierten, liebenswürdigen Menschen, die den Zugzwängen dieses Mechanismus nicht entkommen. Stellt man den Lebenssinn eines solchen Managers durch einen guten Witz, einen philosophischen Augenblick oder einen guten Prediger in Frage, so wird kurz gelacht, gegrübelt oder geweint, um sich darauf nur um so sicherer in jenen fraglichen Lebenssinn zurück zu begeben.

Natürlich entsteht viel für uns Menschen und unsere Gesellschaft. Das ist trivial. Nicht trivial aber ist der Umstand, daß die Zugzwänge diese Systeme schon aus Gründen der Selbsterhaltung dazu zwingen, auch gegen die Interessen der Bürger zu wirken. Diese wollen hormongepuschte und genmanipulierte Nahrungsmittel so wenig wie Atomstrom und verpestete Böden und Gewässer. Die unheilige Allianz aber hat die Wissenschaften in die Machtverhältnisse der Staaten hineingeschleppt, in die Fehler linearer Kausalität und in die Zwänge des Kapitalismus – in ein nicht menschennahes Weltbild.

11.3 Neue Einsichten in molekulare Systeme

Jene Allianz hat natürlich viele neue Einsichten gefördert. Unabhängig vom erkenntnistheoretischen Konzept, das fast ausnahmslos im pragmatischen Reduktionismus verblieb, wurden schrittweise systemische Zusammenhänge aufgedeckt. Entgegen der Erwartung, man könne allein durch die Verfolgung biochemischer Gesetze von der genetischen Information ausgehend schließlich komplexe Organismen zusammensetzen, sind immer mehr Hinweise auf rekursive Kausalität, das Lernen aus

den eigenen Produkten mit der Entstehung jenes imitatorischen Epigenese-Systems aufgetaucht.

Sie bestehen alle darin, daß komplexe genetische Einheiten sämtlich jenen funktionellen Einheiten der Phäne entsprechen, deren Bau sie anleiten. Im englischsprachigen Raum begann sich auch DONALD CAMPBELLS Begriff einer „downward causation" zu verbreiten, also einem Ursachenstrom aus den Obersystemen. Er hat die molekulare Genetik noch nicht erreicht, aber schon weithin Anwendung gefunden.

(1) Man hat in erster Linie zahlreiche Regulationsmechanismen entdeckt. Sie sind beteiligt an der Festlegung aller Funktionen der „Keimblätter", also der grundlegenden embryonalen Blasteme, die jeweils alles, was aus der Haut, oder aber alles, was aus dem Darm oder dem Bewegungsapparat gebildet werden soll, bestimmen. Und ihr Funktionsspektrum reicht bis in die Festlegung der Funktionen offenbar aller speziellen Gewebe. Das geschieht, indem Geberzellen z. B. Hormone ausschütten, die von den Rezeptoren der Zielzellen aufgenommen werden und dazu führen, daß im Genom derselben alle Genprodukte aufgerufen werden, die zur Spezialisierung etwa einer Leberzelle erforderlich sind. Gleichzeitig bleiben die Anlagen, die zur Differenzierung sämtlicher anderer Zelltypen notwendig sind, unterdrückt.

In diese Serie gehören auch die Homöobox-Systeme. Das sind konservierte Sequenzelemente in einer Anzahl von Genen, die bei der Grundgliederung des Baues vor allem der Vielzeller eine Rolle spielen. Sie wurden in den 1990er Jahren entdeckt und regulieren die Einschaltung von Genen, die für die Festlegung der Körperorientierung in Kopf und Schwanz, die Gliederung des Körpers und schließlich die spezielle Ausformung der einzelnen Köperglieder, des Gehirns sowie der Extremitäten verantwortlich sind. Sie müssen so alt sein wie die Differenzierung der Vielzeller, weil ihr Bau in Insekten und Wirbeltieren annähernd dieselbe Struktur erhalten hat.

Den Gipfel komplexer Steuerung bilden homöotische Gene, die in der Lage sind, alles abzurufen, was für die Herstellung einer komplexen Funktionseinheit, wie zum Beispiel einer Antenne, eines Beines oder eines Auges, erforderlich ist. Aufgefallen sind sie, wie man sich erinnert, durch die homöotischen Mutanten und Heteromorphosen, die bei einem Schaltfehler in sich Richtiges an falscher Stelle aufbauen.

Der Zusammenhang zwischen den Regulationssystemen im Bereich der Gene und den Funktionszusammenhängen im Bereich der Phäne wird in allen Ebenen sichtbar.

(2) Was man heute „Kaskaden-System" nennt, deutet sich mit dem gerade ausgeführten schon an. Es handelt sich um jene Leistung der Genregulation, die nach der Auslösung, Ausformung und Beendigung der einen Gen-Expression die jeweils nächstfolgende auslöst. Damit

wird eine Hierarchie von Regulationsprozessen kenntlich. Wie der Mechanismus im einzelnen abläuft, weiß man erst von wenigen Fällen, nimmt aber an, daß er ganz generell die oben erwähnten Reihenfolgen bestimmt. Es ist zu erwarten, daß nun auch die Abfolge der stammesgeschichtlichen Ausbauschritte ihre keimesgeschichtliche Entsprechung finden werden, und zwar bis in den molekularen Bereich der Gen-Regulation.

(3) Generell begann man, von „Modularität" zu sprechen. Das begann früh in den 90er Jahren in den Kultur- und Sprachwissenschaften mit der Einsicht, daß man funktionelle Einheiten, wie Geräte oder Begriffe, von einiger Geschlossenheit und Stabilität kulturlenkend weit verbreitet fände. Das entspricht den in der vergleichenden Anatomie längst verwendeten, evolutionslenkenden Systembegriffen, seien es nun Körperregionen, Beine, Muskeln oder Muskelfasern.

Heute fragt man sich, ob nicht auch die systemischen Einheiten im molekularen Kontext, vom einfachen Operon der Bakterien über die Gen-Familien der Vielzeller bis zu den homöotischen Regulationen und Informationskaskaden, von modulärem Typus seien. So kommt, über einen anderen Weg, der Zusammenhang zwischen Bauteil und Aufbauanleitung wieder ins Gesichtsfeld.

(4) Gleichzeitig sind systemische Modelle verbreitet ins Gespräch gekommen. Getragen wurde das von einer allgemeinen Skepsis gegenüber dem dominierenden, reduktionistischen Konzept, von dem Gedanken an eine „Evolution der Evolutionsmechanismen" und etwas auch durch meine eigenen Anregungen. Auch diese Bewegung hat bereits ihre kurze, in den 1980er Jahren beginnende Geschichte, die sich gegen die Jahrtausendwende ausformt. Bei Günther P. Wagner finden wir schon 1983:

Günther Wagner

„Es gibt Probleme, in welchen die Systemtheorie zwingend erforderlich ist; das tritt auf, wenn Eigenschaften zu erwarten sind, die nicht auf elementare Prozesse reduziert werden können, obwohl sie eine Konsequenz derselben sind, wie in vielen nichtlinearen Wechselbezügen zwischen Bauteilen."

Ausgehend von dieser Einsicht haben sich bis zur Jahrtausendwende mehrere Autoren, unter Verwendung der Methoden der Populations-Dynamik sowie mit neuen, quantifizierbaren Techniken, des Themas angenommen. Und ich schließe hier WAGNERS „Korridor-Modell" an, weil es überzeugend und in seiner Symmetrie zu meinem Entwurf gut darstellbar ist.

Mein Modell geht von funktionellen, WAGNERS von genetischen Bürden aus. Ich hatte, wie erinnerlich, angenommen, daß die zufällige Kopplung jener Gene, die für funktionsabhängige Phäne kodieren, erhalten bleibt und daß die funktionelle Bürde die Installation der genetischen Bürde nach sich ziehen wird. WAGNER geht von pleiotropen Genen aus. Das sind, wie schon bekannt, solche, die für mehr als ein Phän kodieren. Dabei nimmt er an, daß jene pleiotropen Gene erhalten bleiben, deren Produkte eine Population am effektivsten zu höherer Fitneß führen. In beiden Fällen ergibt sich dieselbe zweifache Konsequenz.

Zunächst wird über einen Effekt erster Rückkopplung ein imitatorisches Epigenesesystem entstehen. Damit wird nun über die Konkurrenz um Adaptierungsgeschwindigkeit die Adaptierbarkeit auch komplexer Systeme ermöglicht. Zweitens muß über eine zweite Rückkopplung, nämlich über das Hineinschleppen in den Korridor eben opportuner Bauformen, das entstehen, was man als Ausrichtung oder Kanalisierung der Evolutionsbahnen kennt. Es handelt sich um jene „constraints", die zur Hierarchie der dichotomen Stammbäume führen, zur Natur des Natürlichen Systems und zu den Formen der Ordnung des Lebendigen.

In beiden Fällen ist die intellektuell zu nehmende Hürde die Akzeptanz rekursiver Kausalität, welche dem neodarwinistischen Konzept und der Synthetischen Theorie der Lehrbücher zwar nicht widerspricht, sie aber systemtheoretisch erweitert, und zwar zur Wahrnehmung innerer Selektionsbedingungen, die seit DARWINS Nachdenken über Heteromorphosen und spontane Atavismen, also seit 150 Jahren, die Kontroverse nicht hat zur Ruhe kommen lassen.

11.4 Die bürgerliche Opposition

Zu den Anliegen meiner Geschichte von der Entwicklung unserer Vorstellung vom Werden der Kreatur gehörte stets zweierlei: erstens, die Ansicht, man würde den Zustand von Theorien welcher Zeit auch im-

mer besser aus deren Geschichte verstehen; zweitens, man könne einen Wechselzusammenhang zwischen Zeitgeist und biologischer Theorie erwarten. Das sei, da es unsere Gegenwart betrifft, näher ausgeführt.

Nun hat es Opposition immer wieder gegeben: den Aufständen von Sklaven, Leibeigenen und Bauern schlossen sich historisch die Bürgerrevolten gegen Aristokratie, Klerus oder Polizeistaat-Methoden an. Nun geht es um ökologische Weltsicht.

(1) In unseren Tagen gilt die Biologie als führende Wissenschaft. Sie ist den Problemen des Menschen näher. Das war früher keineswegs so. Im Gegenteil. Während der eben beschworenen 150 Jahre seit Darwin ist die Physik Maß und Grundlage aller Naturwissenschaft gewesen, hat die Geisteswissenschaften abspalten lassen und die Biologen zu Geschichtenerzählern gemacht.

Die Biologie begann in den letzten Jahrzehnten zunehmend in die Gesellschaft hineinzuwirken. Was man mit dem Schlagwort Umweltbewegung bezeichnet, wird von ihr angeführt, ist aus Opposition entstanden und hat selbst wiederum mehrere Wurzeln. Wie bei fast allem kulturellen Wandel ist sie das synergetische Produkt der Verflechtung mehrerer Strömungen.

Als Opposition wendet sie sich gegen die Machbarkeits-Ideologie, die durch die Zugzwänge von Technokratie, Neoliberalismus und Kapitalströmen, über die Interessen der Bürger und sogar der Staaten hinweg, unsere Umwelt gefährdet.

Die neue Bewegung hat mit dem Image des Faches Biologie zu tun. Sie hat ihre Kenntnisse so erweitert, daß man heute von der Biosphäre und deren Erhaltungsbedingungen redet. Sie hat so sehr an Glaubwürdigkeit gewonnen, daß man bei Volksbegehren Biologen wie Konrad Lorenz als Gallionsfigur beansprucht. Sie hat so in die Erkenntnis- und Gesellschaftslehre weitergegriffen, daß heute führende Biologen zu ernstzunehmenden Kritikern unserer Zivilisation geworden sind.

Aber auch die moderne Physik hat mitgewirkt, und zwar in zweierlei und ganz unterschiedlicher Weise. Die Kernphysiker stellten uns die Lösung des Energieproblems in Aussicht und haben uns damit offenen Auges das Strahlungsproblem eingetragen, das wir nun nicht mehr loswerden und das heute schon Hundertschaften von Menschen getötet oder verkrüppelt hat. Sie haben an Vertrauen verloren. Dagegen taten Kosmologen einen Schritt, der so akademisch wirkte, daß er fast unbemerkt blieb. Sie wiesen nach, daß auch die Gesetze der Physik schrittweise historisch entstanden sind. Damit seien sie lediglich älter als jene der Biologen. Der alte Graben zwischen Physik und Biologie kann nun, von beiden Seiten zugeschüttet, einer Einheit der Wissenschaften Raum geben.

(2) Aber auch der Bürger ist wacher geworden. Er beginnt darüber zu reflektieren, woraus Lebensqualität eigentlich besteht; zunächst begonnen am eigenen Leib. Er wünscht schon seiner Gesundheit wegen Biogemüse und glückliche Hühner zu verspeisen und Luft und Wasser gesund zu erhalten. Aber er tritt nun auch gegen die Quälereien bei Schlachtviehtransporten und Massentierhaltung auf. Es ist von ihm aus eine Art Ethos entstanden, in dem er sich selbst als ein sehr verantwortliches Mitglied der Biosphäre versteht. Und wenn von Gewinnmaximierung die Rede ist, so beginnt er an seine Folgegenerationen zu denken.

Freilich hat er auch die Bilder der Verkehrslawinen, Müllhalden, sterbenden Wälder, stinkenden Gewässer, selbst des Verschwindens der Schmetterlinge vor Augen. Und er tut Dinge, die man ihm nicht zugetraut hätte. Er fördert Umweltbewegungen, trennt hingebungsvoll den Müll, so als ob er die Entropiegesetze kennen würde. Und die Industrien müssen heute mit dem Attribut „grün" für ihre Produkte werben: grünes Autoöl, grünes Wasch- und Putzmittel.

Was zu Tage kommt, ist das uns innewohnende Gefühl, Teil eines größeren Zusammenhangs zu sein, entstanden und eingebettet zwischen den Konstituenten seiner Zusammensetzung und einem Ganzen, das ihn existieren läßt. Es ist das Gefühl, ob ausgesprochen oder nicht, im Systemzusammenhang der Ursachen ein möglicher und geduldeter Einschub zwischen Materie und Biosphäre zu sein.

(3) Auch die Empörung des Bürgers hat heute neue Ursachen. Sie stellt einen neuen Aspekt unseres Welt- und Menschenbildes dar. In Form von Krawallen tritt sie überall in Erscheinung, wo ihr Ziel örtlich festzumachen ist.

Wochenlang trotzen Tausende Kraftwerksgegner den Wetterunbillen, binden sich an die Bäume, die sie nicht gefällt sehen wollen, werden von Gendarmen weggetragen, um sich gleich darauf nur erneut wieder festzubinden. Ganze Bahnstrecken werden belagert. Man kettet und betoniert sich an die Schienenstränge, um Atommüll-Transporte wenigstens tagelang aufzuhalten. Und wo immer sich die Wirtschaftsdirigenten der Staaten treffen, werden sie tagelang eingeschlossen und bedroht. Die Protestierenden können nur wieder durch Polizeieinsatz, Tränengas und Wasserwerfer zerstreut und doch nicht vertrieben werden.

Im Hintergrund schwelt etwas, das örtlich nicht konkret festzumachen ist. Da ist der schleichende Abverkauf von Industriebesitz an Reiche und deren Verlagerung in Billigländer. Da ist die Sorge, trotz Atomaversion doch den Atomstrom aus der Steckdose nutzen zu müssen und für ihn zu bezahlen. Und die Hausfrau, die eigentlich keinen genmanipulierten Mais kaufen will, kann sich nicht sicher sein, ob sie nicht doch einen solchen heimträgt.

(4) Was also ist die Ursache der Differenz zwischen dem Bürger und der Industrie, zwischen Kapital und Staat? Wie kommt es, daß sogar gegen den Bürger regiert wird? Man möge mir erlauben, den erforderlichen Seitenblick auf unser Wirtschaftssystem über ein sehr einfaches Beispiel einzuführen.

Schokoladenautomaten wurden von Ingenieuren so überlegt entworfen, daß man niemals durch Hineinstecken von Schokolade eine Münze erhalten kann. Es funktioniert nur der umgekehrte Weg. Wirkt aber nicht doch das Produkt auf die Münze? Natürlich, so wie jede Wertschöpfung auf den ihr zugedachten Wert wirkt. Es handelt sich wieder um einen Systemzusammenhang. Innerhalb des Kastens ist ein linearer Kausalzusammenhang installiert worden, außerhalb des Kastens ist die Rückwirkung über Industrie, Wirtschaft und Kapital zwar selbstverständlich, dennoch aber so geartet, daß das in Wahrheit noch niemand überblickt. Ansonsten hätten wir uns die Folgeprobleme erspart.

Ebenso hat aber unsere Gesellschaft seit der Industrialisierung gewirtschaftet. Am einen Ende ist in Industrien, sagen wir, Metall, Glas und Gummi hineingeführt worden, und man kümmerte sich, solange das Produkt einen Markt hatte, nicht darum, wie die aus dem Werk herauslaufenden Autos auf das Ganze zurückwirken werden.

Natürlich hat man in den letzten Jahrzehnten auch darüber nachzudenken begonnen. Man versucht, Emissionen einzugrenzen und Nachhaltigkeit anzustreben. Aber es zeigt sich täglich, daß nicht einmal die angestrebten Maße an Zurückhaltung mit allem Wachstum Schritt halten können. Wirtschaftswachstum aber gilt für Industrie und Staat als existenzerhaltende Bedingung. Das ist im Grunde auch zutreffend, wenn man Konkurrenz und Gewinnmaximierung als lebenserhaltende Prinzipien akzeptiert und den Umstand, daß sich frei flottierendes Kapital nur durch Anwachsen erhalten kann.

Solcherart dominierender Wirtschaftstheorie steht die Ahnung der Bürger gegenüber, daß Systeme, die nur durch Wachstum überleben können, an ihrem Wachstum schließlich zugrunde gehen müssen, und daß, wenn zu viele Gewinn maximieren, alle verlieren werden.

Spaltungen im Weltbild einer Gesellschaft sind wir schon begegnet. Lange spielte das konservative Weltbild der Kirche gegenüber einem dynamischen Weltbild der Wissenschaften eine Rolle: im geo- versus heliozentrischen Weltbild, in der kreationistischen versus der evolutiven Lösung. Nun ist (1) die Biologie dominierend, (2) der Bürger wach geworden und (3) empört sich gegen (4) ein Wirtschaftssystem, das dem Empfinden der Kreatur zuwiderläuft.

Im großen und ganzen hängt die neue Spaltung des Weltbilds mit zwei divergenten Strömungen sowohl in der Evolutions- als auch in der Gesellschaftstheorie zusammen. Auf der einen Seite sind es (11.1) die Erfolge der Molekularbiologie und Biochemie, massiv gefördert durch (11.2) Industrie und wirtschaftliche Zwänge, die den Reduktionismus,

die Anwendung linearer Kausalität und die Illusion einer reparierbaren Welt förderten. Auf der anderen Seite ist es die weitere Einsicht in (11.3) die Notwendigkeit, daß sowohl in der Evolutions- wie auch (11.4) in der Gesellschaftstheorie Systembedingungen anzunehmen sind, um sowohl die Evolution des Komplexen zu verstehen als auch die Position von uns Menschen in der Natur.

Teil 12
Retrospekt

Die Evolutionstheorie und ihr Wandel sind Teil unserer Kultur- und Geistesgeschichte. Mit der Theorie der angenommenen Mechanismen des Werdens und einer Deutung der Produkte steht sie meist in engem Zusammenhang mit dem jeweiligen Zeitbild.

Es zeigt sich, daß erstens die wandelnden Vorstellungen vom Platz und den Funktionen des Menschen in der Welt historische Größen sind und jede der vertretenen Positionen nur aus ihrer Geschichte verstanden werden kann. Zweitens wird deutlich, daß diese Vorstellungen mit dem Zeitgeist einer ganzen Kultur verflochten sind. Drittens bieten dieselben Vorstellungen der weiteren Entwicklung spezielle Spaltungen an und geben ebenso spezielle Richtungen weiterer Entwicklung vor – und zwar hinsichtlich eben jenes Platzes und jener Funktionen, die wir uns in diesem Kosmos zugeteilt denken. Diese Einsichten und Annahmen mögen so unsicher, ja fragwürdig sein und wirken dennoch auf die Perspektive des Weges, den wir gemeinsam weiter beschreiten.

12.1
Was wandelt das Weltbild?

Glaube, Wissenschaft und Kunst, also Metaphysik, Wissen und Interpretation, betrachtet man als die tragenden Säulen von Kultur. Privates Leben und Erotik seien auch bedacht, nur ist darüber wenig bekannt und noch weniger ausgesprochen. Aber auch Fertigkeiten tun ihre Wirkung, Formen der Geschäftswelt, der Machtstrukturen und „Überschwemmungen" durch mächtige Nachbarn, wie durch die Geographie der Sprachen deutlich wird.

(1) Metaphysische Konzepte sind von längster Dauer, Juden- und Christentum, Islam und Buddhismus. Sie rühren aus der Notwendigkeit, Leben und Schicksal irgendwie zu deuten. Es folgen die „Ismen", Empirismus und Rationalismus, Materialismus und Idealismus, jene meta-

physiknahen Bemühungen, dem Erkenntnisvermögen eine Grundlage zuzudenken.

(2) Die Weltbilder der Wissenschaften wandeln rascher. Die Ursache beruht auf den sogenannten Kopernikanischen Wenden, in denen sie mit dem konservativen Weltbild der Kirche konfligieren. Allerdings sind das in den Wissenschaften additive Effekte. Treffen die neuen Einsichten zu, werden sie erhalten und nur mehr graduell geändert. Wandelt das Ptolemäische Weltbild zu einem kopernikanischen, bleibt man dabei, auch wenn man die Sonne längst nicht mehr im Zentrum des Kosmos sieht. Wird der Mensch aus der Sonderstellung der Schöpfung ins Tierreich gestellt, bleiben die Biologen dabei, auch wenn sich DARWINS lamarckistische Deutung des Wandels aufgelöst hat. Und wenn sich nach LORENZ des Menschen Verstand nicht als eingehaucht, sondern als adaptiert verstehen läßt, wird sich daran auch nicht mehr viel ändern.

Nach dem additiven Prinzip scheint auch nichts, was sich einmal als richtig erwiesen hat, verloren zu gehen. Das ist tröstlich, zwar nicht für jene einsamen Geister, die ihrer Zeit zu weit voraus waren, aber für die Kulturgeschichte, so beispielsweise, daß MENDELS Einsichten „wiederentdeckt" und LUKREZ Perspektiven nach mehr als einem Jahrtausend auf die Renaissance und noch mehr auf die Aufklärung wirkten.

(3) Die Weltbilder der Künste von den Stilen bis zu den Moden sind nicht additiv, sondern auslöschbar, beweglich, etwas wie einen Zeitgeist nachbildend und nach der Art ihrer Freiheit oft auch Schrittmacher kulturellen Wandels. So mögen CERVANTES den Weg in die Sozialpsychologie und DOSTOJEVSKIJ den in die Tiefenpsychologie vorbereitet haben. In der Regel aber sind es Kollektiveffekte einer Zeit.

12.2 Welche Position hat die Theorie vom Werden?

Natürlich nimmt die Theorie vom Werden des Lebendigen nur einen schmalen Sektor im Rahmen dessen ein, was wir als Kultur und als Zeitgeist verstehen. Die Römer hatten an ihr wenig Interesse, ebenso nicht die mittelalterliche Gelehrsamkeit. Aber da sich die Theorie anheischig macht, auch über den Menschen zu urteilen und die Ursachen seiner Entstehung und seinen Platz in der Welt zu erörtern, ist das Thema nie ganz versiegt.

(1) Die Wirkung des Zeitgeistes auf die Theorie ist nirgends zu übersehen. So finde ich es bereits erstaunlich, daß große Geister in der Zeit der Demokratien des Altertums, wie PLATON und ARISTOTELES, keinen Anstoß an der Sklavenhaltung nahmen, wiewohl sie sich sehr

wohl Gedanken über die Position der menschlichen Kreatur machten. Was die Zeit für angemessen und selbstverständlich hielt, wurde hingenommen.

Es wurde auch hingenommen, was sich in den Schulen der Vorsokratiker bereits vorbereitet hatte, nämlich daß der Mensch nach seiner Vernunft Anteil an der Weltseele habe oder aber von heruntergekommenen Göttern stamme, was eher der Erfahrung entsprach. Nur darüber, daß der Mensch sich zwischen Tieren und Göttern befände, bestand Konsens. Und als im Zeitalter des Glaubens die Kirche dominierte, nahmen auch die Wissenschaften die Spaltung in die zwei Wahrheiten hin – und begnügten sich mit der einen.

Der Materialismus der Aufklärung wurde, vorbereitet schon durch die Anfänge des abendländischen Denkens, aus dem Respekt vor Naturwissenschaft und Technik entwickelt. Aber es waren Philosophen wie Lamettrie, Holbach und Diderot, die ihn ausformulierten und populär machten. Natürlich ist die „Physikalische Venus" von Maupertuis daraus zu verstehen. Aber auch die biologistische Position Lamarcks und selbst Goethes Position, sich „Gott als die Gesetze dieser Welt" vorzustellen, setzen einen solchen Zeitgeist voraus.

Was nun die Serie der Einsichten von Malthus, Spencer und Darwin betrifft, wurde die technisierte Kaufmannswelt des viktorianischen Englands vom ersten vorausgeahnt und vom zweiten durch das Konkurrenzprinzip legitimiert, was wiederum vom dritten schließlich als ein Naturgesetz erkannt wurde.

Nicht anders verhielt es sich mit den folgenden Auseinandersetzungen mit der Kirche. Es mag schon sein, daß Haeckels Knabenwelt im Reich eines Oberregierungsrats in Kirchen- und Schulangelegenheiten eine Distanz und Opposition gegenüber der Kirche beförderte und nahelegte. Aber Erfinder des diesseitigen Monismus war er nicht. Den gab es schon lange. Er eignete sich dafür, wenn auch nicht unverschuldet, von diesem auf den Schild gehoben zu werden. Und solcherart vermeintliche, aus populären Schriften gestützte Selbstsicherheit zeitgenössischer Biologen trug dazu bei, die Abstammungslehre als bewiesen zu denken.

Auch die Wende der Lamarck/Darwinschen Evolutionstheorie zum verkürzten Neodarwinismus, der postulierte, daß Auslese über Zufallsbegegnungen mit neuem Milieu als Erklärung genüge, war im Zeitgeist vorbereitet. Um das zu erkennen, muß man allerdings ein wenig näher Einblick nehmen.

Eine Zeitströmung und zwei zeitgeförderte Wissenschaften verflochten sich zu einem neuen Weltbild: Die industrielle Revolution hatte scheinbar den Erfolg simplen Kausaldenkens, die neue Physiologie physikalistische Mechanismen im Lebendigen und die Genetik den mutmaßlich linearen Informationstransfer belegt. Man erinnert sich der Weismann-Doktrin. Dem gegenüber schienen der Vitalismus sowie der

Lamarckismus, wenn auch mißverstanden, widerlegt. Warum also sollte man nicht einer einfacheren Lösung zuneigen, da beide Vorstellungen – die Vorstellung von inneren Mechanismen, und die Vorstellung, die diese mit Lamarckismus verwechselte – als unbelegbar erschienen.

Die Verkürzung vom Darwinismus zum Neodarwinismus, daß sich nun auch die erbliche Variabilität zureichend aus physikalischen Zufällen erklärte, war bereits ähnlich vorbereitet.

Eine nun noch deutlicher ideologische Zeitströmung verflechtet sich mit zwei weiteren, neuen, zeitgeförderten Wissenschaften, die eigentlich schon zum Weltbild unserer Tage gehören: mit der Molekularbiologie und der Synthetischen Theorie. Die Zeitströmung ist neoliberalistisch, unausgesprochen angeführt vom Optimismus des pragmatischen Reduktionismus. Der Marxismus ist verteufelt, befindet sich im wirtschaftlichen Zusammenbruch. Die molekulare Biologie und Genetik sind angefüllt mit erklärtem Reduktionismus und übernehmen einen Großteil der Szene. Die Synthetische Theorie reduziert sich auf Mikro-Evolution, Morphologie wird als deutsche idealistische Philosophie abgetan.

Aus diesem geschlossenen, noch dazu marktgeförderten Strom läßt sich verstehen, daß aus der Fülle der Beweise für die Abstammungslehre eine noch größere Fülle offener Fragen resultiert – offene Fragen, die durch den zeitführenden, synthetischen Neodarwinismus nicht nur nicht gelöst wurden, sondern seine Dogmen sogar widerlegten und somit erst verkleinert, dann verdrängt und endlich ganz vergessen wurden.

Die systemtheoretische Gegenströmung ist erst als Ansatz zu verstehen. Was schon in den 1930er und 40er Jahren von dem Freundeskreis Bertalanffy, Paul Weiss und Lorenz vorgedacht worden war, erhält seit den 1970er Jahren Aufwind durch das Umweltproblem.

Der Neoliberalismus und seine reduktionistische Gesellschaftstheorie beginnen ihre bedrohlichen Folgen zu zeigen. Die Umweltbewegung und die Bildung von NGOs (Non Governmental Organizations) sind die Folgen und fördern eine systemisch, global konzipierende Ökologie. Man redet von Biosphäre, Nachhaltigkeit, Beweislastumkehr und vom Recht auf bürgerlichen Ungehorsam.

Wie unabhängig davon vertieft und verbreitet sich eine Naturalisierung der Erkenntnistheorie: die Evolutionäre Erkenntnislehre. Aber bald zeigt sich der vom Zeitgeist geführte Zusammenhang: nämlich über Einsichten in die Limits unseres konzeptionellen Denkens und über den Widerstand gegen die Machbarkeits-Ideologie. Zusammen lassen diese Strömungen mit Blick auf Komplexität über jene Systemzusammenhänge nachdenken, die unsere Existenz stammesgeschichtlich ermöglichten und sie in unserer Umwelt weiterhin ermöglichen sollten.

Nach meiner schon dargestellten Ansicht erlaubt die Evolutionäre Erkenntnislehre unseren Prozeß des Erkennens aufzuklären, während die Systemtheorie die Auflösung der offenen Fragen im Prozeß der Evolution ermöglicht. Zusammen genommen gewährleisten sie eine verläß-

lichere Bestimmung unseres Herkommens und unseres verantwortungsvollen Platzes auf Erden.

(2) Die Wirkung der Theorie auf den Zeitgeist ist von anderer, vereinfacht dürfte man sagen von legitimatorischer Art. Das soll nicht heißen, daß die Wissenschaft nur nachhinkt und lediglich das bereits Selbstverständliche bestätigt. Alle bedeutenden Schritte, die gesetzt wurden, sind Taten, Kühnheiten, sogar Heldentaten.

Es ist dem Mechanismus der Gesellschaft und deren jeweiligen, wissenschaftlichen Schulen zuzuschreiben, daß Innovationen, die noch nicht in die Zeit passen, auch nicht zureichend viele Vertreter und damit keine Verbreitung finden. Richtige Einsichten, die ihrer Zeit voraus sind, das war schon festzustellen, haben, so trivial das klingt, zu warten, bis die Zeit für sie reif geworden ist.

Dennoch sind die Erneuerungen in der Evolutionstheorie nicht minder Schrittmacher im kulturellen Wandel. Denn nur das, was sich aus der Fülle des Durcheinanders der Meinungen und Erwartungen, die einen Zeitgeist zusammensetzen, methodisch als machbare Erfahrung bestätigt, bleibt erhalten. Und in diesem Sinne sind die Innovatoren der Theorie, selbst die zeitgemäßen, ihrer Zeit voraus, indem sie aus jenem Durcheinander das herausfinden und auch gegen Widerstände vertreten, was sich als richtig erweist.

Es gilt in diesem Szenario auch einen gewissen Gegentrend zu beachten. Die großen Schritte, die gemacht werden, schaffen um sich herum ein eigenes Milieu, das doch einige Geister nicht ruhen läßt, etwas wie eine noch nicht etablierte wissenschaftliche Schule.

Nehmen wir die drei kopernikanischen Wenden, wie sie den Menschen erst am Rand des Kosmos, dann zunächst physisch, zuletzt geistig aus dem Tierreich entstehen ließen. KOPERNIKUS ist über seine Entdeckung gestorben, DARWIN hat seine Mansion in Down, LORENZ jene in Altenberg nicht mehr verlassen. Keiner von ihnen hat sich ins Getümmel der nachfolgenden Diskussion gestürzt. Es sind jeweils die folgenden Generationen, es sind GALILEI und KEPLER, HUXLEY und HAEKKEL, und im Falle der Evolutionären Erkenntnislehre VOLLMER, OESER und ich selbst, die die Auseinandersetzung auf sich nehmen.

12.3 Die Eigengesetzlichkeit des Prozesses

Zwischen der Entwicklung des Zeitgeistes und der Theorie der Evolution gibt es also selbst einen quasi autonomen, autopoietischen, sich selbst schöpfenden Systemzusammenhang. Und daraus folgt etwas wie ein übergeordnetes Entwicklungsprinzip, sowie abschließend die Frage, wie weit man sich seiner Führung anvertrauen kann.

(1) Zunächst ergibt sich eine Richtungshaftigkeit des Vorganges. Das hängt schon mit der additiven Struktur der Wissenschaften zusammen. Niemand hätte ihren Turm allein errichten können. Wir stehen alle „auf den Schultern von Riesen". Nichts, was sich einmal bestätigt hat, geht in diesem Turmbau verloren.

Aber es scheinen sich eben nicht nur empirische Wahrheiten zu bestätigen. Es bestätigen sich auch Übereinkommen, Gemeinplätze und das, was man Paradigmen nennt, also Annahmen, die für den Bau einer Wissenschaft die Voraussetzung, aber selbst aus der Erfahrung nicht mehr zu begründen sind.

Da beginnt diese Richtungshaftigkeit merkwürdig zu werden. Schon die Vorsokratiker, und zwar beider Lager, waren der Ansicht, daß die Position des Menschen zwischen jenen der Tiere und der Götter zu bestimmen sei. Das ist nicht in allen Ethnien so. Völker der Arktis beispielsweise betrachten den Bären als ihren Mittler zu den Göttern. Unsere gesamte Kulturgeschichte hat jedoch diese Position nicht mehr verlassen. Sie mag auch heute allen Lagern hoffnungsvoll erscheinen.

Ebenso hat unsere Kultur die Hinnahme von zweierlei Wahrheiten nicht mehr verlassen, was umso merkwürdiger ist, als wir bei der Prüfung jeder der beiden, wiewohl sie immer einander widersprechend blieben, mit Akribie ins Gericht gehen. Als allgemeines Prinzip kennen wir das schon von GOETHE:

„Es erben sich Gesetz und Rechte
wie eine ewge Krankheit fort.
Sie ziehen von Geschlecht sich zu Geschlechte
und rücken sanft von Ort zu Ort.
Vernunft wird Unsinn, Wohltat Plage,
weh dir, daß du ein Enkel bist.
Vom Rechte, das mit dir geboren ist,
von dem ist, leider, nie die Frage."

Kann das auch für die Paradigmen unserer Theorie gelten? Eines will ich herausgreifen. Physikalisch betrachten wir Leben als einen höchst unwahrscheinlichen Zustand. Dennoch finden wir uns zur Annahme gelenkt, daß dieser durch Bedingungen von außen, nämlich durch die Auswahl einer, wenn auch sehr langen Serie physikalischer Zufälle erblicher Änderung entstanden ist. Etwas wie ein zwanghafter Prozeß, an dessen vorläufigem Ende wir selber stehen.

Wir sollen verstehen, daß entgegen den Bedingungen der Entropie, die, solange Temperatur/Bewegung existiert, alles ins Chaos der Gleichverteilung schüttelt, dennoch fortgesetzt Ordnung entsteht: in den Strukturen des Kosmos, komplexer Moleküle, des Lebendigen und der Kulturen. Ermöglicht wird dies dadurch, daß in offenen Systemen mehr Chaos abgeführt als im Inneren aufgebaut wird.

Durchgesetzt wird es, indem geordnete Systeme neue Erhaltungsbedingungen gewinnen, Erhaltungsbedingungen aber, deren Erhaltungszeit mit zunehmender Komplexität immer kürzer wird. Während man den Sonnen noch eine Lebenszeit von einigen Milliarden Jahren zudenkt, sind es bei den Arten nur mehr einige Millionen Jahre und bei den Kulturen lediglich Jahrtausende. Soll dann die höchste Ordnung, in neue Erhaltungsbedingungen gedrängt, keine Erhaltungszeit mehr besitzen?

Wie nimmt sich in solcherart Weltbild unser Menschenbild aus? Sind wir zurück bei JACQUES MONOD, einem sinnlosen kosmischen Getriebe, oder steckt, wie TEILHARD DE CHARDIN meinte, hinter dem Ganzen ein Sinn und Ziel, eine prästabilierte Harmonie? Kann uns, wie ich es analysierte, die Sicht auf eine poststabilierte Harmonie beruhigen? Oder sind wir an die Anfänge allen Philosophierens zurück gekommen, im Dilemma zwischen schwer faßlicher Zwecklosigkeit und einer fremdgesteuerten, zweckgerichteten Weltordnung?

(2) Was also sollen wir glauben? In dem Wandel von Zeitgeist, Evolutionstheorie und Menschenbild scheint mir ein tröstlicher Zug zu liegen. Wir sind auf die Widersprüche unserer Vorstellungen mit der Erfahrung doch immer wieder aufmerksam geworden. So lange sie auch durch den Zeitgeist, durch Doktrinen und Ideologien verdunkelt oder geleugnet wurden, sie sind doch immer wieder aufgetaucht, haben nicht ruhen lassen, Unruhe gestiftet, Auseinandersetzung zur Folge gehabt und die gerade sichtbaren Widersprüche allmählich gelindert.

Das ist ein berührend schöner Zug des Menschen und scheint Hoffnung zu geben, daß auch unser Verständnis für das organismische Werden allmählich richtiger und unser Menschenbild sich dem Menschlichen nähern wird. Allmählich ist unsere Herkunft verstanden worden, unsere Geschichte, die Bescheidenheit unserer Ausstattung, unsere Überheblichkeit, unsere Verflechtung im Komplexen und unsere Verantwortlichkeit für die Welt, in der wir leben. Das ist noch nicht viel, als Weg aber hoffnungsvoll.

Weiterführende Literatur

Schlüsselwerke

Aristoteles. Werke in deutscher Übersetzung. Zoologische Schriften II Band 17. 1985: Übersetzt und erläutert v. Jutta Kollesch. Akademie-Verlag, Berlin

Baer KE (1828) Über Entwicklungsgeschichte der Tiere. Bornträger, Königsberg

Bertalanffy L (1968) General System Theory; Foundation, Development, Application. Braciller, New York

Darwin Ch (1845) Reise eines Naturforschers um die Erde. 1875 Deutsch von J. Victor Carus, 1962 bearbeitet von Irma Bühler. Steingrüben, Stuttgart

Darwin Ch (1859) On the Origin of Species. John Murray, London. 1876: Über die Entstehung der Arten durch natürliche Zuchtwahl, 6. Auflage. Schweizerbartsche Verlagshandlung, Stuttgart

Darwin Ch (1873) Das Variieren der Thiere und Pflanzen im Zustand der Domestikation. 2 Bände, Schweizerbart, Stuttgart

Driesch H (1909) Philosophie des Organischen, 2 Bände. Engelmann, Leipzig

Goethe JW (1795) Erster Entwurf einer allgemeinen Einleitung in die vergleichende Anatomie, ausgehend von der Osteologie. II. Weimarer Ausgabe. Böhlau, Weimar

Haeckel E (1866) Generelle Morphologie der Organismen, 2 Bände. Reimer, Berlin

Haeckel E (1904) Die Lebenswunder; gemeinverständliche Studien über Biologische Philosophie, 2 Bände. Kröner, Stuttgart

Huxley J (1942) Evolution, the modern Synthesis. Harper, New York

Koestler A (1972) Der Krötenküsser; Der Fall des Biologen Paul Kammerer. Molden, Wien München Zürich

Koestler A, Smythies J (Hrsg.) (1970) Das neue Menschenbild. Molden, Wien München Zürich

Lamarck J de M (1809) Philosophie Zoologique. 1909: Zoologische Philosophie (Deutsch von H. Schmidt). Kröner, Leipzig

Lorenz K (1972) ([4]1983) Die Rückseite des Spiegels. Versuch einer Naturgeschichte menschlichen Erkennens. Piper, München Zürich

Lorenz K (1973) Die acht Todsünden der zivilisierten Menschheit. Piper, München Zürich

Ludwig H (1976) Materialismus und Metaphysik. Studien zur epikureischen Philosophie des T. Lucretius Carus. Hanstein, Köln

Lyell C (1830) Principles of Geology. Murray, London

Malthus TR (1817) An Essay on the Principle of Population. Murray, London

Maupertuis PLM de (1745) Venus Physique, contenant deux dissertations, l'une sur l'origine des hommes et des animaux; et l'autre sur l'origine des noirs. Jean Martin, La Haye
Mayr E (1942) Systematics and the Origin of Species. Columbia University Press, New York
Mendel G (1866) Über Pflanzen-Hybriden (vorgelegt in der Sitzung vom 8. Februar und 8. März 1865). Akademie, Brünn
Monod J (1971) Zufall und Notwendigkeit. Philosophische Fragen der modernen Biologie. Piper, München Zürich
Morgan T (1907) Regeneration. Engelmann, Leipzig
Owen R (1848) On the Archetype and Homologies of the Vertebrate Skeleton. J. van Voorst, London
Plate L (1925) Abstammungslehre, Theorien, Einwände und Folgerungen in kurzer Darstellung. G. Fischer, Jena
Remane A (1952, 1971) Grundlagen des natürlichen Systems, der vergleichenden Anatomie und Phylogenetik. Koelz, Königstein/Taunus
Riedl R (1975) Die Ordnung des Lebendigen. Systembedingungen der Evolution. Parey, Hamburg Berlin
Riedl R (1985) Die Spaltung des Weltbilds. Biologische Grundlagen des Erklärens und Verstehens. Parey, Hamburg Berlin
Riedl R (1988) Der Wiederaufbau des Menschlichen. Wir brauchen Verträge zwischen Natur und Gesellschaft. Piper, München Zürich
Saint-Hillaire Geoffroy É (1818–22) Philosophie anatomique. Méquinon-Marvis, Paris Culture et civilisation, Bruxelles
Spencer H (1850–93) A System of Synthetic Philosophy 10 Bände. Longmans, London
Teilhard de Chardin P (1959) Der Mensch im Kosmos. Beck, München
Thompson D (1942) Growth and Form. Cambridge University Press, Cambridge
Waddington C (1957) The Strategy of the Gene. Allan and Unwin, London
Wagner GP (1989) The origin of morphological characters and the biological basis of Evolution. Evolution 43:1157–1171
Wallace AR (1889) Darwinism. Macmillan, London
Wallace AR (1905) My Life, 2 Bände. Dodd, Mead & Co., New York
Weismann A (1892) Das Keimplasma. Eine Theorie der Vererbung. G. Fischer, Jena

Nachschlagwerke

Durant W (ab 1935) Kulturgeschichte der Menschheit in 32 Bänden. Edition Rencontre, Lausanne
Glass B, Temkin O, Straus W (1968) The Forerunners of Darwin 1745–1859. Johns Hopkins Press, Baltimore
Jahn I (1990) Grundzüge der Biologiegeschichte. G. Fischer, Jena
Robertson R (1987) Darwin and the Emergence of Evolutionary Theories of Mind and Behavior. Univ Chicago Press, Chicago London
Tarnas R (1999) Idee und Leidenschaft. Die Wege des westlichen Denkens. Deutscher Taschenbuch Verlag, München
Wieser W (Hrsg.) (1994) Die Evolution der Evolutionstheorie: von Darwin zur DNA. Spektrum, Heidelberg Berlin Oxford

Rupert Riedl, geboren 1925 in Wien, Sohn des Bildhauers Josef Riedl; Meeresexpeditionen, promoviert in Zoologie und Anthropologie in Wien, ab 1965 Prof. for Zoology and Marine Sciences in NC, USA, ab 1971 für Zoologie in Wien. Bücher über Meereskunde, dann über Evolutions- und Erkenntnistheorie, 1975 Gründung des 'Forums Österreichischer Wissenschaftler für Umweltschutz', 1990 des 'Konrad Lorenz Instituts für Evolutions- und Kognitionsforschung' in Altenberg, 2002 des 'Club of Vienna'.

In einer unterhaltsamen wie anspruchsvollen und packenden Zeitreise entlang der diversen Theorien zur Entwicklung des Lebendigen, führt uns der Altmeister der Systemtheorie des Erkennens von der „heroischen Phase" über die „ideologische" bis hin zur heutigen „systemischen Phase". Seine Auseinandersetzung mit zahllosen Biologen und ihren Theorien gründet auf die beiden Ansichten, daß man den Zustand von Theorien am besten aus deren Geschichte heraus versteht und daß ein wechselseitiger Zusammenhang zwischen Zeitgeist und biologischen Theorien besteht. Professor Riedl legt uns mit diesem Buch eine Kulturgeschichte der Evolutionstheorie vor mit dem Ziel, den Wandel von Einsichten im Laufe unserer kulturellen Entwicklung zu sehen und zu erkennen. Ein Muß für jeden Biologen und Philosophen.

ISBN 3-540-43668-5

9 783540 436683

http://www.springer.de