ARGUMENT – STUDIENHEFTE SH

SH 1	Altvater/Haug/Herkommer/ Holzkamp/Kofler/Wagner	Wozu „Kapital"-Studium? 3,50 DM
SH 2	Friedrich Tomberg	Was heißt bürgerliche Wissenschaft? 2,50 DM
SH 3	M. v. Brentano	Philosophie, Theoriestreit, Pluralismus. 3,50 DM
SH 4	W.F. Haug	Kampagnen-Analysen (1). 5,00 DM
SH 5	Wolfgang Abendroth	Faschismus und Antikommunismus. 2,50 DM
SH 6	Mason/Czichon/Eichholtz/ Gossweiler	Faschismus-Diskussion. 4,50 DM
SH 7	Heinz Jung	Strukturveränderungen der westdeutschen Arbeiterklasse. 3,50 DM
SH 8	Haug/Völker/Zobl	Der Streit um Hanns Eislers »Faustus«. 3,50 DM
SH 9	Thomas Metscher	Kritik des literaturwissenschaftlichen Idealismus. 2,50 DM
SH 10	Dreitzel/Furth/Frigga Haug	Diskussion über die Rollentheorien. 4,00 DM
SH 11	Erich Wulff	Der Arzt und das Geld. 2,50 DM
SH 12	Volkmar Sigusch	Medizinische Experimente am Menschen. 2,50 DM
SH 13	Peter Fürstenau	Zur Psychoanalyse d. Schule als Institution. 2,50 DM
SH 14	Heydorn/Konneffke	Bildungswesen im Spätkapitalismus. 4,50 DM
SH 15	Frigga Haug	Für eine sozialistische Frauenbewegung. 3,50 DM
SH 16	Friedrich Tomberg	Basis u. Überbau im histor. Materialismus. 4,50 DM
SH 17	Thomas Metscher	Ästhetik als Abbildtheorie. 4,00 DM
SH 18	Michael Nerlich	Romanistik und Antikommunismus. 3,50 DM
SH 19	Warneken/Lenzen	Zur Theorie literarischer Produktion. 3,50 DM
SH 20	W.F. Haug	Die Einübung bürgerlicher Verkehrsformen bei Eulenspiegel. 2,50 DM
SH 21	Axel Hauff	Die Katastrophen des Karl Valentin. 4,50 DM
SH 22	BdWi/Marvin/Theißen/ Voigt/Uherek	Die NofU - Arbeitsweise der Rechtskräfte an der Uni. 5,00 DM
SH 23	Erich Wulff	Transkulturelle Psychiatrie. 4,50 DM
SH 24	Gleiss/Heintel/Henkel/ Jaeggi/Maiers/Ohm/Roer	Kritische Psychologie (I). 8,00 DM
SH 25	Reinhard Opitz	Der Sozialliberalismus. 5,00 DM
SH 26	Schnädelbach/Krause	Ideologie-Diskussion. 4,00 DM
SH 27	Eisenberg/Haberland	Linguistik. 3,00 DM
SH 28	Werner Krauss	Literaturgeschichte als geschichtl. Auftrag. 4,50 DM
SH 29	Tjaden/Griepenburg/ Kühnl/Opitz	Faschismus-Diskussion (II). 5,00 DM
SH 30	Marcuse/Abendroth/ Gollwitzer/Stolle/u.a.	Studentenbewegung - und was danach? 5,00 DM
SH 31	BdWi u.a.	Demokratische Hochschulreform. 4,00 DM
SH 32	Helmut Ridder	Zur Ideologie der »Streitbaren Demokratie«. 4,50 DM
SH 33	W.F. Haug	Ideologie/Warenästhetik/Massenkultur. 4,00 DM
SH 34	Erich Wulff	Psychiatrie und Herrschaft. 4,00 DM
SH 35	Abholz/Böker/Frießem/Jenss	Arbeitsmedizin. 6,00 DM
SH 36	Haug, Marcuse, u.a.	Emanzipation der Frau. 8,00 DM
SH 37	Projekt Automation und Qualifikation	Bildungsökonomie und Bildungsreform. 8,00 DM
SH 38	D. Henkel/D. Roer	Sozialepidemiologie psychischer Störungen. 4,00 DM
SH 39	H. Gollwitzer	Christentum/Demokratie/Sozialismus (I). 7,00 DM
SH 40	H. Gollwitzer	Christentum/Demokratie/Sozialismus (II). 7,00 DM
SH 42	G. Mattenklott	Nach Links gewendet. Neuere Literatur. 4,50 DM
SH 43	Schagen u.a.	Medizinerausbildung. 4,50 DM
SH 44	Überregional. Frauenprojekt	Frauengrundstudium. 5,00 DM

Materialistische Wissenschaftsgeschichte

Naturtheorie und Entwicklungsdenken

mit Beiträgen von
K. Bonik, J. Brockmeier, E. Gärtner,
W. Gutmann, E. Hickel, H. Hörz,
E. Mendelsohn, J. Rohbeck,
V. Schurig, M. Weingarten,
K. Wenig, M. Wolff

ARGUMENT-SONDERBAND AS 54

Redaktion dieses Bandes

Helmut Bien, Gerhard Herrgott, Peter McLaughlin, Hans-Jörg Rheinberger, Jörg Tuguntke, Jörg Zeller

CIP-Kurztitelaufnahme der Deutschen Bibliothek

Materialistische Wissenschaftsgeschichte: Naturtheorie u. Entwicklungsdenken / mit Beitr. von Bonik, Klaus ... – Berlin: Argument-Verlag, 1981. (Das Argument: Argument-Sonderbd.; AS 54)
ISBN 3-920037-67-7

NE: Bonik, Klaus [Mitverf.]; Das Argument / Argument-Sonderband

Copyright © Argument-Verlag GmbH Berlin 1981. Alle Rechte – auch das der Übersetzung – vorbehalten. – Redaktion und Verlag: Altensteinstr. 48a, 1000 Berlin 33, Telefon: 030/8314079 – Bestelladresse: Argument-Vertrieb, Tegeler Straße 6, 1000 Berlin 65, 030/4619061. Postscheckkonto Berlin West 5745–108, BLZ 10010010. – Satz: ass-fotosatz, Göttingen. – Herstellung: alfa-druck, Göttingen. – Umschlaggestaltung: Sigrid von Baumgarten und Hans Förtsch. – 1.–3. Tausend März 1981.

ISBN 3-920037-67-7

Inhalt

Über die Autoren 4

Editorial 5

Everett Mendelsohn
Das Kontinuierliche und das Diskrete in der Geschichte der Wissenschaft 7

Michael Wolff
Boris Hessen und die sozialen Ursprünge physikalischer Theoriebildung 34

Johannes Rohbeck
Zum Verhältnis von Menschheits- und Naturgeschichte in der Fortschrittstheorie des ausgehenden 18. Jahrhunderts 47

Jens Brockmeier
Prinzipien, Systemvorstellungen und Erkenntnismittel der wissenschaftlichen Theoriebildung. Die methodische Bedeutung der klassischen Physik für das Ordnungsproblem in der Biologie des 18. Jahrhunderts .. 65

Michael Weingarten
Kontinuität und Stufenleitern der Natur. Zum Verhältnis von Leibniz und Bonnet 87

Herbert Hörz und Klaus Wenig
Zur Genese des Entwicklungsdenkens in der Biologie bis zur Mitte des 19. Jahrhunderts 107

Erika Hickel
Die industrielle Arzneimittelforschung am Ende des 19. Jahrhunderts und die Durchsetzung einer reduktionistischen Biologie 132

Edgar Gärtner
Die Evolutionstheorie und die Entwicklung der Ökologie 154

Wolfgang Friedrich Gutmann und Klaus Bonik
Muß der Darwinismus korrigiert werden? Historische Belastung des Evolutionskonzepts und ein neuer Entwurf 170

Volker Schurig
Die Grenzen eines „physikalistischen Evolutionskonzeptes". Zum Aufsatz von Gutmann und Bonik 193

Wolfgang Friedrich Gutmann und Klaus Bonik
Antwort auf Schurig 197

Über die Autoren

Bonik, Klaus, geb. 1952; Dipl. Biologe, z. Zt. erwerbslos. Zeitschriftenveröffentlichungen. Arbeitsgebiete: Evolution, Biomechanik, Ökologie.

Brockmeier, Jens, Dr. phil., geb. 1951; wiss. Assistent am Psychol. Inst. der FU Berlin. Letzte Veröff.: *Die Naturtheorie Giordano Brunos* (1980). Arbeitsgebiete: Erkenntnistheorie, Philosophie- und Wissenschaftsgeschichte.

Gärtner, Edgar, geb. 1949; Staatsexamen in Biologie und Sozialwissenschaften, Doktorand. Veröff.: *Arbeiterklasse und Ökologie* (1979).

Gutmann, Wolfgang Friedrich, Dr. rer., nat., geb. 1935; Priv.-Doz., Sektionsleiter für Vergleichende Anatomie im Forschungs-Institut Senckenberg. Veröff.: *Kritische Evolutionstheorie* (zus. m. *K. Bonik,* 1980); zahlreiche Aufsätze. Arbeitsgebiete: Entwicklung tierischer Organisationen, wissenschaftstheoretische Grundfragen von Biologie.

Hickel, Erika, Prof. Dr. rer. nat.,; Professorin f. Geschichte der Pharmazie und der Naturwissenschaften an der TU Braunschweig. Wichtigste Veröff.: *Arzneimittelstandardisierung im 19. Jhdt.* (1972); Aufsätze. Arbeitsgebiete: Geschichte der Arzneimittel und der Biochemie.

Hörz, Herbert, Prof. Dr. phil. habil., geb. 1933; Leiter des Bereichs Philosophische Fragen der Wissenschaftsentwicklung am ZI f. Philosophie, Akademie der Wissenschaften der DDR. Letzte Veröff.: *Mensch contra Materie?* (1976); *Zufall* (1980).

Mendelsohn, Everett, Prof. Dr.; Professor an der Harvard-University, Cambridge/Mass. Arbeitsgebiete: Biologie, soziologische Wissenschaftsgeschichte, Geschichte der Physiologie des 19. Jh.

Rohbeck, Johannes, Dr. phil., geb. 1947; Studienrat z.A. Letzte Veröff.: *Egoismus und Sympathie. David Humes Gesellschafts- und Erkenntnistheorie* (1978). Arbeitsgebiet: Zusammenhang Gesellschafts- und Naturtheorie.

Schurig, Volker, Prof., Dr., geb. 1942; Professor am IZHD. Wichtigste Veröff.: *Naturgeschichte des Psychischen I + II* (1975); *Entstehung des Bewußtseins* (1976). Arbeitsgebiete: Wissenschaftstheorie der Naturwissenschaften und der Psychologie.

Wenig, Klaus, Dr. phil., geb. 1941; wiss. Mitarbeiter am ZI f. Philosophie, Akademie der Wissenschaften der DDR. Veröff.: *Weltanschaulich-philosophische und biotheoretische Probleme beim Botaniker C. v. Nägeli* (1979). Arbeitsgebiete: Philosophische Probleme der Biologie, Evolutionstheorie.

Weingarten, Michael, geb. 1954; Studium der Germanistik, Philosophie und Soziologie in Marburg. Arbeitsgebiete: Geschichte der Physik und Biologie, Wissenschaftstheorie.

Wolff, Michael, Dr. phil., geb. 1942; Priv.-Dozent in Bielefeld. Letzte Veröff.: *Der Begriff des Widerspruchs* (1981). Arbeitsgebiete: Wissenschafts- und Philosophiegeschichte, Sozialphilosophie.

Editorial

Die meisten Aufsätze dieses Bandes haben als Gegenstand die Entwicklung des Denkens von „Entwicklung" in der Biologie. Aus dem riesigen Problemfeld werden darin natürlich nur wenige Aspekte thematisiert und auch methodisch ergeben diese Beiträge nicht eine „geschlossene" materialistische Theorie der Wissenschaftsentwicklung. Sie dokumentieren aber durch die Verschiedenheit ihrer Verfahrensweisen und die Verschiedenheit der aufgezeigten Zusammenhänge der Wissenschaftsentwicklung zu anderen geschichtlichen Prozessen die Vielfalt der Aspekte, die eine materialistische Wissenschaftsgeschichte berücksichtigen muß. Sie muß sich jedenfalls freimachen von den Legenden der simplen Reduktion auf *einen* determinierenden Faktor, ohne die tatsächlichen Einflüsse etwa der ökonomischen Verhältnisse auf die Wissenschaft zu verleugnen – für welche *E. Hickel* ein handgreifliches historisches Beispiel gibt.

Die Aufsätze präsentieren ein breites Spektrum von Arbeiten am wissenschaftshistorischen Material: begriffsgeschichtliche Studien (*Mendelsohn, Weingarten, Gärtner*), Arbeiten zum Verhältnis von Natur- und Gesellschaftswissenschaften (*Rohbeck*), zum Verhältnis naturwissenschaftlicher Disziplinen untereinander (*Brockmeier, Gärtner*), zum Verhältnis von Naturtheorie und Philosophie (*Mendelsohn, Weingarten, Hörz/Wenig*), disziplingeschichtliche Rekonstruktionen (*Gärtner, Bonik/Gutmann*), Beiträge zum Verhältnis von Theorietypus und gesellschaftlicher Form der Produktion (*Wolff, Hikkel*) sowie zu aktuellen Problemen der Theoriebildung im Bereich des biologischen Evolutionsdenkens (*Bonik/Gutmann, Schurig, Gärtner*).

Mit dem Verhältnis von Kontinuität und Diskontinuität in der Geschichte der Philosophie und der Wissenschaft thematisiert *E. Mendelsohn* Zusammenhänge zwischen der Theoriebildung einzelner Wissenschaften, dem gesellschaftlichen Selbstverständnis der Wissenschaftler in einer Epoche und damit dem „Bild" von der Natur und der Gesellschaft, das für die Theoriebildung leitend wird. Seine These, daß „Kontinuität" und „Diskontinuität" nicht Kategorien für aus der Natur herauszulesende objektive Beschaffenheiten, sondern Leitvorstellungen sind, die die Wahrnehmung und wissenschaftliche Konzipierung strukturieren, verbindet er mit der Frage nach der Aktualität der *begrifflichen* Diskontinuitätsproblematik; er stellt sie in den Zusammenhang der *politischen* Diskontinuität der 1960er/70er Jahre.

Mendelsohn benutzt als Verbindungsglied zwischen sozialen Verhältnissen und Theoriebildung die „weltanschauliche" Disposition einzelner Wissenschaftler. *M. Wolff* zeigt dagegen, wie eine sozialö-

konomische Problematik in die Konstitution physikalischer Grundbegriffe hineinwirkt. Unter ähnlicher Frage untersucht *J. Rohbeck* jene Linien, die am ausgehenden 18. Jahrhundert vom Denken der Menschheitsgeschichte zum Denken der Naturgeschichte führen.

J. Brockmeier stellt die These auf, daß der Konstitutionsprozeß der Geschichte der lebenden Natur zur Wissenschaft „ex principiis" nicht gegen, sondern unter methodischem Aspekt gerade mit und am Leitfaden der durch Newton gesetzten Ansprüche naturwissenschaftlicher Theoriebildung stattfand. So argumentiert er gegen die oft allzuleicht angenommenen disziplinären Unverträglichkeiten einer als mechanizistisch verstandenen Physik und einem angeblichen Vitalismus der Biologie des 18. Jahrhunderts.

Gegen allzu leicht hergestellte ideengeschichtliche Zusammenhänge wiederum versucht *M. Weingarten* anzugehen: er relativiert die Nähe biologischer Stufenleitervorstellungen des 18. Jahrhunderts zur Leibnizschen Philosophie und warnt nicht nur vor zeitlich-horizontalen Kurzschließungen sondern auch vor dem „vertikalen" Kurzschluß, der entscheidende Schritt zu einer Evolutionstheorie des 19. Jahrhunderts habe bestanden in einer historisierenden Uminterpretation des Stufenleiterkonzepts der Natur.

Einen Überblick über die Schritte in der Herausbildung des Entwicklungsdenkens in der Biologie geben *H. Hörz* und *K. Wenig.* Wie bei *Mendelsohn* am Konzept von Kontinuität/Diskontinuität wird hier deutlich, wie die Rekonstruktion der Genese des Entwicklungsdenkens auch verlangt die Reflexion auf jenen Begriff von Entwicklung, welcher der Rekonstruktion selbst zugrundeliegt. *E. Hickel* zeigt anhand der Entwicklung der Biochemie und Pharmazie im späten 19. Jahrhundert einen Zusammenhang von wissenschaftlichen Institutionen und den Verwertungsinteressen der Großindustrie auf, der die Durchsetzung eines bestimmten Typus wissenschaftlicher Theorie maßgeblich bedingte.

E. Gärtner zeigt, wie eine bestimmte Auffassung von Ökonomie der Natur zu den theoretischen Konstitutionsbedingungen der Darwinschen Revolution gehörte, ohne daß damit schon die weitere Entwicklung ökologischen Denkens programmiert war. Anstöße zur Weiterentwicklung der Ökologie kamen aus anderen Bereichen und die theoretischen Probleme, die in der Ökologie gestellt werden, werfen jetzt neue Fragen an die Evolutionstheorie auf.

Daß es im Rahmen der Theorie der biologischen Evolution stets neue Problemsichten zu verarbeiten gilt, so die energetischen Aspekte des Organismus, wird von *K. Bonik* und *W. F. Gutmann* an Beispielen aus der Rekonstruktion der Stammesgeschichte (Phylogenese) dargestellt und von *Schurig* kritisch kommentiert. Der Zusammenhang der von *Gärtner* und *Bonik/Gutmann* vorgetragenen Fragen an die Darwinsche Theorie mit dem ökologischen Denken und Handeln der Gegenwart erinnert an Zusammenhänge, die *M. Wolff* für die klassische Physik aufgezeigt hat: wie dort eine sozialökonomische wirkt hier eine „sozialökologische" Problematik in die Grundbegriffe einer Wissenschaft hinein.

Die Vielfältigkeit der theoretischen und methodischen Ansprüche von Wissenschaftlern, die sich in der Bundesrepublik mit einer „materialistisch orientierten Wissenschaftsgeschichtsschreibung" auseinandersetzen, auch die unterschiedlichen Einschätzungen der wissenschaftlichen und politischen Bedeutung der Wissenschaftsgeschichte wird auch in einer von uns durchgeführten Umfrage deutlich, deren Ergebnisse in die Konzeption dieses Bandes eingeflossen sind. Diese Umfrage mit den Antworten von K. Bayertz, M. Heidelberger, E. Hickel, M. Jäger, W. Krohn/W. v. Daele/T. Spengler, L. Lambrecht, J. Mittelstraß, H.-J. Sandkühler, M. Wolff wird im Heft 126 der Zeitschrift DAS ARGUMENT (März 1981) veröffentlicht.

Everett Mendelsohn

Das Kontinuierliche und das Diskrete in der Geschichte der Wissenschaft*

Als sich das 19. Jahrhundert seinem Ende näherte, erschien der erste Band der bemerkenswerten vierbändigen „History of European Thought in the Nineteenth Century" von John Theodore Merz. Gegen Schluß des letzten Bandes kommt eine Grundauffassung des 19. Jahrhunderts zum Vorschein, indem er dessen theoretische Positionen zu explizieren versucht. Merz beschrieb, wie die Einführung von Feldbegriffen in der Physik (eine hauptsächlich britische Entdekkung – seiner Meinung nach) die Vorstellung punktueller Wirkungen ersetzte. Er war stolz auf die Stärke „synoptischer Sichtweisen" – wie er sie nannte – auf die Art und Weise, wie diese zur Entdeckung neuer Zusammenhänge führten. Nirgends zeigte sich dies deutlicher als in der „Darwinschen Auffassung von der Kontinuität der organi-

* Gekürzt und übersetzt durch die Redaktion, mit Erlaubnis der Herausgeber, aus: Orville G. Brim, Jr. und Jerome Kagan (Hrsg.), Constancy and Change in Human Development, Cambridge, Mass. 1980. © 1980 by the President and Fellows of Harvard College. Eine überarbeitete Version wurde gedruckt in: Journal of Social Reconstruction, Vol. I, Nr. 2, April–Juni 1980.

schen Formen". Aber, fühlte er sich genötigt hinzuzufügen, „je mehr wir die Kontinuität der Natur studieren, desto stärker tritt uns die Existenz von Diskontinuitäten entgegen. Auch wenn das Diskontinuierliche an einer Stelle verschwindet oder geglättet erscheint, taucht es an anderer Stelle auf noch mysteriösere Weise wieder auf."[1]

Hierin drückt sich eine Hinneigung zur Kontinuitätskonzeption aus; und es zeigt sich, daß die Natur nicht überall dort Kontinuitäten aufweist, wo wir sie zu finden hoffen. Die exponierte Stellung von Kontinuitätserklärungen im 19. Jahrhundert und die bedeutende Rolle, die britische Gelehrte dabei spielten, wird deutlich. Und in der Tat zeigt sich für den Historiker, der die Stellung des Diskreten und Kontinuierlichen in der Geschichte der Wissenschaften untersuchen will, daß dabei die folgende Frage eine entscheidende Rolle spielt: sind Kontinuität und Diskontinuität Zustände der Materie oder eher solche des Denkens? Wenn ersteres der Fall ist – welche Belege haben wir dann dafür? Wenn aber letzteres – welche über die Naturdaten hinausgehenden Elemente spielen dann in unseren konzeptionellen Konstruktionen eine Rolle?

1. Orientierungen

Sichtet man die Problemgeschichte, wird man leicht durch die Komplexität und wechselnde Form der Argumente verwirrt; besonders aber durch die wechselnden Anwendungen, für welche Kontinuitäts- und Diskontinuitätspostulate beansprucht werden. Kaum ist eine zufriedenstellende Verbindung zwischen Kontinuitätsfragen und bestimmten Begriffen, die man gerade untersucht, hergestellt, ändert sich schon wieder die Struktur des wissenschaftlichen Diskurses und sein Interessensschwerpunkt verschiebt sich: War die Diskussion zugespitzt auf die Kontinuität von beobachteten Lebenskräften (life-forces) oder bezieht sie sich auf einmal auf die Diskontinuität einer „Kraft des Lebens" (force-vital) und der zugrundeliegenden Kontinuität der Materie selbst? Ich glaube, man kann sagen, daß die Kontinuitätskonzeption dem Geist schon immer mehr gefiel, einfacher aufzunehmen und weniger herausfordernd war als deren Gegenteil.

Eine Diskontinuitätserklärung oder -lösung fordert einen Bruch mit überkommenen Traditionen oder eine Abwendung von konventionellen Vorstellungen; das setzt eine „aktivistischere" Lösung voraus. Es ist deshalb nicht überraschend, daß die Diskontinuität meistens mit sozialer oder politischer Herausforderung oder mit philosophischem Radikalismus in Zusammenhang steht. Auch ist es nicht überraschend, daß sich die Gründe für Diskontinuitätsauffassungen

mit der Zeit und den Umständen ändern und ein Konzept, einst verbunden mit einer Diskontinuitätserklärung, Teil eines breiteren Begriffs oder anderen Niveaus von Kontinuität wird. Einige der besonderen Beispiele aus den Naturwissenschaften, wie sie unten folgen, werden diesen Punkt scharf umreißen.

Eines scheint klar. Kontinuität ist ein „wucherndes Konzept"[2], das in vielen menschlichen Tätigkeitsbereichen beansprucht wird. Seine Präsenz in organisiertem menschlichen Denken ist sehr alt, und auffindbar in vielen Gebieten der frühen Philosophie und Wissenschaften. Als Aristoteles den Atomismus von Demokrit und Leukipp in Frage stellte, war er irritiert durch die Idee von Materieteilchen, die durch ein Vakuum voneinander getrennt sind. Es war nicht die Rückführung auf diskrete oder kleinste Einheiten, was Aristoteles besorgt machte – das schien er akzeptieren zu können –, sondern eher, daß nichts zwischen ihnen stehen sollte, das ihre Wechselwirkungen vermitteln konnte. Nicht daß die Natur einen „horror vacui" hatte; diesen hatte eher Aristoteles selbst und die von ihm konstruierte Metaphysik.[3] Die Tatsache, daß in der europäischen Tradition, die sich nach der Wiedereinführung von atomistischen Vorstellungen im späten Mittelalter entwickelte, Atomismus gleichgesetzt wurde mit Atheismus, liefert ein zusätzliches Indiz für die Verbindung von Traditionellem und Kontinuierlichem im menschlichen Denken.

Aber wie sollen wir dann umgehen mit den offensichtlichen Erfolgen atomistischer Konzepte in den Wissenschaften, besonders da auch die Kontinuitätstheorien solche vorzuweisen haben? Die Antwort liegt wahrscheinlich in der Fähigkeit unseres Denksystems, Dualitäten aufzunehmen, zu gebrauchen und an vermutete Widersprüche und Inkonsistenzen anzupassen, ja geradezu dualistische Theorien zu besonderer philosophischer Bedeutung zu erheben, wie es im 20. Jahrhundert bei der Versöhnung zwischen Welle- und Teilcheneigenschaften der Materie in einer Theorie der „Komplementarität" der Fall war.[4]

Nun wird das schon weite Konzept der Kontinuität noch weiter gefaßt, aber gerät auch etwas in Konfusion durch seine Verbindungen zu einer Gruppe anderer Begriffe, mit denen es an verschiedenen Punkten seiner Entwicklung identifiziert wurde. Es wird uns helfen, etwas mehr Ordnung in unsere Diskussion zu bringen, wenn wir, dies feststellend, uns ihren Verbindungen wie auch ihren Verschiedenheiten zuwenden. Das Kontinuitätskonzept wurde u.a. verbunden mit solchen Begriffen wie Konstanz, Uniformität, Serie, Progression, plenitudo und hinreichendem Grund. Die ersten vier dieser Begriffe verweisen auf Beziehungen zwischen einer Form und einer anderen, etwa in der Auffassung, daß Arten, einmal erschaffen, sich

in der Zeit erhielten und der Mechanismus der Vererbung allein dazu diene, die Kontinuität der Art zu erhalten. Veränderung – Mutabilität – kam dabei nicht vor und eine vollständige Ordnung der Natur hing von der erwarteten Kontinuität und Konstanz der Artform ab. (Als im 19. Jahrhundert der Wandel der Arten salonfähig und die Konstanzvorstellung fallen gelassen wurde, setzte sich eine neue Kontinuitätsvorstellung durch, die keine Kontinuität der Artform, sondern der Art und Weise, wie sich der Wandel selbst vollzieht, behauptete.)

Das Prinzip der plenitudo lieferte eine weitere Grundlage des Kontinuitätsglaubens und wirkte für alle Naturbeobachtung als starkes Organisationsmotiv. Ein höchstes Wesen als Schöpfer bewegt sich gemäß einem verstehbaren Modell und für jede Idee ist ein wirkliches Objekt geschaffen und jede Möglichkeit manifestiert sich in der Realität. Da nichts von der Existenz ausgeschlossen werden soll, ist der Plan der Schöpfung voll, und was voll ist, erlaubt keinerlei Diskontinuität. Diese aus dem Griechischen stammende und in die christliche Theologie übernommene Vorstellung macht die folgende strenge Aussage notwendig: göttliches Schaffen ist unerschöpflich und kreiert alle möglichen Formen.[5]

Ein Philosoph des 17. Jahrhunderts, Leibniz, verband das Konzept der plenitudo mit dem Prinzip vom zureichenden Grund in folgender Formulierung: „für alles, was immer es sei, muß ein Grund angebbar sein für seine Existenz, ebenso wie für seine Nicht-Existenz." [6] Da göttliche Vernunft in Wirklichkeit die Ursache für alle Dinge war, konnte es nichts der Existenz Fähiges geben, das nicht auch existierte. In dieser Erklärung liegt zugleich eine Rechtfertigung, und in der Tat, es ist die Notwendigkeit moralischen und physikalischen Übels. Ein perfektes Universum ist geschaffen, eingeschlossen individuelle Leiden, denen ihr Platz im harmonischen Ganzen zukommt. Aus der Übersetzung dieser Vision in die Idee der „Seinskette" ergibt sich ein „Argument zugunsten des politischen Konservativismus"[7]: „Wenn die Perfektion des göttlichen Plans ein hierarchisch geordnetes Universum von Wesen erfordert, jedes dazu bestimmt, einen Platz einzunehmen in der Rangfolge der Kreaturen, so daß alle Gradationen ausgefüllt sind, dann sollte dasselbe Gesetz gelten in der Welt der Menschen oder dem moralischen Universum: die Norm des Verhaltens sollte sein, seinem Stand gemäß zu leben, ohne die Ordnung der Gesellschaft zu untergraben, die wie ein Mikrokosmos die wahre Ordnung des Universums reflektiert."[8]

Ein Rahmen für das Verständnis von Ideen wie Kontinuität und Diskontinuität sowie ihrer Rolle in den Wissenschaften hat verschiedene Elemente und hat konsequenterweise mehrere Formen der Analyse eingeschlossen. Eine Form ist die direkte philosophische

und historische Untersuchung des Konzepts selbst, seiner Verbindung zu anderen Konzepten und Erklärungsmodellen und das Aufspüren seiner metaphysischen Wurzeln und stillschweigenden Voraussetzungen gewesen. Diese Form der Untersuchung (wofür Arthur O. Lovejoy's Studie The Great Chain of Being (1936) ein Beispiel ist) ist die für die Ideengeschichte übliche und die fruchtbarste, die bis heute angewendet wurde. Andere Theoretiker haben die Beziehungen der Ideen und Befunde aus den Wissenschaften zu den breiteren Konzepten des Diskreten und Kontinuierlichen zur Sprache gebracht in ihrer Analyse spezieller Fragestellungen in den Wissenschaften selbst. So zum Beispiel St. Toulmin und J. Goodfield in ihren sehr eingängigen Arbeiten The Architecture of Matter (1962) und The Discovery of Time (1965) und ebenso John Greene, The Death of Adam, Evolution and its Impact on Western Thought (1959). Mit diesen und anderen Arbeiten haben die Autoren Verständnis hervorgebracht für einige kritische Episoden im Studium der Natur.

Jedoch scheint eine Dimension zu fehlen. Es ist eine, die uns von besonderem Interesse erscheint: warum sind Konzepte in den Formen vorgeschlagen worden, in denen sie benutzt worden sind? Warum sind sie einmal in einen Kontinuitäts- und ein andermal in einen Diskontinuitätsrahmen gestellt worden? Lag es daran, daß die Natur veränderbar war, in einer Periode Kontinuität beanspruchend und in einer anderen diskontinuierliche Entitäten? Um die Gründe für die Wahl der Konzeptionen zu verstehen, scheint es notwendig, über die Befunde in der Natur hinaus jenen Zusammenhang von Einflüssen aus der religiösen, politischen und sozialen Sphäre anzuschauen, die die Wissenschaftler und Gelehrten mit den Grundlagen versehen, von denen eine fundamentale Interpretation ausgeht. Auf das Verständnis der Naturwissenschaften angewendet, steckt eine solche Wissenssoziologie noch in ihren Kinderschuhen. Sie hat jedoch zumindest schon starke suggestive Kraft gezeigt, wenn auch noch nicht volle Erklärungskraft.[9]

Aber wenn es eine Politik und Soziologie von Ideen und Konzepten gibt, dann ebenso eine Politik und Soziologie historischer Erklärung und natürlich ebenso eine der Epistemologie. Grundlegend für die epistemologischen und historischen Debatten ist die Frage gewesen, ob die Entwicklung und der Wandel der Ideen kontinuierlich oder diskontinuierlich war. Hat es epistemologische Brüche und Revolutionen gegeben oder eine gleichmäßige und kontinuierliche Entfaltung konzeptioneller Neuerung? Offensichtlich kann nicht eine einfache Antwort auf diese Frage gefunden werden, aber sie in Zu-

sammenhang mit spezifischen wissenschaftlichen Veränderungen zu stellen, gibt einen Hinweis auf meine eigene Meinung, daß es eine Verbindung gibt zwischen Episoden in der Geschichte, in denen es Tendenzen zur Entwicklung von kontinuistischen Epistemologien gab, und damit einhergehenden Bewegungen, kontinuistische Theorien der Natur selbst zu etablieren. Ähnlich waren diskontinuistische kognitive Strukturen oftmals in der Geschichte verklammert mit revolutionären oder diskontinuistischen Theorien wissenschaftlicher Erkenntnis.

Im Jahr 1543 wurde „De Revolutionibus orbium coelestium" von N. Kopernikus veröffentlicht, eine ungeheuer wichtige Untersuchung für die Selbstwahrnehmung des Menschen (er hatte seinen Platz im Mittelpunkt des Universums zu räumen) und ein großer Augenblick für die Entwicklung der Astronomie und Physik. Im gleichen Jahr präsentierte Andreas Vesalius, Professor für Anatomie in Padua, sein Buch über die Anatomie des Menschen, De humani corporis fabrica. In diesem Werk brach Vesalius nicht nur auffällig mit vorangegangenen Traditionen der anatomischen Illustration und stellte seine berühmte „lebende Anatomie" vor, sondern, wichtiger für unsere Diskussion, er schlug eine neue Weise der Wissensgewinnung durch Beobachtung und Erfahrung vor und trennte seine Wissenschaft von der seiner unmittelbaren zeitlichen Vorgänger, den Anatomen der Scholastik. Ferner stellte er bewußt seine neuen anatomischen Beobachtungen und methodologischen Verfahren in den Rahmen einer diskontinuierlichen Geschichte. Daß er auch mit dem traditionellen Gebrauch des Spätlateinischen brach und für seinen Text stattdessen zur Sprache von Celsus und Cicero zurückkehrte, scheint in sein Selbstbild als einer „revolutionären" Figur zu passen. Er benutzte die weit zurückliegende Vergangenheit, um mit den Gedanken und der Sprache der unmittelbaren Vergangenheit zu brechen.

Die neue Anatomie sollte parallel zu einer Erneuerung der Forschung in der Tradition von Vesalius' humanistischen Kollegen hervorgebracht werden. Während er bereit war, das „goldene Zeitalter der Griechen" im Gegensatz zum „finsteren Mittelalter" zu feiern, durch das Europa gerade hindurchgegangen war, wünschte er jedoch auch, daß seine Ärzte-Kollegen eine neue Methode übernahmen und „Vertrauen setzten in ihre eigene nicht untaugliche Sicht und Verstandeskräfte, anstatt in die Schriften von Galen". Originalforschung, Beobachtung und Untersuchung sollten die Führer in der Gewinnung von Erkenntnis über die menschliche Anatomie sein. Er behauptete, daß er sich nicht der Autorität von Büchern beugen würde und beabsichtigte tatsächlich, nichts anderes zu lesen „als das Buch des menschlichen Körpers, das nicht lügen kann".[10]

Vesalius stellte seine eigenen spezifischen neuen Beobachtungen in den Rahmen einer scharfen Abwendung von den Texten der medizinischen Autoritäten. So versichert er seinen Lesern im Laufe eines „Briefes über das Aderlassen", wo er einen neuen Gedanken vorstellte: „Denn diese meine Meinung über das Aderlassen im Falle der Pleuritis, von niemandem vorher berücksichtigt, könnte ich zwar einer Äußerung von Hippokrates in dessen zweitem Buch über The Regimen in Acute Diseases entnehmen, wenn es nicht zu sehr der Autorität Galens widerspräche, welche ich kaum weniger fürchte zu bezweifeln, als wenn ich innerhalb unserer heiligen Religion ein heimlicher Bezweifler der Unsterblichkeit der Seele wäre."[11]

Ich habe über Vesalius nicht nur deshalb gesprochen, um ein Beispiel zu liefern für das Aufkommen von Neuheiten in der Beobachtung und den Tatsachen in den Wissenschaften, sondern auch um anzudeuten, in welcher Art und Weise ein Wissenschaftler seine eigene Methodologie oder Epistemologie als diskontinuierlich mit der unmittelbaren Vergangenheit begreifen kann. Er reinterpretiert die Geschichte und was in ihr passiert und wählt ausdrücklich den Platz, an dem er sich selbst und seine Arbeit zu sehen wünscht. Für Vesalius bedeutete dies die Ablehnung der scholastischen Tradition, das Feiern eines angeblichen „goldenen Zeitalters" des griechischen Wissens und seiner Benutzung als ein Mittel für die Verkündung eines epistemologischen und auch eines substantiellen Bruchs mit der Scholastik. Der neue Ausgangspunkt in der Erklärung der Anatomie des menschlichen Körpers war für Versalius in eine breite und grundlegende Herausforderung der Konzepte, Methoden und Geschichtsdarstellungen seiner Vorgänger gestellt. Er stand in größerem Zusammenhang mit dem Aufkommen von neuen politischen und sozialen Strukturen der Renaissance in Italien; ihr unmittelbarer Kontext war der institutionelle Rahmen der Universität von Padua im Venezianischen Staat. Die starke, auf den Handel gegründete neue Macht Venedigs hatte den Intellektuellen seiner Universität einen besonderen Freiraum gegeben. Daß die nächste Generation einen William Harvey und Galileo Galilei hervorbringen würde, deutet die institutionelle Unterstützung und Ermutigung für konzeptionelle und epistemologische Neuerungen in Padua an.[12]

Was haben wir bisher gefunden? Die Idee der Kontinuität/Diskontinuität hat eine lange und verwickelte Geschichte. Ihre eigene Geschichte scheint diskontinuierlich und ihre Beziehungen zu anderen Konzeptionen und Prinzipien wandelbar. Ihre Verbindungen und Zusammenhänge mit sozialen und politischen Positionen und Realitä-

ten erfordern weitere Untersuchungen. Wir finden diese Idee sowohl als Erklärung und Beschreibung der natürlichen Welt wie auch als Struktur für den Diskurs und die Form der Erklärung selbst. Sie ist ein stillschweigender manchmal ausdrücklicher Leitfaden für die Geschichte und Epistemologie. Oft existiert sie in Dualität und fordert die Fähigkeit der Wissenschaftler, Zweideutigkeiten zu tolerieren. Sowohl an Kontinuität als auch an Diskontinuität wird oftmals mit Überzeugung geglaubt, aber beide sind wahrscheinlich niemals unzweideutig demonstrierbar.

2. Kontinuität und die Wissenschaften

„So bilden" schrieb Leibniz, „notwendig alle Ordnungen der natürlichen Wesen eine einzige Kette, in der die verschiedenen Klassen, wie ebensoviele Ringe, so eng ineinander haften, daß es für die Sinne und die Einbildung unmöglich ist, genau den Punkt anzugeben, wo die eine anfängt und die andere endigt." [13]

Diese Anordnung der Natur war für Leibniz notwendiges Resultat dessen, was er das „Gesetz der Kontinuität nannte, und er erklärte, daß er überhaupt nicht überrascht wäre, sollten Zoophyten – Pflanzen-Tiere – entdeckt werden, denn „die zwingende Kraft des Kontinuitätsprinzips steht für mich so fest". Er behauptete, „ich bin sogar davon überzeugt, daß es der Naturgeschichte vielleicht eines Tages gelingen wird, sie aufzufinden, wenn sie erst die Unendlichkeit von Lebewesen genauer studiert, die sich durch ihre Kleinheit den gewöhnlichen Untersuchungen entziehen oder sich im Innern der Erde und in den Tiefen der Gewässer verborgen halten."[14] Dieses Beispiel eines starken Vertrauens in die Theorie als Leitfaden der Beobachtung fällt insbesondere auf, da es am Ende des klassischen Zeitalters mikroskopischer Forschung (vertreten durch Leewenhoek, Hooke, Swammerdam u.a.) steht. Doch das Mikroskop, ein Musterbeispiel empirischer Forschungs-Instrumente, muß viele Benutzer frustriert haben. Einerseits enthüllte es die Existenz einer bisher nicht gesehenen ganzen Welt von Formen und förderte dadurch den Glauben, daß sich weitere Beweise für die Kette des Seins entdekken ließen. Andererseits zeigte es große Lücken und bedeutende strukturelle Unterschiede in lebenden Formen auf. Man kann sagen, daß empirische Befunde niemals die Frage nach der Existenz einer Kette des Seins oder eines Kontinuums lösen konnten. Dieses Dilemma bemerkte mehr als ein zeitgenössischer Forscher, aber keiner drückte es so elegant aus wie Maupertuis in seinem „Essai de Cosmologie" (1750). Über die Kontinuität bemerkte er: „Elle plait à notre esprit, mais plait-elle à la Nature?" „Sie gefällt unserem Geist, aber gefällt sie der Natur?"[15]

Das 17. Jh., das Zeitalter der wissenschaftlichen Revolution, sah die Einführung oder Wiedereinführung von Begriffen, die eng mit dem Begriff des Diskreten und des Kontinuierlichen verknüpft werden können. Die Wiedergeburt des Atomismus – endliche unteilbare Einheiten der Materie –, der die Grundlage der neuen Physik bildete, und die Entdeckung von Zellen, die im Laufe der Zeit als Grundbausteine des Lebendigen interpretiert werden sollten, legten es sicherlich nah, daß theoretische Strukturen und erklärende Prinzipien der Form nach diskontinuierlich sein könnten. Sogar die Verfahrensweise der neuen Wissenschaft – sie war analytisch, sie zergliederte komplexe Strukturen in Bestandteile, die dann genauer zu prüfen waren – dürfte ein vertieftes Verständnis der Bedeutung von diskreten Einheiten und Elementen unterstützt haben. Aber „das Prinzip der Kontinuität aller natürlicher Prozesse kann als Pate der neuen Physik gesehen werden, die sich im 17. Jh. ausbildete."[16] Angesichts des Problems einer Materie, die als in kleinen diskreten Stükken existierend zu begreifen war, entwickelte man mathematische Mittel, um sie als kontinuierlich zu behandeln, den Differential- und Integralkalkül. Leibniz entwarf die neuen Vorstellungen innerhalb des Rahmens seiner *lex continui* (Kontinuitätsgesetz).[17] Der Versuch, die Natur zu mathematisieren, insbesondere die Quantifizierung der Materie und der Bewegung, wird als ein weiterer Sieg der wissenschaftlichen Revolution bezeichnet, aber für unsere Untersuchung sind bestimmte Implikationen bedeutsam: „In der Mathematik ist Kontinuität ein alles durchdringendes Konzept."[18]

Obgleich die Atomisten und Mechanisten eine grundlegende Einheit im Aufbau aller Dinge, ob lebendig oder tot, postulierten, konnten dennoch die besonderen Wesenheiten explizit diskontinuierlich sein. So vertraten aus philosophischen Gründen Descartes, Gassendi, Nathaniel Highmore und andere mechanistische/atomistische Philosophen des 17. Jh. die Idee einer spontanen Zeugung von Lebewesen. Dieser „Fehler" – wie er von Historikern genannt worden ist – erwuchs direkt aus ihrer Theorie der Materie und deren Organisation. Die längerfristigen geschichtlichen Implikationen dieser Annahme waren diskontinuistisch, und der Begriff – wie er später benutzt wurde – trat vitalistischen Prinzipien und ihrer Annahme der Kontinuität der Lebenskräfte entgegen.

Man kann Verständnis für die Notlage der Naturforscher des 17. Jh. haben. Neue Theorien über Materie, die die Materie selbst als rein passiv betrachteten, entstanden unter dem Einfluß Descartes' und anderer Mechanisten. Die Naturphänomene wurden von dieser passiv sich bewegenden Materie verursacht; die Bewegungsgesetze galten als unveränderlich und gleichförmig für alle Dinge. Konnte

man den cartesianischen Glauben an spontane Zeugung wegen seiner Unfähigkeit, die Phänomene zu erklären, aufgeben, so fand doch andrerseits sein Uhrwerk-Weltbild weite Verbreitung. Die Natur war regelmäßig, die Arten konstant, alle Lebewesen entstanden auf dieselbe Weise, der Zufall war zu verabscheuen. Wie ein Zeitgenosse es ausdrückte, „Die Natur ist in allen Dingen eins, rein, einfach und wesensgleich."[19]

3. Das Problem des Wandels: Evolution und Revolution

Die beiden Revolutionen in Frankreich und England, an der Schwelle zum 19. Jahrhundert lieferten sich überlappende, aber kontrastierende Bilder von Wandlungsprozessen. Die Veränderungen mögen gleichbedeutend gewesen sein, aber die Industrielle Revolution, die in England seit 1770 vonstatten ging, war eine Summe durchdringender und vielfältiger einzelner Handlungen und Ereignisse und nur als die Gesamtheit der zahlreichen kleinen Aktionen zu begreifen. Im Gegensatz dazu war die Französische Revolution kataklysmisch in ihrer Form, reflektierte scharfe Brüche und bewirkte als Einzelereignis große Veränderungen.

Im Jahre 1799 hatte J. B. Lamarck, Professor am Museum d'Histoire Naturelle, Sympathisant der Revolution, eine Theorie der Transmutation der Arten entwickelt.[20] Wenn auch einige Naturwissenschaftler des 18. Jhdts. begrenzte Theorien des organischen Wandels durch Kreuzung oder Degeneration vorgebracht hatten, war es doch Lamarck, der die erste vollständige Theorie der organischen Mutation vorstellte. Aufgegeben wurde das Konzept von der Unveränderlichkeit der Arten, stattdessen entwickelte er ein System, das flexible Formen verlangte, die durch die Umwelt beeinflußt und auch komplexer werden konnten. Lamarck übernahm zusätzlich die Vorstellung, daß niedrigere, einfache Organismen spontan entstehen können – „Produkte der Natur" –, die sich dann wieder verändern können. Er lieferte damit eine dynamische Erklärung für die Mannigfaltigkeit der natürlichen Formen. Er glaubte an eine Skala der organischen Komplexität, jedoch deutete seine Transformationstheorie an, daß die Komplexität phylogenetisch interpretiert werden muß.[21] Als er im Jahre 1815 seine letzte Fassung veröffentlichte, glaube er eine „wahre allgemeine Theorie" entwickelt zu haben. Er hatte die natürliche Erschaffung der einfachsten Lebensformen, die steigende Komplexität der Organisation von Tieren, die Entstehung von höheren tierischen Fähigkeiten und den Einfluß von besonderen Umständen (der Umwelt) auf die Entwicklung spezieller Strukturen und Verhaltensweisen untersucht.[22]

In der Wissenschaftspolitik seiner Zeit stellte die Theorie Lamarcks einen scharfen Bruch dar. Einige andere Naturforscher untersuchten in den ersten Jahrzehnten des 19. Jahrhunderts die Mutationsfähigkeit der Arten, keiner jedoch entwickelte eine ähnlich vollständige Theorie des organischen Wandels. Lamarck war sich bewußt, daß er ein „Außenseiter" war.

„Ich bin mir sehr klar darüber, daß das Neuartige der Überlegungen, wie sie in diesem Werk dargestellt sind und besonders ihre extreme Verschiedenartigkeit von dem, was allgemein gedacht wird zu diesem Problem, weiterer ausgedehnter Behandlung bedürfen ..."[23]

Untersuchen wir die Struktur von Lamarcks Theorie, sehen wir allerdings einige Probleme. Die Tatsache der Veränderung wurde von ihm erkannt, ebenso die Entstehung der Vielfalt durch die Mutation der Arten. Aber die Veränderung selbst war regelmäßig, ein „marche de la nature", wobei aus den einfachsten Lebewesen in geordneter Folge alle anderen Lebewesen entstanden. Die Umwelt oder besondere Umstände konnten eingreifen, aber ohne etwas daran zu ändern, daß die Hauptentwicklung in einer fast linearen Reihe stattfand. Eher wirkten diese Bedingungen am Rande auf die Seitenzweige.

Fossilien waren das Problem. Sie hatten im Mittelpunkt eines Großteils von Lamarcks empirischer Arbeit gestanden und schienen den Schlüssel zu enthalten zu einer bohrenden Frage: Warum waren einige Arten ausgestorben im Verlauf der Erdgeschichte? Die Antwort wurde von einem anderen Forscher desselben Museums gegeben, von G. Cuvier am 21. Januar 1796.[24] Lebewesen, die gegenwärtig existierten, behauptete er, hatten andere ersetzt, die durch Katastrophen vernichtet worden waren. Um seine Behauptung zu stützen, präsentierte er eine vergleichende Untersuchung über die Anatomie der Elefanten. Daher rührten seine Fragen:

„Wie sah denn diese primitive Erde aus, auf der sich alle Lebewesen unterschieden von denen, die ihnen gefolgt sind? Was für eine Natur war es, die nicht der Herrschaft des Menschen unterstand? Und welche Revolution war in der Lage sie soweit zu zerstören, daß nur noch einige halbzerstörte Knochen als Spur zurückgeblieben sind?"[25]

Im Paris des Jahres 1796 wurde das Wort „Revolution" nicht unschuldig gebraucht. Es hatte politische Obertöne von Gewalt, und sicher war dies der Sinn, in dem Cuvier es benutzte. Die gesamte Erdgeschichte war von Revolutionen markiert. Wie die Institutionen und Strukturen des *Ancien Regime* weggewischt worden waren, um von neuen abgelöst zu werden, so schienen die Fossilien, die Cuvier untersuchte, „die Existenz einer unserer Welt vorangegangenen zu belegen, zerstört durch irgendeine Katastrophe."[26] Ein allmählicher

Wandel der Umwelt konnte nicht das Aussterben von Arten erklären, also mußte eine der Revolutionen in der Erdgeschichte dafür verantwortlich sein. In der Tat hatten Geologen des Kontinents etliche Belege dafür gesammelt – einige davon nur wenige tausend Jahre alt –, daß Katastrophen (wie etwa Fluten) wichtige Umbrüche in der Erdgeschichte verursacht hatten.

Die Belege, die Cuvier weiterhin sammelte, bestätigten, daß Tiere die die Erde in der jüngeren Vergangenheit bevölkert hatte, nicht mehr als existent bekannt waren. Das neue Problem, das er sich stellte, war, herauszufinden, ob die Arten, die ehemals existierten, vollständig vernichtet worden waren, ob sie sich in ihrer Form geändert hatten, oder ob sie einfach von einer klimatischen Zone zu einer anderen gewandert waren[27]. Es gab drei klare Alternativen: Aussterben, Evolution oder Wanderung. Letzteres war zwar möglich für einige Meerestiere, nicht jedoch für die Mammuts. Lamarck hatte sich für die Modifikation und Evolution entschieden; Cuvier wählte das Aussterben.

Karl Marx schrieb 1862 an Engels, kurz nachdem er die „Entstehung der Arten" gelesen hatte:

„Es ist merkwürdig, wie Darwin unter Bestien und Pflanzen seine englische Gesellschaft mit ihrer Teilung der Arbeit, Konkurrenz, Aufschluß neuer Märkte, „Erfindungen" und Malthusischem „Kampf ums Dasein" wiedererkennt."[28]

Darwin sah im „Kampf" den Motor des Wandels, aber er vermied Revolutionen, Gewalt und Katastrophen und reduzierte die Konfliktelemente auf einen Teil eines Systems langer, langsamer und geordneter Transformation. Natur, schien er in Übereinstimmung mit seinen Britischen Naturforscherkollegen zu sagen, ist großzügig mit Zeit und sparsam mit Gewalt.[29]

Große Teile der wissenschaftlichen Erkenntnisse, die Darwin benötigte, standen ihm zur Verfügung. Eine neue, vornehmlich englische, Theorie des Aktualismus in der Geologie behauptete – im Gegensatz zur Vorstellung, daß die Erdgeschichte durch Revolutionen bestimmt war – daß die Naturkräfte über große Zeiträume langsam, einheitlich und gleichförmig gewesen waren. Die Fossilienfunde in Großbritannien und auf dem Kontinent legten eine Entwicklung der Formen einzelner Arten nahe (obgleich englische Naturforscher eine theologische Interpretation vertraten, die eine Reihe spezieller Schöpfungen nach jeder Katastrophe vorsah).[30]

Darwin selbst hatte während seiner fünfjährigen Reise um die Welt mit dem britischen Forschungsschiff „Beagle" (1831–36) Gelegenheit gehabt, die große Mannigfaltigkeit natürlicher Formen und die Probleme ihrer geographischen Verteilung zu beobachten. Und gerade zu der Zeit, in der Darwin sich mit seinen Untersuchungen zur Transmutation der Arten beschäftigte, schrieb ein anderer britischer Autor einen populären und ausführlichen Entwurf einer Theorie der Evolution: die von Robert Chambers anonym veröffentlichten „Vestiges of the Natural History of Creation" (1844).

Angesichts der negativen Kritik, die den Theorien Lamarcks begegnete und den Widerhall von Chambers' Beitrag beobachtend, suchte Darwin einen Änderungsmechanismus, der sich weder auf einen scheinbar immanenten Trieb zur Komplexität wie bei Lamarck noch auf die in der Katastrophentheorie enthaltene Gewalt stützte. Während er die biologische Literatur nach Belegen für die Veränderung der Arten durchforstete, vertiefte er sich zugleich in die Literatur der Sozialwissenschaften und fand schließlich in den politisch-ökonomischen Untersuchungen von Malthus ein Modell, das er auf die Biologie anwenden konnte. Durch eine Rezension von D. Brewster stieß Darwin auch auf A. Comte. In den Werken der französischen Sozialphilosophen fand er die Konzeption der künstlichen Auslese. Über die anschließende Rezeption von Adolph Quetelet, einem belgischen Statistiker kam er auf Malthus zurück. Er machte sich sowohl vertraut mit den vorgeschlagenen statistischen Gesetzen für Sozialphänomene als auch mit den Gesetzmäßigkeiten der menschlichen Reproduktion. Malthus hatte eine klare, wenngleich kontroverse quantitative und deterministische Regel der Überfruchtbarkeit formuliert. Und dieses Prinzip wurde die bewegende Kraft der natürlichen Auslese, des Mechanismus, den Darwin erfunden hat, um organische Veränderungen zu erklären. Seine Notizhefte belegen, daß er auch die schottischen politischen Ökonomen A. Smith, D. Stewart, J. McIntosh las. Er studierte die reformistischen Traktate Henry Lord Broughams, die den Reformmaßnahmen im England der 1830er Jahre zugrundelagen. Ferner beschäftigte er sich mit den philosophischen Schriften von W. Whewell und J. Herschel, in denen er Bacons Regel der induktiven Methode fand – die Anhäufung zahlreicher Befunde, aus denen die Gesetze der Natur aufgestellt wurden –, die er als die für die Naturwisenschaft angemessene Philosophie wiederbelebte.[31] Zahlreiche grundlegende Motive lassen sich wiedererkennen: die Konzeption des „Durchschnittsmenschen"; eine Andeutung von Stabilität einschließlich sozialer Stabilität; grundlegende kontinuierliche Gesetze der Natur – Kampf – und der Gesellschaft und Wirtschaft – Konkurrenz –, aus denen sich regelmäßige und voraussagbare Anordnungen ergeben.

Ein weiterer englischer Sozialphilosoph, Herbert Spencer, der eine vergleichbare Theorie für gesellschaftliche Veränderungen ent-

wickelt hatte, fand Darwins Beachtung. Diese Theorie stützte sich auf permanente (kontinuierliche) Konkurrenz, auf einen „Kampf ums Dasein" zwischen Menschen, welcher zum „Überleben der Tauglichsten" führte. Das evolutionäre System, das Spencer kurz vor der Veröffentlichung von Darwins „Origins ..." entwickelte, trug starke Lamarcksche Züge. Soziale Evolution fand durch menschliche Anpassung an die Umwelt statt, diese Anpassungen waren vererbbar:

„Aber daß gemeinsam mit jedem anderen Geschöpf der Mensch modifizierbar ist, da seine Modifikationen wie diejenigen jedes anderen Geschöpfs schließlich durch die umgebenden Bedingungen bestimmt sind; ... daß Fähigkeiten und Kräfte aller Ordnung, während sie durch Übung wachsen, ohne Gebrauch schwinden; daß Veränderungen der Natur sich auf die Nachkommenschaft vererben; das sind der Aufmerksamkeit der Menschen sich beständig aufdrängende und von jedem mehr oder weniger eingeräumte Tatsachen."[32]

Der gesellschaftlichen Implikationen seiner Theorie der sozialen Evolution war sich Spencer selbst durchaus bewußt. Wichtiger jedoch, sie wurden von jenen in der englischen Gesellschaft aufgegriffen, die sie als wissenschaftliche Rechtfertigung der laissez-faire-Ökonomie und Ablehnung aller Elemente des Wohlfahrtsstaates benutzten. Die politische Lehre, die aus diesen biologischen und soziologischen Werken entstand, wurde als „Sozial-Darwinismus" bekannt, obgleich ihre Grundzüge schon vor der Veröffentlichung von Darwins eigenen Evolutionstheorien vollständig entwickelt waren. Aufbauend auf den Werken Spencers übernahm der Sozial-Darwinismus die natürliche Auslese und die Theorie des Kampfes in der Natur. Diesen Gedanken lag die Kontinuitätsidee zugrunde. Die Menschen mit ihren heutigen Merkmalen waren durch einen Prozess der kontinuierlichen Evolution entstanden, in der die Überlebenden die Starken und Fähigen waren.

Die Gesellschaft als Ganzes wurde als Ansammlung von Individuen verstanden und deshalb wäre jeder Versuch der Einmischung in diesen Prozess der Anpassung und der Linderung der Lage der Schlechtangepaßten ein Hindernis der weiteren menschlichen Entwicklung. Wohlfahrtsgesetze würde Evolution durch die Reduktion der Anreize zur weiteren Anpassung an die gesellschaftlichen Zustände verhindern:

„Eine unvermeidliche Folgerung aus den von uns betrachteten biologischen Gesetzen ist einerseits, daß, wenn diese Bedingungen aufrechterhalten werden, die menschliche Natur sich ihnen langsam anpassen wird, während es andererseits eine ebenso unvermeidliche Folgerung ist, daß durch keine andere Schulung als Unterwerfung unter diese Bedingungen, eine Anpassung für den gesellschaftlichen Zustand erzeugt werden kann." [33]

Die Veränderungen schienen auch einen natürlichen Rhythmus zu haben, der im Grunde biologisch war. Menschliche Einmischung konnte nur abträglich sein. Der gegenwärtige Zustand der Gesellschaft mit ihren Starken und Schwachen, Reichen und Armen, etc., entsprach der natürlichen Ordnung der Dinge. Die Kontinuität der Natur und ihre Gesetze mußte erhalten bleiben. (Obgleich er der Mitentdecker war, widerrief A. R. Wallace gegen Ende seines Lebens seine Auffassungen über natürliche Auslese, soweit sie die physische, soziale und geistige Entwicklung des Menschen betraf. Es schien ihm, daß diese Auffassung zum Fatalismus führte und dem Sozialismus, den er befürwortete, im Weg stand.)

Neuere Forschungen zeigen, daß Darwin schon früh an die soziale Evolution glaubte. Die Ansichten, die er in „The Descent of Man" vertritt (und die er im „Origin" bewußt für sich behielt) zeigen, daß er von der Gedankenströmung, die später Sozial-Darwinismus genannt wurde, stark beeinflußt war und daß wiederum die allgemeinen Argumente, die er im „Origin" aufführte, diesen Standpunkt stark unterstützten.[34]

Der Gedanke, man sollte sich nicht in den Ablauf der natürlichen Evolution des Menschen einmischen, die zum gegenwärtigen hohen Entwicklungsstand geführt hat, wird bei zahlreichen Gelegenheiten betont:

„Weil wir über eine natürliche Rate des Wachstums verfügen, wenn sie auch zu vielem und offensichtlich Schlechtem geführt hat, sollte dies jedoch nicht durch irgendwelche Mittel im größerem Umfang behindert werden. Es sollte offene Konkurrenz für alle Menschen bestehen und die Fähigsten sollten nicht durch Gesetze oder Gebräuche daran gehindert werden, die Erfolgreichsten zu sein und die größte Nachkommenschaft zu erzeugen."[35]

Nicht nur gab es deutliche und häufig benutzte soziale Implikationen der Evolutionsidee, wie sie sich im 19. Jhdt entwickelte, ich würde sogar behaupten, daß „Evolution" hauptsächlich eine soziale Theorie war, die in eine biologische Theorie transformiert wurde, um dann wieder für die Erklärung und Rechtfertigung der Gesellschaft verwendet zu werden. Sie lieferte eine wissenschaftliche Rechtfertigung für die Interpretation sozialer Mißstände (s. Darwin weiter oben) und für den Vorschlag sozialer Gegenmaßnahmen: „Sozialdarwinismus" und später Geburtenregelung – Eugenik. In der Tat, neuere Arbeiten legen es nahe, daß die soziale Form der Evolutionstheorie genauso bekannt und sicherlich populärer als ihre beschränktere biologische Form war.

Die Rezeption des Darwinismus, insbesondere außerhalb Europas, bestätigt diese Ansicht.[36]

Im Laufe des 19. Jhdts wurde der Begriff der Evolution direkt dem der Revolution gegenübergestellt. In Analogie zum naturwissen-

schaftlichen Gebrauch, implizierte der Begriff der Evolution eine langsame Veränderung mittels eines der vielen Mechanismen, die von Biologen in Anspruch genommen wurden. Alte, nicht mehr anpassungsfähige Institutionen würden neueren, höheren Formen weichen. Im Unterschied zu revolutionären Veränderungen bedeutete das Evolutionäre „das Abwickeln von etwas bereits Angelegtem (wie eine nationale Lebensweise) oder die Entwicklung einer Sache nach ihren immanenten Gesetzmäßigkeiten (wie eine gegebene Verfassung oder ein ökonomisches System)."[37] Andererseits wurden revolutionäre oder radikale Veränderungen eher mit Gewalt als mit kontinuierlichem Wachstum verbunden und die Ablehnung von vorhandenen Institutionen und Strukturen wurde als „unnatürlich" gesehen.

Während des 19. Jhdts neigten die Biologen dazu, das Wort ‚Evolution' zu vermeiden. Darwin selbst erwähnt es in den „Origins" überhaupt nicht, er benutzt das Wort „evolve" nur einmal – als letztes Wort des Buches! Die biologische Theorie bezeichnete man meistens als Transmutations- oder Transformationstheorie; Darwin selbst redete lange Zeit lieber von „Abstammung mit Modifikationen."[39] Interessanterweise war es Herbert Spencer, der als erster den Begriff Evolution benutzte, um damit „einen Wandel von einer indefiniten, inkohärenten Homogenität zu einer definiten kohärenten Homogenität, durch kontinuierliche Differenzierungen und Integrationen"[40] zu bezeichnen.

Der Begriff war nicht beschränkt auf organische Veränderungen, sondern war mit fortschreitender Wandlung in Richtung auf größere Komplexität verbunden. William James, der bei der ersten Lektüre zu Spencer konvertierte, ließ ihn ziemlich bald im Stich und wurde zu einem scharfen Kritiker. Er versah sein Exemplar von Spencers's „First Principles" mit wenig schmeichelhaften Bemerkungen, die Spencer's Konzeption parodierten: *„Evolution is a change from a nohowish untalkaboutable all-alikeness to a somehowish and in general talkaboutable not-at-all-alikeness by continuous sticktogetherations and somethingelseifications."*[41] James wandte sich gegen Spencer's Determinismus, weil er keinen Raum ließ für menschliche Anstrengungen, die Qualität des Lebens zu erhöhen.

Die Wissenschaften des 19. Jhdts, die zum Teil dieselben Tendenzen reflektierten, die die Evolutionstheorie prägten, vermittelten ein allgemeines Gefühl, daß die Natur selbst eine Reihe von Prozessen, Strukturen und Formen war, die alle durch Kontinuität gekennzeichnet waren. Die Theorie von der Erhaltung der Energie, obgleich in reduktionistischer Absicht aufgestellt, zeigte, daß alle Naturkräfte ineinander umwandelbar waren und daß Energie selbst weder produziert noch zerstört werden, sondern nur ihre Form wechseln konnte. Die Vorstellung von Atomen als Billardkugeln, deren Bewegung durch unmittelbaren Stoß zustande kam, wurde von dem Begriff des Feldes abgelöst, das den ganzen Raum ausfüllen konnte und dem Begriff der Materie selbst Einheit und Kontinuität verlieh. Die letzten Einheiten des Lebens, die Zellen, die bei Theodor Schwann (1839) als *de novo* aus der unbeseelten Materie entstehend vorgestellt wurden, hat Rudolf Virchow in eine Theorie des „neuen Vitalismus" eingebracht, mit seiner Verkündung „omni cellula e cellua" (alle Zellen aus Zellen). Und das Leben selbst, das von Lamarck und anderen als durch spontane Erzeugung entstehend gedacht wurde, hat Pasteur als immer auch von vorher existierendem Leben – in Form von luftgetragenen Keimen und Sporen – abhängig gedacht. Dies schien zu beweisen, daß Kontinuität das grundlegende Prinzip aller Natur, der lebenden und unbeseelten sei. Aber, wie Merz warnte – was wir schon eingangs zitierten – schienen Diskontinuitäten unerwartet immer wieder aufzutauchen.

4. Zusammenbruch des Vertrauens in die Kontinuität

Im Jahre 1900, am 14. Dezember, hielt Max Planck vor der Physikalischen Gesellschaft in Berlin einen Vortrag über das Gesetz der Schwarzkörper-Strahlung, in dem er „durch die Einführung diskreter Energie-Niveaus eines Linearen Oszillators das Prinzip der Kontinuität physischer Prozesse" stürzte und die Grundlagen für die Quantentheorie legte.[42] Im selben Jahr hatten drei Biologen, Hugo de Vries, Carl Correns und Erich von Tschermak gleichzeitig ein Papier von Gregor Mendel aus dem Jahre 1865 wiederentdeckt, in dem er eine Theorie aufstellte, nach der die Träger von Erbinformation diskrete Einheiten sind. Im ersten Band seiner Mutationstherie (veröffentlicht 1901) vertrat de Vries aufgrund experimenteller Forschung die Auffassung, daß Komplexe neuer Merkmale in einem einzigen Schritt, einer Mutation, entstehen; dies, so meinte er, wäre wahrscheinlich die charakteristische Weise, wie neue Arten entstünden.[43] Die Ära der Genetik hatte begonnen mit den Merkmalen diskreter Einheiten und diskontinuierlicher Sprünge in der Evolution der Arten.

Bereits sechs Jahre vorher, in dem grundlegenden Werk „Materials for the Study of Variation" des britischen Biologen William Bateson, deuteten sich die Ereignisse in der Genetik des Jahres 1900 an. Der Untertitel spricht die These des Buches aus: „Abgehandelt unter besonderer Berücksichtigung der *Diskontinuität* in der Entstehung der Arten" (hrsg. durch Bateson).[44] Gegen Ende des 19. Jhdts war

das Darwinsche Evolutionsmodell heftiger Kritik von verschiedenen Seiten ausgesetzt. Während die Evolution selbst in der Biologie breite Anerkennung fand, war das Modell der aufgrund kontinuierlicher Variation wirkenden natürlichen Auslese von allgemeiner Zustimmung weit entfernt. Die Diskontinuität der Arten in der Natur war offenbar nicht zu übersehen und diskontinuierliche Variation wurde von verschiedenen Seiten als alternative Erklärung für die Mannigfaltigkeit in der Natur vorgeschlagen.

Trotz der Kritik am Darwinismus, fand Bateson, wurde in England Diskontinuität nicht leicht akzeptiert. Es war nicht leicht, sich vorzustellen, wie Diskontinuität in der Natur funktionieren sollte. In einem Brief zur Verteidigung seines Buches schrieb er:

„Ein Teil der Schwierigkeit, die, so fürchte ich, einer allgemeinen Anerkennung der Diskontinuitätsauffassung im Weg stehen wird, liegt in der Unmöglichkeit, sie konkret zum Ausdruck zu bringen."[45]

Und Bateson war nicht bereit „sie konkret zum Ausdruck zu bringen", weil es viel zu wenige Befunde gab, auf die er sich stützen konnte. Auf den letzten Seiten seines Berichts bemerkte er: „Der einzige Weg, der uns hoffen läßt die Wahrheit zu finden, liegt in der organisierten Durchführung systematischer Zuchtexperimente, einer Art von Forschung, die vielleicht mehr Geduld und Fähigkeiten erfordert als irgendeine andere Form biologischer Untersuchung."[46] Dennoch, trotz des Mangels an stützenden Befunden entwickelte er eine Erklärung der Evolution, die sich gegen die herrschende Meinung in der Gemeinschaft der Wissenschaftler wendete. Er drückte eine Auffassung aus, die sich auf eine zugrundeliegende Metaphysik stützte.

Ähnlich hatte Gregor Mendel 30 Jahre früher eine Erklärung der Vererbung zum Ausdruck gebracht, die ebenfalls den damaligen wissenschaftlichen Auffassungen und – wichtiger – Interessen entgegengesetzt war. Sie wurde deshalb von den Biologen, die sie hätten verstehen können, weitgehend ignoriert. Mendel, ein Augustinermönch, bewegte sich am Rand der organisierten Wissenschaft und obgleich seine Arbeit veröffentlicht war, wurde sie kaum gelesen. Bateson, immerhin an der Cambridge University, hatte eine untergeordnete Position inne, war jung und eher am Rande der etablierten Biologie tätig. Die anerkannten Erben Darwins waren Karl Pearson und die Biometriker. Für sie waren die kleinen Variationen, die die Darwinsche natürliche Auslese vorsah, die Basis eines gut konstruierten neuen statistischen Ansatzes zur Erklärung der Natur und der Evolution. Sie waren die wissenschaftlichen Kontrahenten von Bateon, und vor 1900 war der Kampf deutlich ungleich.

Kein Wunder also, daß die Wiederentdeckung von Mendels Arbeit im Jahre 1900 – mit ihrer Diskussion der Vererbung auf der Basis von diskreten Einheiten oder „Faktoren" – „mit einer Art Triumph von Will begrüßt" wurde (wie Batesons Frau Beatrice über die Reaktion ihres Mannes berichtet).[47]

Für Bateson waren die Implikationen eindeutig: „Diejenigen, die Mendels Theorie akzeptierten, konnten das Diskontinuitätsprinzip nicht ablehnen." Die Wiederentdeckung Mendels war ihm sehr willkommen, bestätigte sie doch die von ihm entwickelte Auffassung; zudem schien sie die Trennungslinien zu den bisherigen Vorstellungen schärfer als bisher zu ziehen.

Unmittelbar nach der Wiederentdeckung Mendels, zu einer Zeit, in der Bateson Schwierigkeiten hatte seine Arbeiten publizieren zu können[48], kämpfte er auf einem Treffen der „Royal Horticultural Society" mit starken Argumenten für seine Auffassung. Diskontinuität erklärt die Evolution, behauptete er. Er forderte seine Zuhörer heraus:

„Man hat uns gelehrt, daß Evolution ein sehr langsamer Prozeß ist, der sich in unendlich kleinen Schritten vollzieht. Für den Pflanzenzüchter ist sie selten irgendetwas in dieser Art. Im Rahmen der Lebenszeit der hier anwesenden älteren Herrn können wir nicht Evolution sondern nur Revolution – an einigen sehr gut bekannten Ordnungen von Gartenbaupflanzen – feststellen. Sogar die jüngeren von uns haben riesige Veränderungen gesehen. Es mag wie ein langsamer Prozeß erschienen sein für die Einzelnen in ihrer speziellen Arbeit. Es mag ihre gesamte Lebenszeit gekostet haben eine Variation zu züchten; aber für die Evolution ist das gar nichts. Sie geht im Galopp!"[49]

Während Bateson Belege erbrachte für die diskontinuierliche Variation, stellte Hugo de Vries, ein holländischer Pflanzenzüchter und einer der drei Wiederentdecker Mendels, das Diskontinuitätsprinzip in den Rahmen einer ausgereiften Theorie der experimentellen Evolution. L. C. Dunn bemerkte, die Mutationstheorie „gab zum erstenmal die Hoffnung auf eine direkte Beobachtung und eine mögliche Kontrolle des evolutionären Prozesses."[50]

Die damalige Mutationstheorie war abhängig von der Mendelschen Theorie der Vererbung, aber sie ging über sie hinaus, indem sie versuchte, die Mechanismen der Evolution zu erklären. De Vries behauptete in seiner „Mutationstheorie" (1901–03), daß er entdeckt habe, auf welche Art und Weise neue Arten entstehen. Seine Theorie war kontrovers und fruchtbar, herausfordernd für die Rolle der Selektion und demonstrierte, daß das Problem der Entstehung von Arten experimentell studiert werden konnte.

Die Rezeption der Mutationstheorie gibt einige Anhaltspunkte dafür, warum Wissenschaftler ihre lang aufrechterhaltene Bejahung

des Kontinuitätsprinzips zugunsten der Vorstellung von diskontinuierlichen Sprüngen in der Evolution aufgaben. Erstens ermöglichte die neue Vorstellung experimentelle Forschung, unterschied sich dadurch von bisheriger Evolutionsforschung, die fast vollständig von vergleichenden Studien abhing. Man konnte jetzt direkte Beobachtungen anstellen und Verbindungen zu grundlegenden physiologischen Prozessen herstellen. In der Tat waren es Physiologen und Embryologen, wie Jacques Loeb und Thomas H. Morgan, die die Mutationstheorie mit Begeisterung begrüßten. Die neue Theorie beförderte die disziplinäre Trennung: die Feldbiologen hielten in großem Umfang an der natürlichen Selektion fest, während die im Labor experimentell Arbeitenden sich für die Mutationstheorie entschieden. Es zeigt sich auch, daß allgemein die jüngeren Biologen eher als die älteren der Mendelschen Theorie zuneigten. Erstaunlicherweise lassen sich auch nationale Unterschiede in der Rezeption feststellen, wobei amerikanische Biologen die neue Theorie besonders begrüßten. Tatsächlich wurde de Vries schon recht früh zu einem Vortrag über seine Theorie – anläßlich der Eröffnung eines neu gegründeten Instituts für experimentelle Genetik in Cold Spring Harbor, N.Y. eingeladen.

Jedoch gibt es ein zweites wichtiges Element, das eine weitere Dimension in der positiven Rezeption der Mutationsthorie vermuten läßt. Trotz der Auffassung de Vries', daß er auf Grundlage der Darwinschen Theorie arbeitete, interpretierten andere Biologen seine Entdeckungen als fundamentalen Angriff auf die zugrundeliegende Philosophie des Darwinismus.[51] Thomas Case, der de Vries' Buch in dem amerikanischen Journal *Science* (1905) besprach, zeigte einen Grund für die populäre Rezeption auf:

„Wenn wir uns vorstellen, daß der Mensch plötzlich durch eine nicht berechenbare molekulare Veränderung entstand, ... dann kann es keinen Zweifel geben über den Zeitpunkt, an dem der Mensch seine unsterbliche Seele erhalten hat; hingegen gäbe es notwendigerweise viel mehr Unsicherheit über den Zeitpunkt, wann dieses Ereignis unter den sukzessiven infinitesimalen Entwicklungsschritten des Gehirns wie sie die Darwinsche Theorie postulierte, eintrat."[52]

Theologen konnte eine solche Interpretation gefallen. Der amerikanische Embryologe T. H. Morgan gibt einen weiteren Anhaltspunkt dafür, was man damals akzeptieren durfte und was nicht. Die Mutationstheorie schien einen Ausweg aus dem sozialdarwinistischen Vorstellungen, die vom Prinzip der natürlichen Selektion mitgeschleppt wurden, zu ermöglichen; oder, in Morgan's Worten, aus „dem schrecklichen Elend der Natur, wie es im Bild vom Daseinskampf zum Ausdruck kommt".[53] Morgan und andere lehnten die Vorstellung von einer Natur, die durch Leiden und Kampf voranschritt, ab. Eiseley drückte das so aus: „Die unangenehmeren Aspekte der Darwinschen Gedanken – die beständige Hervorhebung des Kampfes, die mechanistische und utilitaristische Philosophie, erschienen vielen ähnlich schmutzig wie eine viktorianische Fabrik."[54]

Morgan hatte niemals vollständig die sozialen Implikationen seiner „biologischen" Konzeption erforscht. Sie waren aber wichtig, und er hat sie niemals aufgegeben; auch nicht, nachdem er seine Vorstellungen über Großmutationen geändert hatte und stattdessen der Idee anhing, daß die natürliche Selektion bei kleinen Mutationen stattfinde. Wenn sich auch vorteilhafte Mutationen in einer Population ausbreiten, so bedeute dies nicht, meinte er, daß die unverändert gebliebenen Individuen zu leiden hätten. Die neue Vorstellung „gibt ein Bild vom Prozeß der Evolution, das sich etwas unterscheidet von der alten Idee vom grausamen Kampf zwischen Individuen einer Art, dem Überleben der Fähigsten und der Vernichtung der Schwachen".

Morgan war erfreut, behaupten zu können, daß in der Synthese, die er geschaffen hatte, „die Evolution einen friedlicheren Anschein gewinnt."[55]

Wir können eine Mischung von Motiven erkennen, die die Biologen auf eine diskontinuierliche Sichtweise der Evolution hinlenkte. Alle hatten den ausdrücklichen Wunsch, den Wandel in der Natur zu erklären. Einige waren unzufrieden mit der Methodologie des traditionellen Darwinismus und wünschten, eine experimentellere Methode einzuführen. Andere wurden angezogen durch eine alternative Theorie der Evolution, ohne Kampf und Konkurrenz.

De Vries' Mutationstheorie, aufbauend auf der Idee größerer Sprünge in der Natur, war für einen Zeitraum von etwas mehr als zehn Jahren einflußreich. Während dieser Zeit gewann die Mendelsche Theorie der Vererbung weitgehende Geltung, die Idee der Mutation wurde akzeptiert und modifiziert. Schließlich reduzierte man die Größe der Entwicklungsschritte in der Natur und paßte sie an eine neue Theorie der Evolution an, die die Mendelsche Genetik (einschließlich Mikromutationen) vereinigte mit der Darwinschen natürlichen Selektion (welche jetzt modifiziert wurde als wirkend auf die durch Mutation hervorgebrachten Variationen). Geschaffen wurde eine Theorie der Kontinuität in der Evolution, basierend auf diskontinuierlichen Sprüngen in der Natur.

Die Struktur der neuen Theorie der genetischen Evolution ähnelt dem Kompromiß, den wir ausgeführt sehen in der Physik, in der die neue Quantenmechanik die Teilchen- und Wellentheorie einschloß.

5. Wissenschaftliche Revolutionen

Auch in der epistemologischen Diskussion finden Kontroversen über kontiniuerliche und diskontinuierliche Prozesse statt. Liefert uns die Wissenschaftsgeschichte ein Bild langsamen stetigen Wachstums oder eines von Brüchen und Sprüngen gekennzeichneten Prozesses? Karl Popper nennt seine jüngste Aufsatzsammlung „Objektive Erkenntnis, Ein evolutionärer Entwurf" (1972); Stephen Toulmin spricht vom „Kollektiven Gebrauch und der Evolution von Begriffen" (1972). Thomas Kuhn dagegen erzeugte mit seiner „Struktur der wissenschaftlichen Revolutionen" (1962, 2. Auflage 1970) einen neuen Schwerpunkt für die jüngste epistemologische Kontroverse.

Diese Autoren scheinen nahezulegen, daß die Kontroverse neu ist. Der Historiker I. Bernhard Cohen ist jedoch dem Wort und dem Begriff „Wissenschaftliche Revolution" nachgegangen. Er fand heraus, daß der älteste Gebrauch auf der Analogie zur Englischen „Glorreichen Revolution" von 1688 zurückgeht. Das Bemerkenswerte scheint mir, daß der Terminus „Revolution", wiewohl ursprünglich in den Wissenschaften entstanden (der Astronomie), erst vermittelt durch den neueren politischen Gebrauch wieder auf die Wissenschaften angewendet wird. [56] Im 18. Jahrhundert, in dem die Bezeichnung geläufig wird, wurde die Vorgehensweise der Wissenschaftler offenkundig in der Sprache der revolutionären politischen Bewegungen beschrieben. D'Alembert spricht in seinem ‚Discours Préliminaire' der großen ‚Encyclopédie' über Descartes große „révolte"; er habe intelligenten Köpfen gezeigt, wie „sie das Joch der Scholastik, der Meinung, der Autorität ... abschütteln konnten". Descartes wird beschrieben „als Anführer einer Verschwörung ..., der als erster den Mut zum Aufstand gegen eine despotische und willkürliche Macht aufbrachte und der in der Vorbereitung einer aufsehenerregenden Revolution den Grund zu einer gerechteren und glücklicheren Regierung legte, deren Einsetzung er nicht mehr erleben konnte."[57] Bei ihrer Erforschung jener Ereignisse im 17. Jahrhundert, die später „wissenschaftliche Revolution" genannt wurden, legten uns D'Alembert und Diderot an den meisten Stellen nah, daß die angesprochenen Änderungen scharfe Brüche waren. Manchmal benutzten sie allerdings den Begriff „Revolution" auch mit Anklängen an die frühere Bedeutung eines zyklischen Änderungsprozesses.

Während des Jahrzehnts der Französischen Revolution wurden die Begriffe „Revolution" und „wissenschaftliche Revolution" jedoch auf die Bedeutung eines diskontinuierlichen Bruchs mit der Vergangenheit (politisch oder begrifflich) und die Durchsetzung einer neuen Ordnung in der Gesellschaft oder in wissenschaftlicher Theorie und Methode festgelegt. Wie Cohen treffend bemerkt, übertrugen die, die der Revolution wohlwollend gegenüberstanden wie Condorcet und Lavoisier, sowie ausgesprochene Befürworter wie Joseph Priestley die Begriffe ohne Schwierigkeit von der politischen auf die wissenschaftliche Szene. (Alle drei sprachen von dem chemischen Revolution, an der die letzten beiden aktiv beteiligt waren.)

Wer der Revolution nicht freundlich gesonnen war oder in seinem Urteil zögerte, war da zurückhaltender. Samuel Miller, ein amerikanischer Kleriker mit anti-französischer Haltung, bemerkte in seinem „Kurzen Rückblick auf das Achtzehnte Jahrhundert" (1803), daß die Leute mehr als je zuvor gelernt hatten, „die Autorität angesehener Namen abzuwerfen ... alle Meinungen zu verwerfen, Systeme, die auf ewigen Fundamenten ruhen sollten, umzustürzen ... eine Revolution des menschlichen Geistes" hervorzubringen.[58] Nach I. B. Cohen ist „das so heraufbeschworene Bild eines von intellektuellen Sans-Culotten, die zügellos zerstören."[59]

Ein Bild wissenschaftlicher Revolution, welches einen Bruch mit vergangenen Traditionen einschließt und von einem Individuum oder einer Gruppe zu bestimmter Zeit und an bestimmtem Ort gemacht wird, wird am ehesten in Zeiten politischer und sozialer Umwälzungen gesehen; es wird am ehesten von denen vorgeschlagen, die mit radikalem Infragestellen und/oder radikalen Vorschlägen für soziale Reorganisation sympathisieren.

Daß gerade in den 1960er Jahren der neuerliche Angriff auf die Idee einer ruhigen Kontinuität und eines geordneten Wachstums unternommen wurde, sollte daher nicht überraschen. Auch überrascht es nicht, daß andere sich anstrengten, das „Phänomen" einer Theorie des fortschreitenden Wachstums wissenschaftlicher Erkenntnis zu „retten". Ein analoger Kampf wurde im politischen und gesellschaftlichen Bereich ausgetragen. Die Fortschritte der Wissenschaft und ihrer Technologien wurden gefeiert und das Wettrennen zum Mond war in vollem Gang. Gleichzeitig wurden die grundlegendsten Herausforderungen an die wissenschaftliche Erkenntnis und ihren Gebrauch gestellt. Das Raketenzeitalter und alles, was es über den Maßstab der Rationalität symbolisierte, hatten der Wissenschaft die strengste Kritik eingetragen, die sie seit mehr als einem Jahrhundert erfahren hatte. Aber diese Herausforderungen an die Wissenschaft und an die „Besonderheit" ihrer Erkenntnistheorie fügten sich in eine breitere Reihe von Einwänden gegen die Strukturen der Gesellschaft und der politischen Autorität ein. Die ganze „Westliche Welt" erlitt einen Zusammenbruch des nationalen Konsenses und des so-

zialen Zusammenhalts – ob man die Bürgerrechtskampagne oder die Anti-Kriegsbewegung in den Vereinigten Staaten betrachtet, oder die Maitage in Frankreich und Europa. Neue Gruppen, Parteien, Generationen stellten die Ordnung der Dinge in Frage und/oder versuchten sie umzuwerfen. Die höflichen Dialoge in der Wissenschaftstheorie hatten ihre Ebenbilder in den explizit politischen und radikal orientierten Einwänden von außen.

In seinem provokativen „Making of a Counter Culture" (1969) stellte Theodore Roszak die Existenz objektiven Wissens überhaupt in Frage; Herbert Marcuse stellte im „Eindimensionalen Menschen" (1964) Wissenschaft und Technik als auf Herrschaftswissen gegründet dar. Die Studenten und Schüler, für die das Infragestellen der Autorität eine allgemeine Denk- und Handlungsweise wurde, waren Rezipienten und Unterstützer der Ideen von begrifflichen Revolutionen. Sie schienen es dem Denken oft absichtlich unbequem machen zu wollen; Behauptungen von Kontinuität riefen das Bild der Unterstützung für die abgelehnte Vergangenheit hervor.

6. Nachwort

Meine These ist, daß Kontinuität und Diskontinuität nicht Konstruktionen der Natur sind, sondern Konstruktionen des menschlichen Geistes, um die Natur zu interpretieren. Es sind der Beobachter und der Interpret der physischen Welt, die Kontinuitäten und Diskontinuitäten im vorliegenden Material postulieren. Hier haben wir ausgezeichnete Beispiele für theorie- und metaphysikbeladene Beobachtung. Die ganze Reihe von Fällen, die wir untersuchten, weisen auf die starke Rolle hin, die die Voreingenommenheit zugunsten bestimmter Typen oder Formen von Erklärung und Theorie in der Begriffs- und Theoriebildung selber spielt. Der Einfluß des unmittelbaren historischen und gesellschaftlichen Kontextes wurde in einer Reihe von untersuchten Fällen sichtbar und legten es nahe, daß die breiten organisierenden Topoi wie Kontinuität und Diskontinuität Strukturen des Diskurses und des Denkens Teile einer Gesellschaft oder einer historischen Epoche durchdringen und die Struktur von Theorien über die traditionellen Grenzen von Disziplin und Gegenstandsbereich hinweg prägen können.

Welche Konsequenzen hat der Gebrauch dieser beiden Denkweisen? Die starken Kontinuitätstheorien im 19. Jahrhundert hatten die Fähigkeit, viele disparate Befunde in einen umfassenden Erklärungsansatz einzugliedern. Aber ein zu tiefes Anhängen an kontinuierliche Auffassungen kann das, was gesucht wird, so weitgehend bestimmen, daß es das determiniert, was gefunden wird. War die

Suche nach Kontinuität zum Beispiel mindestens teilweise verantwortlich für die Unfähigkeit, Mendel's genetische Entwickungen zu verstehen und anzuwenden? Es könnte scheinen, als ob das Unerwartete und das Anomale bereitwilliger benutzt und verstanden werden kann innerhalb einer diskontinuierlichen Erkenntnisauffassung. Neuheit und radikale Innovation werden wahrscheinlich eher dort akzeptiert, wo Kontinuitäten nicht zu stark postuliert werden.

Aber noch eine übergreifende Wahrheit scheint sich aus historischen Reflexionen zu ergeben: kontinuierliche und diskontinuierliche Organisationsweisen haben selten lange ein Erklärungsmonopol behalten. Eher scheinen sie miteinander in einem Spannungsverhältnis gelebt zu haben und dadurch die wahrscheinlich gesunde Koexistenz von historischer Perspektive und Organisation der Tradition mit der Herausforderung der Veränderung und dem Vorstoß zur Revolte erlaubt zu haben.

Anmerkungen

1 John Theodore Merz, A History of European Thought in the Nineteenth Century, Edinburgh, 1914, vol. IV, S. 435.

2 Salomon Bochner, Artikel „Continuity and Discontinuity, in *Dictionary of the History of Ideas,* New York, 1968, 1973, vol. I, S. 492.

3 ibid. S. 495.

4 Max Jammer, The Conceptual Development of Quantum Mechanics, New York, 1966, S. 345ff.

5 Lia Formigari, „Chain of Being", „*Dictionary of the History of Ideas,* vol. I, pp 325–326; siehe auch die klassische Studie dieses Konzeptes von Arthur O. Lovejoy, *The Great Chain of Being,* Cambridge, 1936, 1948.

6 Zitiert nach Leibniz, Ethik, in A. O. Lovejoy, *Chain of Being,* S. 152.

7 Lia Formigari, „Chain of Being", S. 329.

8 Ibid. S. 329.

9 Die neueren Arbeiten solcher Autoren wie Barry Barnes, David Bloore, Paul Foreman, Jerome Ravetz, David Edge und anderen sorgten für Leitlinien und Beispiele. Mein Versuch herauszufinden, warum deutsche Physiologen in den 1840ern ein starkes physikalisch-reduktionistisches Erklärungssystem wählen in einer Periode sozialer Revolution, erweiterte mein eigenes Verständnis darüber, in welcher Art und Weise Begriffe und Techniken in den Wissenschaften vollständig beeinflußt werden können durch zeitgenössische politische und soziale Geschehnisse; Everett Mendelsohn „Revolution and Reduction: The Sociology of Methodological and Philosophical Concerns in Nineteenth-Century Biology", in: Y. Elkana, ed., *The Interaction Between Sience and Philosophy,* Atlantic Highlands, N.Y., 1974, S. 407–426.

10 Vgl. die herausfordernde Arbeit von Ludwig Edelstein, „Andreas Vesalius, the Humanist", in: Owsei Temkin and Cahilliam Temkin, eds. *Ancient Medicine. Selected Papers of Ludwig Edelstein,* Baltimore, 1967, S. 441–454.

11 Ibid.

12 Vgl. die heute klassische Studie von John Randall jr., *The School of Padua and the Emergence of Modern Science,* Padua, 1961; und auch die

herausfordernden Interpretationen von Leonardo Olschki und Edgar Zilsel.

13 Leibniz, Hauptschriften (Hrsg. v. Cassirer) Bd. II, S. 77–8.

14 A.a.O. 78.

15 Zit. nach Lia Formigari, „Chain of Being"; Maupertuis Oeuvres, Bd. I, S. 51.

16 Armin Hermann, The Genesis of Quantum Theory (1899–1913), Cambridge, 1971, S. 1

17 Er hat den Infinitesimalkalkül – entgegen der üblichen Darstellung – eigentlich nicht entdeckt. Vgl. Carl Boyer, The History of the Calculus and Its Conceptual Development, New York 1949, 1959, S. 187f.

18 S. Bochner, „Continuity and Discontinuity", S. 497.

19 Antonio Vallisneri, zit. nach John Farley, The Spontaneous Generation Controversy, Baltimore 1977, S. 11.

20 Siehe die bedeutende Studie von Richard W. Burkhardt, jr., *The Spirit of System,* Lamarck and Evolutionary Biology, Cambridge, 1977.

21 Ibid., S. 140.

22 Ibid., S. 143.

23 Richard W. Burkhardt jr., „Lamarck, Evolution and the Politics of Science", *Journ. Hist. Biol.,* vol. III, S. 287, 1970.

24 Martin J. S. Rudwick. *The Meaning of Fossils,* New York, 1972, S. 101–163.

25 Zitiert in Burkhardt, *Spirit of System,* S.129, nach Cuviers „Mémoire sur les Expèces d'Elephans Vivantes et Fossiles".

26 Zitiert in Rudwick, Fossils, S. 109.

27 Ibid., S.115.

28 Marx/Engels: Briefe über „Das Kapital", Berlin-DDR 1954, S. 105 (Marx an Engels, 18.6.1862).

29 Vgl. J. S. Wilkie, „Button, Lamarck and Darwin: The Originality of Darwin's Theory of Evolution", in P. R. Bell, ed. *Darwin's Biological work: Some Aspects reconsidered,* Cambridge, 1969, pp. 262–307.

30 Die neuesten Diskussionen darüber finden sich in: Peter J. Bowler, Fossils, and Progress, Paleontology and the Idea of Progressive Evolution in the Nineteenth Century, New York, 1976.

31 Zwei neuere Studien demonstrieren die Wichtigkeit dieser Sozialphilosophen für Darwins intellektuelle Entwicklung: Sylvan Schweber, „The Origin of the *Origin* in Revisited", Journ. Hist. Biol. vol. X, pp. 229–316, 1977 and Edward Manier, „The Young Darwin and His Cultural Circle", Dordrecht, 1977. Dieser Abschnitt ist vollständig erforscht von Robert M. Young, „Malthus and the Evolutionists: The Common Context of Biological and Social Theory", Past and Present, 43, 109–141, 1969.

32 Zitiert nach Spencer, The Study of Sociology, in: J.D.Y. Peel, Herbert Spencer, The Evolution of a Sociologist, New York, 1971, S. 147–148.

33 Ibid., S. 148.

34 John C. Greene, Darwin as a Social Evolutionist, Journ. Hist. Biol., vol. X S. 26, 1977.

35 Darwin, The Descent of Man, zit. in Greene, Darwin as a Social Evolutionist, S. 3.

36 Siehe die verschiedenen exellenten Aufsätze in: Thomas F. Glick, (ed): The Comparative Reception of Darwinismus, Austin 1972.

37 Raymond Wilson, Keywords, S. 105.

38 Die vollständigste neuere Diskussion über den Begriff „Evolution" findet man in Peter J. Bowler, The Changing Meaning of ‚Evolution', Journ. Hist. Ideas, vol., 36, S. 95–114, 1975.

39 Siehe die Diskussion bei Stephen J. Gould, Ontogeny and Phylogeny, S. 28–32.

40 Zitiert bei Gould, ibid., p. 31, aus Spencers *First Principles,* Spencer gebrauchte „Evolution" nicht vor 1852 in seinem Aufsatz, The Development Hypothesis.

41 Zit. in Richard Hofstadter, Social Darwinism in American Thought, Boston, 1955, S. 129.

42 Armin Herrmann, The Genesis of Quantum Theory (1899–1913), Cambridge, Ma., 1971, S. 1.

43 Siehe eine von vielen neueren hist. Forschungen über diese Disziplin, z.B. die eines „Machers" der Theorie der Genetik, L. C. Dunn, A Short History of Genetics, New York 1965.

44 Siehe die Kommentare von L. C. Dunn, ibid., S. 58f.

45 Zitiert in Beatrice Bateson, William Bateson, F. R. S. Naturalist, Cambridge, 1928, S. 57.

46 Ibid.

47 Ibid., S. 70

48 Siehe Lewis Feuer, General Movements, S. 279

49 Beatrice Bateson, William Bateson, S. 165

50 L. C. Dunn, History of Genetics, S. 59.

51 Siehe Peter J. Bowler, Hugo De Vries and Thomas Hunt Morgan: The Mutation Theory and the Spirit of Darwinism, Annals of Science, vol. 35, pp. 55–73, 1978; ebenso Garland A. Allen, Life Science in the Twentieth Century, New York, 1975, S. 16f.

52 Zitiert bei Loren Eiseley, Darwin's Century, New York, 1958, S. 250.

53 Zitiert nach Thomas Hunt Morgan, Evolution and Adaption, New York 1903, p. 116, in Bowler, De Vries and Morgan, S. 69.

54 Eiseley, Darwin's Century, S. 250.

55 Zitiert nach T. H. Morgan, A Critique of the Theory of Evolution, Princeton, 1916, S. 87–88, in Bowler, De Vries and Morgan, S. 72.

56 Vgl. I. Bernhard Cohen, „The Eighteenth-Century Origins of the Concept of Scientific Revolution", Journal of the History of Ideas, Bd. 37 (1976), S. 257–288.

57 Ibid., 270; vgl. D'Alembert, Jean le Rond, Discours Préliminaire de l'Encyclopédie, Hamburg 1955, S. 149–49.

58 Ibid. S. 286.

59 Ibid., S. 286.

Michael Wolff

Boris Hessen und die sozialen Ursprünge physikalischer Theoriebildung*

I. Zum Begriff der historisch-genetischen Erklärung

Soziale Ursprünge physikalischer Theoriebildung auffinden heißt: die Entstehung einer wissenschaftlichen Theorie erklären. Ich beginne daher mit der Frage: Was verlangt man eigentlich von einer Erklärung, wenn die Entstehung einer wissenschaftlichen Theorie auf Ursachen zurückgeführt werden soll?

Ich kann diese Frage hier nicht erschöpfend behandeln; es scheint mir aber wenigstens möglich, mithilfe einer Teilantwort ein verbreitetes Mißverständnis auszuschließen. Gegen Versuche sozialhistorischer Erklärung in der Wissenschaftsgeschichte wird nämlich gerne der folgende prinzipielle Einwand erhoben. Man sagt: Eine wissenschaftliche Theorie entstehe oder setze sich durch nur deshalb, weil sie mit der Wahrheit gut (oder relativ gut) übereinstimmt.

Gegenüber diesem Einwand scheint es mir nützlich zu sein, die Aufgabe der wissenschaftshistorischen Erklärung mit der Erklärung anderer sozialer Vorgänge, zum Beispiel mit der Aufklärung eines Kriminalfalles zu vergleichen. Niemand wird behaupten, ein Mord sei aufgeklärt dadurch, daß man feststellt, beim Mord sei ein Mensch umgebracht worden. Denn ein Mord *besteht* eben darin, einen Menschen umzubringen. Ebensowenig erklärt man die Entstehung einer wissenschaftlichen Theorie durch die Feststellung, hier sei eine annähernd wahre und wohlbegründete Erkenntnis erreicht worden. Denn, wie immer wir im Einzelfall darüber entscheiden mögen, *ob* eine wissenschaftliche Theorie vorliegt und *ob* etwas wahr und wohlbegründet ist: *Wenn* etwas eine wissenschaftliche Theorie ist, so wird sie stets mit dem Anspruch auf Wahrheit und wohlbegründete Erkenntnis auftreten. Was verlangt man dann aber mit Recht von einer wissenschaftlichen Erklärung?

Einen Mordfall aufklären, bedeutet zunächst einmal den besonderen Tathergang rekonstruieren und dann auf Motive und Ursachen des Verbrechens zurückschließen. Etwas Ähnliches muß die wissenschaftshistorische Erklärung leisten: Zunächst einmal muß der gesamte Entstehungsverlauf einer Theorie rekonstruiert werden. Und von da aus ist dann auf die Entstehungsursachen und Entstehungsmotive zurückzuschließen.

* Text eines Vortrages im Rahmen des Studium Generale an der Universität Freiburg i.Br. am 21.1.1980.

Wenn wir also Theoriebildung auf soziale Ursachen zurückführen wollen, so heißt das nicht, daß wir die Wahrheit oder den Wahrheitsanspruch einer Theorie erklären wollen. Vielmehr erfahren wir auf diese Weise etwas ganz Anderes. Wir erfahren etwas über die historische und gesellschaftliche Bedingtheit wissenschaftlicher Erkenntnis. Einen Mord auf Habsucht zurückführen, bedeutet zwar nicht zu glauben, Habsucht führe eben stets zu Mord. Es bedeutet aber, daß der Mord nicht geschehen wäre, wenn es keine Habsucht gäbe. Ganz Ähnliches gilt für die wissenschaftsgeschichtliche Erklärung: Wenn es gelingt, die Bildung einer physikalischen Theorie aus bestimmten sozialen Ursachen zu erklären, so folgt daraus zwar nicht, daß diese Ursachen stets zu diesen physikalischen Theorien führen. Es folgt aber, daß *ohne* diese Ursachen die Theorie nicht entstanden wäre.

Wie weist man nun solch einen Bedingungszusammenhang nach?

Die Behauptung, daß eine Wissenschaft wie die Physik Ursprünge im Leben der menschlichen Gesellschaft hat, ist zunächst einmal eine ziemlich triviale Feststellung. Es liegt sozusagen im *Begriff* der Wissenschaft, daß sie eine Tätigkeit von Individuen ist, die diese als einzelne niemals betreiben können. Die Wissenschaft ist stets geprägt durch „Traditionen", „herrschende Meinung", „allgemeingültige Überzeugungen", etc. Das heißt nicht, daß der Forscher niemals ein einsamer Mensch wäre, der in völliger Weltabgeschiedenheit seinen Untersuchungen nachgehen kann. Aber es heißt wohl, daß selbst der einsame, weltabgeschiedene Forscher, der nachts bei stiller Lampe brütet, in vielen Beziehungen mit der Gesellschaft der Menschen verbunden ist und nur aufgrund dieser Beziehungen wissenschaftlich forschen kann. Alle diese Beziehungen, die gewissermaßen die soziale Basis der Wissenschaft ausmachen, könnte man versuchen einzuordnen in einen systematischen Katalog. Vieles, was dieser Katalog enthalten würde (angefangen bei den sprachlichen Mitteln, deren sich ein Wissenschaftler stets bedienen muß, bis hin zu Meßverfahren, die oft aus vorwissenschaftlichen Tätigkeitsbereichen einfach übernommen werden), vieles davon würde uns darüber belehren, daß wir die soziale Basis der Wissenschaft nicht wegen ihrer Verborgenheit so wenig kennen, sondern wegen ihres allzu offenen Zutageliegens.

Ich möchte einen solchen Katalog hier nicht im einzelnen auflisten. Er müßte das umfassen, was heute den disziplinären Rahmen der sogenannten Wissenschaftsforschung ausfüllt. Ich möchte mich

vielmehr einer Frage zuwenden, die mehr geschichtstheoretischer Art ist. Diese Frage, die ich gleich formulieren werde, geht aus von der Feststellung, daß wir innerhalb des genannten Katalogs noch einmal unterscheiden können nach zwei Kategorien sozialer Beziehungen.

Die soziale Basis der Wissenschaft läßt sich nach diesen Kategorien einteilen in variante und invariante Bestandteile. D.h., es bestehen soziale Beziehungen, die in *allen* und solche, die nur in *einigen* Gesellschaften nachzuweisen sind.

Dies ist an Beispielen zu erläutern, die ich willkürlich aus dem genannten Katalog herausgreife. Invariant gegenüber ganz verschiedenen Gesellschaftsformationen und Sozialstrukturen ist z.B. die Tatsache, daß ohne den Einsatz sprachlicher und auch umgangssprachlicher Mittel Wissenschaft nicht möglich ist. Dagegen gilt es nicht für alle Gesellschaften und hängt von besonderen sozialen Bedingungen ab, daß die Wissenschaftssprache die Landessprache ist und nicht vielmehr irgendeine besondere Kultursprache (z.B. Koine-griechisch oder mittelalterliches Arabisch oder Latein). Ein zweites Beispiel: In allen Gesellschaften ist der Umfang des wissenschaftlichen Erfahrungshorizonts abhängig vom Entwicklungsniveau der Technik (z.B. wächst mit der Mobilität auf den Weltmeeren die Breite des beobachtbaren Sternenhimmels; das Reich der Minerale, Pflanzen und Tiere wächst für unsere Erfahrung mit der Mobilität zu Lande etc.). Aber die sozialen Ursachen für das jeweilige Wachstum des Erfahrungshorizonts können in verschiedenen Gesellschaften ganz verschieden sein (z.B. entspringen die antiken Weltherrschaftsprojekte seit Alexander dem Großen, ohne die sein Erzieher Aristoteles nicht *der* Empiriker geworden wäre, der er war, nicht genau denselben Motiven wie die Expeditionen frühkapitalistischer See-Handelsgesellschaften, die zum ersten Mal Kenntnisse des südlichen Sternenhimmels nach Europa brachten).

Ein drittes und letztes Beispiel: in allen Gesellschaften wird das Fortschrittstempo der Wissenschaft von bestimmten sozialen Verhaltensweisen der Forscher abhängen, z.B. von ihrer Uneigennützigkeit (dem Fehlen von Geheimniskrämerei), Skeptizismus gegenüber Autoritäten, Aberglauben und eingebürgerten Überzeugungen, Aufgeschlossenheit für Überzeugungen, die bei fremden Völkern oder in anderen Gesellschaftsklassen entstanden sind, usw. Aber nicht in allen Gesellschaften werden Verstöße gegen solche sozialen Verhaltensweisen moralisch sanktioniert oder institutionell abgestützt. Die speziellen Merkmale eines besonderen Wissenschaftsethos, wie es Robert K. Merton für die „moderne" Wissenschaft herausgearbeitet hat, waren keineswegs in allen wissenschaftlich orientierten Kulturen wirksam: die Tugenden des organisierten Skeptizismus, der Uneigennützigkeit, des Kommunismus des geistigen Eigentums und des Antichauvinismus sind nicht in allen Gesellschaften gepflegt oder geschützt worden.

Die exemplarische Gegenüberstellung solcher varianten und invarianten Bestandteile der sozialen Basis der Wissenschaft ließe sich

leicht fortsetzen. Für eine historisch-genetische Untersuchung der Wissenschaften sind aber nur die *veränderlichen* Entwicklungsbedingungen von Interesse. Ich möchte daher meine Frage nach sozialen Ursprüngen physikalischer Theoriebildung folgendermaßen präzisieren; die Frage soll lauten: Gibt es unter den veränderlichen Bestandteilen der sozialen Basis der modernen Naturwissenschaft solche, von denen wir sagen können, sie hätten diese moderne Naturwissenschaft erst ermöglicht?

II. Herodot, Hessen, van der Waerden

Ich möchte hier zunächst erinnern an einen der großen Versuche, diese Frage zu beantworten. Denn das was ich hier vortrage, verstehe ich im wesentlichen als Ergänzung dieses Versuchs. Der Versuch stammt von Boris Hessen, einem russischen Physiker und Wissenschaftshistoriker, der zu den frühen Anhängern der Einsteinschen Relativitätstheorie gehörte und der, wie vermutet wird, während der Ära der Moskauer Prozesse unter Stalin ums Leben gekommen ist.

Die von Hessen 1931 untersuchte Frage ist, inwiefern die klassische Mechanik, die in Newtons „Mathematischen Prinzipien der Naturphilosophie" von 1687 erstmals systematisiert worden ist, durch die spezifischen veränderlichen Bedingungen einer besonderen historischen Gesellschaftsformation ermöglicht worden ist.

Wie begründet Hessen seine Ansicht? Hessens Begründung erinnert ihrer Form nach an einen älteren Versuch sozialhistorischer Erklärung.

Ich meine den Versuch des antiken Historikers Herodot. Herodot schreibt über die Anfänge der Geometrie bei den Ägyptern in seinen „Historien" (II, 109): „Wenn der Nil ein Stück eines Ackers weggeschwemmt hatte, so mußte wegen der Steuer festgesetzt werden, wieviel an Fläche verlorengegangen war. Und dies war, wie mir scheint, der Anfang der Geometrie, die dann nach Griechenland kam." Herodot erklärt hier die Entstehung der Geometrie aus einem bestimmten ökonómischen Bedürfnis des Pharaonenstaats. Wir wissen heute, daß die Ägypter über Konstruktionsregeln für rechtwinklige Dreiecke verfügten. Sie wußten z.B., daß Dreiecke rechtwinklig sind, wenn ihre Seitenlängen sich wie 3, 4 und 5 zueinander verhalten. Da 5 die Wurzel aus der Summe der Quadrate von 3 und 4 ist, kann man sagen, daß die Ägypter mit ihrer Konstruktionsregel eine wichtige Vorarbeit für den sog. pythagoreischen Lehrsatz geleistet hatten. Mithilfe von Herodot können wir diese Kunst, rechte Winkel zu konstruieren, auf das fiskalische Bedürfnis der Grundstücksgrößenberechnung zurückführen. Denn zur Flächenberechnung war es zweckmäßig, rechte Winkel bestimmen zu können.

Ihrer Struktur nach ganz ähnlich wie Herodots Erklärung der Anfänge der Geometrie sind Hessens Auskünfte über die sozialen und ökonomischen Wurzeln der klassischen Mechanik. Hessen erklärt zunächst, wie nach dem Zusammenbruch des Feudalsystems in der Zeit des Frühkapitalismus die Entwicklung der Technik eine ganz neue Physik notwendig machte. Zum Beispiel: Das Pumpen von Wasser aus den Bergwerken erforderte neue, bessere Pumpen. Dazu waren hydrodynamische Untersuchungen notwendig. In der Tat haben Torricelli, Pascal und manche andere sich mit Problemen des Wasserdrucks, des Luftdrucks und der Strömung von Flüssigkeiten durch Röhren intensiv beschäftigt. Torricelli und Newton untersuchten ferner die Parallelbewegung von Geschossen in der Luft unter dem Einfluß der Reibung, was für die Kriegstechnik wichtig war. Die große Arbeit von Christiaan Huygens über die Pendeluhr, „Horologium oscillatorium", war für die Schiffahrt, z.B. für die Bestimmung geographischer Längen sehr wichtig. Kurz: Die wichtigsten Probleme der Technik, deren Lösung für den Frühkapitalismus wichtig war, waren Probleme der Mechanik. Newtons Hauptwerk war demgemäß: Eine Begründung der Mechanik der Himmelskörper und der Körper auf Erden.

Es wird heute allgemein anerkannt, daß seit Hessens Untersuchungen Newtons „Principia" und insbesondere das 2. und 3. Buch von Newtons Hauptwerk in einem ganz neuen Licht zu sehen sind. Umstritten dagegen und sehr schwierig ist die Frage, inwiefern Hessens Untersuchungen den Anspruch erheben können, die Entstehung oder Entwicklung einer wissenschaftlichen Theorie *erklärt* zu haben. Auch im Hinblick auf Herodot scheint ja die Bemerkung angebracht zu sein, daß dieser nicht eigentlich die Entstehung der Geometrie, sondern nur bestimmte „Anfänge" der Geometrie aus fiskalischen Bedürfnissen erklärt hat. Daß die Ägypter bestimmte konventionelle Regeln der Landvermessung erfunden haben, mag aus fiskalischen Bedürfnissen ihres Staates folgen. Aber zwischen einer bloßen Meß- oder Konstruktionsregel und dem pythagoreischen Lehrsatz (aus dem diese Regel logisch hergeleitet werden mag) besteht ein fundamentaler erkenntnistheoretischer Unterschied; und es ist sehr die Frage, ob man mit den Mitteln Herodots nicht nur bestimmte Ausgangspunkte für die Entwicklung der Geometrie, sondern auch die eigentümliche, etwa die axiomatische Theorieform dieser Wissenschaft genetisch erklären kann.

Ganz ähnliche Einwände kann man gegen Hessens Erklärungweise erheben. Man mag die Problemwahl und die Untersuchungsthemen Newtons und seiner Vorgänger zum großen Teil auf veränderliche und im 17. Jh. mehr oder weniger schreiende soziale Bedürfnisse zurückführen. Warum aber hat man sich in der frühen Neuzeit nicht damit begnügt, durch Herumprobieren mithilfe bestimmter praktischer Regeln und mithilfe sorgfältiger Beobachtungen bessere Uhren, Pumpen, Mühlwerke und Mondtafeln herzustellen? Wieso brauchte man nicht bloß technische Regelkenntnis, sondern auch eine theoretische, durch Newton schließlich axiomatisch aufgebaute physikalische Wissenschaft, um technisch kompliziertere Meßgeräte und Produktionsmittel zu konstruieren?

Ähnliche Einwände hat bereits 1937 der englische Historiker Sir George Clark in seinem Buch „Science and Social Welfare in the age of Newton" gegen Hessen formuliert. Clark gibt zu bedenken, ob man nicht doch, anstelle von veränderlichen sozialen und ökonomischen Bedürfnissen, einen prinzipiell uninteressierten Drang nach theoretischer Erkenntnis verantwortlich machen muß für die Entstehung der Newtonischen Wissenschaft. Sind nicht auch physikalische Theorien getragen von einer quasi-religiösen Suche nach ewigen Wahrheiten? Entzieht sich nicht die Koinzidenz der Entstehung solcher Theorien mit anderen sozialen Bedürfnissen der sozial-historischen Erklräung, auch wenn man diese Koinzidenz als bemerkenswertes Faktum registrieren sollte?

Es gibt noch einen konkreteren Einwand gegen Hessen. Er stammt von Bartel Leendert van der Waerden, einem heute namhaften Mathematiker und Wissenschaftshistoriker, der diesen Einwand 1973 vorgetragen hat im Rahmen einer Zürcher Ringvorlesung, die unter dem Titel „Karl Marx im Kreuzverhör der Wissenschaften" als Buch veröffentlicht worden ist. Van der Waerden erkennt zunächst an, daß Überlegungen, wie sie Hessen angestellt hat, auf die Entstehung der klassischen Mechanik ein ganz neues Licht werfen und daß von diesem Licht besonders auch unser Verständnis des 2. und 3. Buchs von Newtons „Principia" erhellt wird. „Aber", so wendet van der Waerden ein, „der Hauptteil von Newtons Principia ist das 1. Buch. In diesem Buch entwickelt Newton die Lehre von der Gravitation und von der Ellipsenbewegung der Planeten, im Anschluß an Keplers „Astronomia Nova". Kann man diesen Teil auch als natürliche Folge des frühkapitalistischen Produktionsystems erklären?" Und van der Waerdens Antwort lautet klarerweise: „Nein. Newtons Problem war, das Gesetz derjenigen Kraft zu finden, die den Mond und die Planeten in ihren Bahnen hält."

In der Tat, Newtons Hauptproblem war – und darin muß man von der Waerden recht geben –, das Gesetz der Gravitation, und das heißt: das Maß der Kraft (der Attraktions- oder Zentripetalkraft) anzugeben, die Mond und Planeten in ihren Keplerschen Bahnen halten. Aber ist deshalb auch van der Waerdens Schluß folgerichtig,

daß dieses Hauptproblem mit der frühkapitalistischen Produktionsweise nichts zu tun habe? Ich glaube, dieser Schluß ist falsch.

III. Kritik an van der Waerden

Sehen wir uns van der Waerdens Argumentation genauer an. Van der Waerden erinnert an die von Newton selbst erzählte Geschichte von dessen sog. Entdeckung der Mondgravitation:

Newton saß an einem warmen Sommertag im Obstgarten dösend unterm Apfelbaum; ein fallender Apfel löste plötzlich den Gedanken aus: Könnte es nicht sein, daß dieselbe Kraft, die den Mond in seiner Bahn hält, diesen Apfel fallen läßt? Am Abend rechnete Newton es aus, und siehe da, es stimmte recht gut. Hier haben wir wieder das Bild vom einsamen Forscher, der nachdenkend und träumend nur vom Trieb beseelt ist, die Wahrheit zu erforschen. Die Faszination dieses Bildes veranlaßt van der Waerden auszurufen: „Zwei Dinge sind es vor allem, die durch die materialistische Geschichtsschreibung nicht oder nur sehr ungenügend erklärt werden: Der Glaube (...) und der Trieb, die Wahrheit zu erforschen."

Was war nun aber wirklich unter dem Apfelbaum, bzw. am Abend danach geschehen? Newton hatte, wenn wir seiner Erzählung Glauben schenken, aus dem 3. Keplerschen Gesetz und aus Huygens' Maß für die Zentralbeschleunigung einen mathematischen Schluß gezogen. Keplers 3. Gesetz legt eine Beziehung zwischen der Umlaufzeit eines Satelliten und dessen Abstand vom Zentralkörper fest:

(1) $T^2 \sim r^3$.

Huygens' Maß der Zentralbeschleunigung setzt die Richtungsänderung eines kreisförmig bewegten Körpers in Beziehung zum Kreisradius und zur Bewegungsgeschwindigkeit:

(2) $b = v^2/r$.

Für die Bahngeschwindigkeit ($v = 2\pi r/T$) folgt aus Keplers 3. Gesetz (1):

(3) $v^2 \sim r^2/T^2 \sim 1/r$.

Daraus und aus Huygens' Satz (also aus (3) und (2) folgt wiederum:

(4) $b \sim 1/r^2$.

Dies ist das berühmte Gesetz der Gravitationsbeschleunigung, wonach diese Beschleunigung mit dem Quadrat der Entfernung vom Zentralkörper abnimmt. Durch einen psychologischen Umstand mag nun ein fallender Apfel Newton auf die Idee gebracht haben, dieses Gesetz der Gravitationsbeschleunigung zu bestätigen. Dies erschien möglich dadurch, daß man die Richtungsänderung des Mondes pro Zeiteinheit mit der Fallbeschleunigung des Apfels pro Zeiteinheit vergleicht.

Für van der Waerden war das psychologische Ereignis, das in der Forscherseele Newtons in den 60er Jahren des 17. Jhs. stattgefunden haben muß, von entscheidender wissenschaftsgeschichtlicher Bedeutung. Dieses Ereignis verliert allerdings an Bedeutung, wenn uns die wissenschaftshistorische Forschung darüber belehrt, daß Anfang der 80er Jahre des 17. Jhs. unabhängig von Newton noch drei andere englische Gelehrte von der Richtigkeit des Gesetzes der Gravitationsbeschleunigung ($b \sim 1/r^2$) überzeugt waren. Es handelt sich um Robert Hooke, Christopher Wren und Edmund Halley, die alle drei glaubten, mithilfe dieses Gesetzes die Gravitationskraft aus Keplers Gesetzen herleiten zu können. Diese Herleitung war aber mathematisch äußerst schwierig und setzte, wie sich später herausstellen sollte, Kenntnisse in der Differentialrechnung voraus, über die damals in England nur Newton verfügte. Als Halley im August 1684 (drei Jahre vor Veröffentlichung der „Principia") zu Newton nach Cambridge fuhr, um diesem das Problem vorzulegen, stellte er erstaunt fest, daß Newton sich dasselbe Problem selbst bereits vorgelegt hatte. Halleys Frage war: Ist es mathematisch möglich, daß eine zentral gerichtete Kraft einen Planeten in seiner Keplerschen Bahn erhält? Newtons schließliche Antwort war: Ja, es ist möglich, und zwar ist die Größe dieser Kraft abhängig von der Masse und der Beschleunigung des Planeten.

Die Frage einer erklärenden (genetischen) Wissenschaftshistoriographie ist hier nicht, warum Newton eine mathematische Aufgabe lösen konnte, die Hooke, Wren und Halley noch nicht lösen konnten. (Diese Frage ließe sich leicht beantworten mit dem Hinweis auf die von Newton und Leibniz gleichzeitig und unabhängig voneinander entwickelte Differentialrechnung.) Unsere Frage ist hier vielmehr, warum gleichzeitig und unabhängig voneinander mehrere Gelehrte sich dasselbe mathematische Problem vorgelegt haben. Hatten sie etwa alle vier an einem warmen Sommertag unterm Apfelbaum gelegen?

Ich glaube, man muß die Antwort anderswo suchen. Es ist zunächst einmal ein Faktum, daß die von allen vier Forschern gesuchte und ihnen bereits greifbar nahe erscheinende Antwort zum ersten Mal eine Antwort auf die so ungeheuer schwierige Frage war: Wie kann man überhaupt die Größe einer mechanisch wirkenden Kraft messen? Es handelt sich hier um eine Frage, die viele Mechanikergenerationen, von Leonardo da Vinci bis hin zu Galilei und Huygens, in Atem gehalten hatte und die vor Newton nicht beantwortet worden war. Diese Frage war ihrem Inhalt nach keineswegs ein genuin astronomisches Problem, und die Astronomen hatten es bis hin zu Newton niemals mit Kraftmessungen zu tun gehabt. Mit dem Problem des Kraftmaßes hatten es dagegen die praktischen Mechaniker, die Maschinenkonstrukteure zu tun. Sollte man die Größe einer

mechanischen Kraft schätzen nach der Geschwindigkeit oder nach der Dauer oder nach der Beschleunigung der bewegten Last? Sind geradlinig wirkende Kräfte anders zu messen als kreisförmig wirkende Kräfte? Das waren die Fragen der praktischen Mechanik, die Newton durch seine „Bewegungsgesetze" im 1. Buch der „Principia" klar entschied, und zwar entschied auf der Grundlage von Keplers Gesetzen und Huygens' mathematischer Theorie der Zentralbeschleunigung. Newtons Antwort auf die Frage der praktischen Mechanik war kurz gesagt die: Die mechanische Kraft, die erforderlich ist, um eine Maschine, z.B. auch nur ein einzelnes Schwungrad des Transmissionsmechanismus, einer Maschine im gleichförmigen Gang zu halten, ist nicht größer und nicht kleiner als die äußeren Reibungswiderstände, die ihren Lauf hemmen. Jede Beschleunigung erfordert zusätzliche Kraft, und zwar gleichgültig, ob es sich dabei um eine Zentralbeschleunigung im Sinne von Huygens (d.h. um Richtungsänderung) oder ob es sich um Geschwindigkeitsänderung auf geradliniger Bahn handelt.

In diesem Gedanken Newtons lag implizit eine wichtige Korrektur an Huygens Theorie der Pendeluhr (die auch selbst die Theorie einer Maschine ist). Für Huygens waren nämlich Zentralbeschleunigung und Geschwindigkeitsänderung noch zwei ganz verschiedene Dinge. In seinen Untersuchungen zur Pendeluhr (deren Genauigkeit er zu verbessern suchte) ging Huygens stets davon aus, daß die Zentrifugalkaft, durch die ein konisches Pendel vom Zentrum entfernt wird, keine bloße Trägheitserscheinung, sondern eine echte Kraft ist. Erst die Idee von Newton, Hooke, Halley und Wren, wonach die geradlinige Fallbeschleunigung eines Apfels und die Krümmung der Mondbahn aus derselben Kraft folgen, erst diese Idee führte zur Gleichsetzung von Richtungs- und Geschwindigkeitsänderung und zugleich zu einem einheitlichen Kraftmaß für beides.

Van der Waerdens hier geschilderte Ansicht ist insofern zwar vollkommen richtig, als Newtons Hauptproblem die Ermittlung des allgemeinen Gravitationsgesetzes gewesen ist. Dennoch glaube ich, Argumente dafür zu haben, daß das 1. Buch der „Principia", das sich diesem Hauptproblem widmet, zugleich das Grundbuch einer allgemeinen Ökonomie mechanischer Kräfte ist. Ich möchte hier die Tatsache übergehen, daß für diese These auch einige Stellen im 1. Buch sprechen, die sich *ausdrücklich* mit Grundprinzipien der praktischen Mechanik beschäftigen. Meine These ist nämlich eigentlich folgende: Selbst *wenn* es Newtons Absicht, also sein subjektives Motiv gewesen wäre, durch Ermittlung des Gravitationsgesetzes die Planeten- und Mondbewegung nur zu erklären, so wäre das für eine genetische Historiographie der Wissenschaft vollkommen gleichgültig. Um es überspitzt zu sagen: Hätte Newton nicht gelebt, oder wäre er etwa vor Halleys Besuch in Cambridge gestorben, so hätte die Welt bloß noch ein wenig auf einen Mathematiker warten müssen, der die Aufgabe von Hooke, Halley und Wren würde gelöst haben können. Und auch bei diesem Mathematiker wären die subjektiven Motive völlig gleichgültig. Hauptsache für eine genetische Wissenschaftsgeschichte wäre seine objektive Leistung, und die würde darin bestehen, ein allgemeines Maß der mechanischen Kräfte aufgestellt zu haben, das technisch universal ist.

Boris Hessen hat diese Zusammenhänge nicht genügend untersucht. Das ist entschuldbar, da 1931 die Quellenlage für einen Wissenschaftshistoriker nicht hinreichend günstig war, wie sie es dann 1973 für jemanden wie van der Waerden allerdings geworden ist. Zugunsten von van der Waerdens Kritik an Hessens Versuch einer „materialistischen" Historiographie ist nur hervorzuheben, daß sie in höflicher Form vorgetragen worden ist. Das kann man leider von den meisten westlichen Kritiken an Hessen nicht sagen. Sie alle werfen, ebenso wie van der Waerden, den historischen Materialisten in wenig wohlwollenden Worten vor, sie könnten den „Glauben" und den sog. „Trieb, die Wahrheit zu erforschen", nicht erklären. Sie selbst aber machen noch nicht einmal den geringsten Versuch dazu. Alles, was wir bei diesen Leuten finden, ist das irrtümliche (anfangs erwähnte) Vorurteil, durch den sog. „Wahrheitstrieb" ließe sich in concreto irgendetwas in der Wissenschaftsgeschichte erklären.

Nun kann man meiner Ansicht nach den Versuch zu einer historisch materialistischen Darstellung – ich selbst spreche lieber etwas bescheidener von einer genetischen Historiographie – der klassischen Mechanik auf einer noch fundamentaleren Ebene ansetzen, als es bisher versucht worden ist. Ich habe diese Ansicht ausführlich erläutert in meiner 1978 erschienenen „Geschichte der Impetustheorie", und dieses Buch ist selbst der Versuch, die Richtigkeit dieser Ansicht in aller nötigen historischen Ausführlichkeit nachzuweisen.

IV. Resultate aus der neueren genetischen Wissenschaftsgeschichtsschreibung

Ich möchte am Schluß dieses Vortrags nur die Grundidee dieses Versuchs erläutern. Es ist meines Erachtens möglich nachzuweisen, daß die durch Newton vollendete Theorie der klassischen Mechanik nicht bloß in der Form eines technischen Nutzens auf die frühkapitalistische Produktionsweise zurückbezogen werden kann. Man kann nachweisen, daß sie auch in ihrer theoretisch begrifflichen Form geprägt war durch eine besondere Denkweise, die für die frühbürgerli-

che Ökonomie charakteristisch ist und die in der Mechanik erst nach Newton und zugleich mit Newtons Hilfe überwunden wurde.

Wie läßt sich diese Behauptung begründen?

Zunächst einmal fällt auf (und dieses Faktum hat bereits lange Zeit zu einigen wissenschaftshistorischen Spekulationen Anlaß gegeben), daß Newton der mechanischen Kraft, deren Maß er erstmals angegeben hat, einen Namen gegeben hat, der seiner Etymologie nach ganz unpassend ist und der von der nach-newtonischen Physik aufgegeben worden ist, weil er mit den von Newton selbst entwikkelten Prinzipien eigentlich nicht mehr vereinbar ist. Dieser Name lautet „vis impressa"; zu deutsch: eingeprägte oder dem bewegten Körper mitgeteilte, auf ihn übertragene Kraft. Dieser Terminus „vis impressa" ist als Name für die mechanische Kraft in der Literatur zur theoretischen und praktischen Mechanik zur Zeit Newtons allgemein gebräuchlich. Man findet ihn in selbstverständlichem Gebrauch bei allen großen Mechanikern des 17. Jhs., und diese haben ihn offenbar übernommen aus einer weiterzurückreichenden Tradition.

Was nun diesen Terminus mit den Prinzipien der Newtonischn Mechanik so schwer vereinbar macht, ist die Tatsache, daß das Newtonische Maß der mechanischen Kraft das Produkt aus Beschleunigung und Masse ist, also das Trägheitsprinzip voraussetzt. M.a.W.: ein Körper, auf den keine mechanische Kraft wirkt, wird zwar nicht beschleunigt, er kann sich aber nichtsdestoweniger bewegen. Bewegung ohne mechanische Kraft ist demnach möglich. Diesem neuartigen Gedanken widerspricht aber die traditionelle Vorstellung von der „vis impressa". Nach dieser Vorstellung ist nämlich Bewegung stets Folge einer Kraft*übertragung*: ein Körper bewegt einen anderen stets dadurch, daß er auf diesen eine Kraft (die „vis impressa") überträgt. Solange eine übertragene Kraft im Körper bleibt, solange behält er seine Bewegung bei. Anstelle eines Trägheitsprinzips gilt hier also so etwas wie ein Prinzip der Übertragungskausalität – so könnte man den Gegensatz zwischen vor- und nachnewtonischer Mechanik auf eine kurze Formel bringen. Aufgrund dieses Gegensatzes befindet sich Newton selbst in einer ganz paradoxen Situation: er hält noch verbal am Prinzip der Übertragungskausalität fest, zugleich aber erklärt er ausdrücklich, die auf den bewegten Körper übertragene Kraft könne in diesem Körper nicht bleiben. Das durch das neue Kraftmaß vorausgesetzte Trägheitsprinzip läßt diese Vorstellung dem Inhalt nach nicht länger zu.

Es ist ungefähr seit Beginn dieses Jahrhunderts eine der vieldiskutierten Fragen der wissenschaftshistorischen Forschung gewesen, wie und woher eigentlich die Überzeugung von der Gültigkeit des Prinzips der Übertragungskausalität in die Mechanik gelangt ist. Aus Naturbeobachtungen und unmittelbarer Erfahrung stammt dieses Prinzip sicher nicht. Auch gehört es nicht zu den Lehrstücken der klassischen antiken Naturphilosophie, von der ja sonst, trotz vorhandener Traditionsfeindschaft, die frühneuzeitliche Naturphilosophie und Mechanik manches übernommen hat. Wie also kommt es, daß theoretische und praktische Mechaniker, von Leonardo bis hin zu Galilei und den anderen unmittelbaren Vorläufern Newtons von der Gültigkeit des Übertragungskausalitätsprinzips überzeugt waren?

Bereits der verdienstvolle Pierre Duhem hat durch umfangreiche und sorgfältige Untersuchungen um die Jahrhundertwende und danach herausgefunden, daß das fragliche Prinzip nicht bloß in der Mechanikliteratur zu finden ist, die in die Renaissance zurückreicht, sondern auch bei zeitgenössischen und zum Teil wesentlich älteren Autoren, die im engeren Sinne gar keine Mechaniker gewesen sind. Wir stoßen hier auf Autoren wie Nicolaus Krebs (genannt Nicolaus Cusanus), einem Zeitgenossen Leonardos, wir stoßen auch auf Mitglieder des Joachimitischen (des sozialrevolutionären) Flügels des Franziskanerordens im 13./14. Jahrhundert, wir stoßen schließlich sogar auf den spätantiken alexandrinischen Aristoteleskommentator des 6. Jhs., Johannes Philoponos. Obgleich es mehr als zweifelhaft ist, daß es zwischen all diesen Autoren bzw. Autorengruppen so etwas wie einen direkten Überlieferungszusammenhang gibt, hat man sich seit Duhem daran gewöhnt, sie so zu behandeln, als ob sie in einen einheitlichen geistesgeschichtlichen Traditionsstrang gehören würden. Man nennt sie seit Duhem Anhänger der sog. „Impetustheorie", deren Tradition somit von Johannes Philoponos bis zu Isaac Newton reicht. Darüberhinaus hat man sich, aufgrund eines leider üblichen aber irreführenden extensiven Gebrauchs des Wortes „Scholastik", dazu verleiten lassen, von einer „scholastischen Impetustheorie" zu sprechen. Man hielt für die bemerkenswertesten gemeinsamen Merkmale der Impetustheoretiker, daß sie christliche Schriftsteller waren und sich gelegentlich auf theologische Streitfragen eingelassen haben (ein an sich keineswegs auffälliger Zug bei vielen Schreibkundigen des Mittelalters). So entstand der heute weithin herrschende Mythos von der Impetustheorie als einem spezifisch eingeborenen Sohn der christlichen Theologie, und das, obwohl die Impetustheorie und das Prinzip der Übertragungskausalität alles andere als die herrschende Meinung der Scholastik gewesen sind. Auf diese Weise erhielt auch die Meinung Auftrieb, die Wurzeln der neuzeitlichen Mechanik seien in Wahrheit in der christlich-theologischen Geistesgeschichte zu suchen. (So leicht haben es die

nicht-materialistischen Erklärer des Glaubens und der Wahrheitssuche: Der Glaube der Physiker kommt vom Glauben, so wie die Armut von der Pauvreté.) Leider finden wir unter denen, die diese Meinung übernommen haben, so bedeutende Gelehrte wie Alexandre Koyré, Anneliese Maier oder Hans Blumenberg. (Koyré benutzt diese Meinung sogar als Argument gegen die so wichtigen sozialhistorischen Erklärungsversuche Henryk Großmanns.)

Nach meiner Ansicht ist es nun für eine genetische Historiographie der neuzeitlichen Mechanik viel fruchtbarer, nach den *besonderen* gemeinsamen Merkmalen der sog. scholastischen Impetustheoretiker zu fragen, nach Merkmalen, die sie von der gewöhnlichen Scholastik unterscheiden. Und hier zeigt sich nun ein interessantes, bisher gar nicht beachtetes Faktum.

Alle drei Gruppen von Impetustheoretikern – ich spreche hier erstens von der alexandrinischen, zweitens der franziskanischen und drittens der cusanischen, genauer der Renaissance-Impetustheorie – alle drei haben nicht nur ein mehr oder weniger ausgearbeitetes, originelles naturphilosophisches System entwickelt. Sie haben auch die Grundlagen einer ebenso originellen ökonomischen Theorie ausgearbeitet. Dabei spielt interessanterweise in beiden Kontexten das Prinzip der Übertragungskausalität eine zentrale Rolle. In der Naturphilosophie werden mithilfe dieses Prinzips kausale Bewegungszusammenhänge gedeutet; insbesondere werden die künstlichen, mechanischen Einwirkungen auf Naturgegenstände als Übertragungen menschlicher Kraft auf diese Gegenstände (als vis impressa) interpretiert. In der ökonomischen Theorie werden dieselben Einwirkungen menschlicher Kraft auf Naturgegenstände als Arbeitsvorgänge betrachtet. Und zwar sehen wir jetzt (im Rahmen des ökonomischen Kontexts), wozu das Prinzip der Übertragungskausalität eigentlich gebraucht wird: mithilfe des Prinzips wird nämlich erklärt, worauf der ökonomische Wert eines Arbeitsprodukts beruht und was der Käufer eines bearbeiteten Naturgegenstands eigentlich zu vergüten hat, wenn er den Wert dieser Sache bezahlt. Es ist eben die Kraft (vis impressa), die der Produzent auf die Sache übertragen hat.

Wir sehen hier, daß die Impetustheorie ursprünglich nur Teilelement einer frühen ökonomischen Werttheorie gewesen ist, die sich von anderen Werttheorien dadurch unterscheidet, daß sie den Wertbegriff dynamisch erklärt. Die Impetustheoretiker haben mit dieser „dynamischen" Werttheorie (wie ich sie nennen möchte) gewissermaßen einen Vorläufer der bürgerlichen Arbeitswerttheorie geschaffen, die den Wert nicht mehr auf die Größe der Arbeits*kraft*, sondern die Arbeitsmenge zurückführt. Auch die dynamische Werttheorie trägt bereits deutlich bürgerliche Züge. Das läßt sich im einzelnen, wie ich

meine, nachweisen: Bei dem Alexandriner Philoponos dient diese Theorie als eine Art plebejische Waffe im Kampf um Anerkennung menschlicher Arbeitskraft als wertbildender Kraft (also im Kampf auch gegen die antike Sklaverei). Die Franziskaner verwenden dann später die dynamische Werttheorie zur Rechtfertigung des zinsnehmenden Kapitals. Die ökonomischen Texte des Impetustheoretikers und des Franziskaners Petrus Johannis Olivi (aus dem 13. Jh.) enthalten die älteste heute bekannte Theorie des Kapitals. Der Ökonom Nicolaus Cusanus schließlich bekämpft (übrigens ähnlich wie andere Renaissance-Ökonomen, z.B. Nicolaus Copernicus) die feudale Praxis der Münzverschlechterung mithilfe der dynamischen Werttheorie. Auch noch im 17. Jh. (unter den Zeitgenossen Newtons) finden wir Ökonomen, die gewisse Reste der dynamischen Werttheorie vertreten. Ich denke vor allem an Autoren wie Hobges und Locke. Doch dies alles müßte man im Detail an den historischen Texten nachweisen, wozu hier die Zeit fehlt.

Zusammenfassend und thesenartig möchte ich schließen: Eine genauere Analyse der Quellen zeigt uns, daß wir die dynamische Theoriebildung, die zur klassischen Physik geführt hat, auf eine besondere historische, spezifisch sozialökonomische Interessenlage zurückführen können. Und das nicht nur hinsichtlich des Nutzens, den ein physikalisch begründetes Kraftmaß für eine Ökonomie der menschlichen Arbeitskraft hat. Sondern auch hinsichtlich der spezifisch ökonomischen Denkweise: Die Mechaniker übernehmen unmittelbar von den frühbürgerlichen Ökonomen ihre Vorstellungen und Begriffe von Kräften, deren Ersparnis sie versuchen, mithilfe mechanisch technischer Mittel zu ermöglichen.

Johannes Rohbeck

Zum Verhältnis von Menschheits- und Naturgeschichte in der Fortschrittstheorie des ausgehenden 18. Jahrhunderts

Seit dem Versuch des Historismus, Natur und Geschichte zu trennen, scheint sich Geschichte einer an den Naturwissenschaften orientierenden Erklärungsweise zu entziehen. Oft wird diese Trennung mit dem Hinweis begründet, Geschichte sei als etwas orga-

nisch Gewachsenes keiner Gesetzmäßigkeit der Mechanik unterwerfbar[1], ohne zu bemerken, daß diese Argumentation selbst ein doch nur gewandeltes naturwissnschaftliches Leitbild, in unserem Fall Modelle der Biologie, zu Grunde legt. Dabei hat der Wechsel von mechanischen zu biologischen Modellvorstellungen eine Tradition, die bis in die Anfänge der neuzeitlichen Geschichtstheorie zurückreicht. Aber im Gegensatz zur historistischen Interpretation bedeutet der sich gegen Ende des 18. Jahrhunderts vollziehende Übergang zur zeitgenössischen Biologie als Leitwissenschaft der Geschichtstheorie keineswegs eine Abkehr vom naturwissenschaftlichen Denken überhaupt. Im Gegenteil, dieser Übergang kann gerade als Versuch gewertet werden, sich dem naturwissenschaftlichen Niveau seiner Zeit anzugleichen. Umgekehrt lassen sich auch Einflüsse der Geschichtstheorie auf die Entwicklung der Naturwissnschaften aufzeigen, so daß der Prozeß der Historisierung von Natur und Gesellschaft streckenweise ziemlich parallel zu verlaufen scheint. Ich möchte zeigen, daß sogar von einer einheitlichen Theoriebildung gesprochen werden kann.

Einen solchen Zusammenhang zwischen Natur- und Gesellschaftstheorie nachzuweisen, tritt auch aktuellen Tendenzen entgegen, die Untersuchung der Menschheitsgeschichte gegen naturwissenschaftliche Erklärungsmodelle abzuschirmen und dadurch den wissenschaftlichen Anspruch der Geschichtstheorie prinzipiell einzuschränken[2]. Denn wenn gezeigt werden kann, daß sich das historische Denken der Neuzeit schon in seinen Anfängen an der zeitgenössischen Naturwissenschaft orientiert hat, ist zumindest der Versuch in Frage gestellt, der historischen Geschichtsauffassung eine Tradition zu verschaffen, die sie gar nicht besitzt.

Ich möchte mich jedoch nicht darauf beschränken, die zahlreichen Übertragungsversuche naturwissenschaftlicher Methoden und Modelle auf den Bereich der Menschheitsgeschichte nachzuvollziehen. Denn die bloße Feststellung, daß die Geschichtstheoretiker des 18. Jahrhunderts sich die Naturwissenschaft zum Vorbild genommen haben, gibt noch keinen Aufschluß über den wissenschaftlichen Charakter der Geschichtstheorie selbst. Hier wäre zu untersuchen, inwieweit die übertragenen Modelle wesentliche Merkmale des Geschichtsverlaufs tatsächlich abzubilden vermögen. Oder umgekehrt formuliert: Hat die Darstellung des Geschichtsprozesses bereits ein solches wissenschaftliches Niveau erreicht, daß die aus anderen – meist fortgeschritteneren – Disziplinen entlehnten Modelle diesen Prozeß als solchen theoretisch begreifbar machen.

Dafür erscheint mir *Adam Ferguson* besonders geeignet, weil er ein typischer Vertreter der erklärenden Geschichtstheorie im ausgehenden 18. Jahrhundert ist und weil er zugleich gegenüber anderen Geschichtstheoretikern, die wie z.B. John Millar vielleicht radikalere Konsequenzen gezogen haben, den Vorteil hat, die Verbindungen zu den Naturwissenschaften seiner Zeit verdeutlicht zu haben. Ich beginne mit Fergusons Theorie der Menschheitsgeschichte, um in einem zweiten Schritt die inhaltliche Berechtigung einer naturwissenschaftlichen Fundierung der Geschichtstheorie sowie die Wechselbeziehung zwischen Natur- und Gesellschaftstheorie zu analysieren.

I. Theorie der Menschheitsgeschichte

Mit der 1767 erschienenen „Abhandlung über die Geschichte der bürgerlichen Gesellschaft" (A) erhebt Ferguson keinen geringeren Anspruch, als die gesamte Geschichte der Menschheit von den Anfängen bis zur Neuzeit in Grundzügen darzustellen und die einzelnen Stufen dieser Entwicklung aus Ursachen zu *erklären*. Es werden möglichst zahlreiche den Geschichtsprozeß bestimmende Faktoren wie Klima und Boden, Technik und Kultur, Eigentumsverhältnisse und Regierungsformen sowie die daraus resultierenden Lebensgewohnheiten der Menschen zusammengetragen und in ihren wechselseitigen Beziehungen analysiert, um das umfangreiche empirische Material zu einer *Theorie des historischen Fortschritts* zu verallgemeinern.

Im 18. Jahrhundert stellt ein solcher Versuch durchaus nichts Ungewöhnliches dar, so daß man Ferguson von einer Veröffentlichung seines Buches sogar abgeraten hat, weil es den Zeitgenossen zunächst wie ein bloßer Kommentar des schon damals bekannten „Vom Geist der Gesetze" (1748) von Mntesquieu erschien. Dennoch ist Fergusons „Abhandlung" (A) ein großer Erfolg geworden, und dies – wie wir heute feststellen können – mit gutem Grund, da sich gegenüber dem Vorbild erhebliche Differenzen aufzeigen lassen.

Staatsform und Klima, die für Montesquieu entscheidend waren, spielen in Fergusons Geschichtstheorie eine bloß noch untergeordnete Rolle; im Mittelpunkt steht jetzt die Entwicklung der *Gesellschaft* als eines Zusammenhangs von wirtschaftlich und moralisch verbundenen Individuen. Mit diesem spezifisch soziologischen Interesse[3] knüpft Ferguson insbesondere an die Tradition der schottischen Moralphilosophen an, die das bürgerliche Gemeinwesen in liberaler Absicht unabhängig vom Staat untersucht haben. Ausgehend von der Darstellung selbstregulativer Prozesse in der Ökonomie konstruieren sie ein soziales System, innerhalb dessen die In-

teressen der Menschen durch die Kommunikation von Emotionen und Meinungen selbsttätig harmonieren sollen. Wenn Ferguson, der mit David Hume und Adam Smith befreundet war, von Gesellschaft redet, darf man diese Position voraussetzen[4]; wenn er aber die *Entwicklung* der bürgerlichen Gesellschaft analysiert – und das ist wesentlich –, geht er gerade *nicht* von Kommunikationsprozessen aus. Der Kern der Geschichtstheorie besteht vielmehr in dem Nachweis, daß in erster Linie die menschliche *Arbeit* zum historischen Fortschritt beiträgt. Vervollkommnet sich das einzelne Individuum mit Hilfe immer besserer Techniken der Naturbeherrschung, so schreitet die ganze Menschheit durch Tradierung der dabei jeweils neu erworbenen Fertigkeiten und Kenntnisse voran. Dieser kontinuierliche Zuwachs von Technik und Wissenschaft ist für Ferguson bestimmend, während Veränderungen der Eigentums- und Staatsformen wie auch der Moral lediglich als Folgen des grundlegenden Prozesses der Naturaneignung gelten.

Beispielhaft ist bereits die Darstellung der untersten Zivilisationsstufe, die der sogenannten Wilden Völker:

„In einem Stamme, der von Jagen und Fischen lebt, sind die Waffen, die Geräte und das Fell, welches der einzelne trägt, sein einziges Eigentum. Das Tier zur Nahrung für morgen lebt noch wild im Wald, oder ist im See verborgen. Es kann nicht als Eigentum betrachtet werden, ehe es gefangen ist, und da es die Beute vieler ist, die gemeinsam jagen oder fischen, so gehört es selbst dann der Gesamtheit und wird zum unmittelbaren Gebrauch verwendet, oder als Zuwachs den öffentlichen Vorräten beigefügt.

Wo wilde Völker, wie in den meisten Teilen von Amerika, die Ausführung der Jagd mit einer Art rohen Ackerbaus verbinden, handeln sie in Hinsicht auf das Erdreich und die Früchte des Bodens in analoger Weise. Wie die Männer gemeinsam jagen, so bearbiten die Frauen gemeinsam das Feld, und nachdem sie die Mühen der Saatzeit geteilt haben, genießen sie gemeinsam die Früchte der Ernte." (A, 114f).

Ferguson beschreibt zunächst diejenigen Gegenstände, die auf dieser niedrigen Produktionsstufe als potentielles Eigentum überhaupt zur Verfügung stehen, um aus dem kooperativen Charakter der Produktion die spezifische Form des Gemeineigentums und später auch wesentliche Merkmale der sozialen Strukturen wie Gleichheit und Gemeinsinn abzuleiten.

In ähnlicher Weise wird beim Übergang zur zweiten Entwicklungsstufe, bei der Entstehung des Privateigentums, verfahren. Erst mit Viehzucht und Ackerbau entsteht die Möglichkeit und somit auch das Bedürfnis, Besitz vom Gemeineigentum zu trennen (A, 134ff). Dieser Zustand der Sonderinteressen würde zur Selbstzerstörung des Gemeinwesens führen, wenn sich nicht im Zuge weiterer Produktionsfortschritte auf einer dritten Stufe Eigentumsgesetze und Staat, die schließlich zur sozialen Unterordnung führen, konstituierte

(A, 169ff). Entgegen der traditionellen Vertragstheorie, die Ferguson kritisiert, ist die Staatsgründung kein einmaliger politischer Akt mehr, sondern geht aus einer naturwüchsigen gesellschaftlichen Entwicklung hervor, die letztlich im Fortschritt der menschlichen Arbeit ihren Ursprung hat. Auf diese Weise wird der bislang typische theoretische Bruch zwischen der Vorstellung eines vorstaatlichen „Naturzustands" und eines „künstlichen" Staats überwunden zugunsten eines *übergreifenden natürlichen Zustandes*, dessen wesentliches Merkmal der stufenweise Übergang von der primitivsten zur höchsten Kulturstufe ist. Geschichte wird zu einem *kontinuierlichen Naturprozeß*.

„Wir reden davon, daß die Kunst sich von der Natur unterscheide: allein die Kunst selbst ist dem Menschen natürlich. ... Er ist unausgesetzt mit Verbesserungen beschäftigt ... Wenn er in einer Höhle lebt, möchte er sie in eine Hütte verwandeln, und wenn er bereits gebaut hat, wird er in noch größerem Umfang bauen wollen. Aber er ist nicht geneigt zu raschen und hastigen Übergängen. Er geht langsam Schritt für Schritt. ... Sein Sinnbild ist ein fließender Strom. ... Wenn wir daher gefragt werden, wo der Naturzustand zu finden ist, so können wir antworten: ... Solange dies tätige Wesen im Begriffe ist, seine Talente zu verwenden und auf alle Gegenstände rings herum zu wirken, sind alle Zustände gleich natürlich." (A, 8ff).

Die Rede vom allgemein geltenden und die Entwicklung des Menschen einschließenden Naturzustand ist keineswegs bloß metaphorisch gemeint; denn der grundlegende Prozeß der technischen Vervollkommnung, der Veränderungen hervorruft und zugleich die Kontinuität in der Geschichte herstellt, besteht selbst in einem Naturverhältnis: in der natürlichen *Arbeit*, d.h. in der Auseinandersetzung des Menschen als eines Naturwesens mit der äußeren Natur.

II. Historischer Fortschritt durch Bedürfnis oder Arbeit?

Bisher wurde lediglich vorausgesetzt, daß die Menschheit bestrebt ist, sich durch Arbeit ständig zu vervollkommnen. Da Fergusons Analyse dabei vom einzelnen Individuum ausgeht, stellt sich die Frage nach den zu Grunde liegenden Motiven der Menschen, die nun zu den bestimmenden Triebkräften der Geschichte werden.

Das Problem der Motivation scheint zunächst mit dem Hinweis auf die materiellen Bedürfnisse des Menschen gelöst: Das Verlangen nach Subsistenzmitteln treibt unmittelbar zur Arbeit an (A, 9f). Eine solche Begründung setzt bereits die Theorie der klassischen Politischen Ökonomie voraus, derzufolge die Arbeit als eine wesentliche Quelle des gesellschaftlichen Reichtums angesehen wird; seitdem glaubt man in den konsumtiven Bedürfnissen, zu deren Befriedigung Gebrauchsgegenstände hergestellt werden, die Bewegungsursache

von Wirtschaftsprozessen entdeckt zu haben[5]. Statt der reinen Geldzirkulation der Merkantilisten wird nun das *Verhältnis von Bedürfnis und Arbeit* untersucht, eine Relation, die jedoch letztlich zugunsten der Bedürfnisse als bestimmender Triebkräfte aufgelöst wird. Weil aber die Bedürfnisse in der bürgerlichen Gesellschaft nur in der Tauschsphäre als zahlungsfähige Nachfrage erscheinen, geht auch diese Konzeption nicht grundsätzlich über eine Zirkulationstheorie hinaus. Und die Zirkulation stellt sich, wenn sie in der ökonomischen Analyse isoliert betrachtet wird, als ein bloß *selbstregulativer Kreislauf* dar, innerhalb dessen historische Entwicklungen ausgeschlossen bleiben. Demgegenüber steht die Geschichtstheorie vor dem Problem, wie auf der Grundlage eines derart *abgeschlossenen Systems der Bedürfnisse* der doch nicht zu übersehende *Fortschritt der Naturbeherrschung* überhaupt noch erklärt werden kann.

Nun liegt die Vermutung nahe, daß jene Bedürfnisse, die zur Arbeit motivieren, zugleich auch Ursache der Vervollkommnung der menschlichen Arbeit sind. In der Tat ist dieser Erklärungsversuch in der Gesellschaftstheorie des 18. Jahrhunderts häufig zu finden; er soll daher zur Abgrenzung kurz skizziert werden.

David Hume fragt in seinem Essay „Von der Verfeinerung der Künste" (III, 299ff) nach den Triebkräften der ständigen Verbesserungen in Wissenschaft und Technik und sucht die Antwort in der schrittweisen *Erweiterung und Verfeinerung der menschlichen Bedürfnisse.* Er steht jedoch vor dem für ihn unlösbaren Problem erklären zu müssen, aus welchen Gründen sich die Bedürfnisse aus sich selbst heraus entwickeln. Zwar wird detailliert analysiert, wie die „Verfeinerung der Genüsse" zu vermehrtem Austausch führt und dadurch Geldzirkulation und Warenproduktion belebt, aber die Entwicklung der Bedürfnisse selbst bleibt unbegründet. Und wenn der Schritt von den sog. natürlichen zu den verfeinerten Bedürfnissen durch rein geistige Vorstellungskraft oder Phantasie bewirkt sein soll, bleibt offen, wo die ideellen Vorstellungen neuer Bedürfnisse ihren Ursprung haben. Damit bleibt Hume die Beantwortung der Frage nach den Ursachen des technischen Fortschritts letztlich schuldig.

Daß dem Schüler und Freund *Adam Smith* die Schwierigkeiten des Humeschen Begründungsversuchs offenbar nicht entgangen sind, wird insofern deutlich, als er zur Erklärung der Selbstdifferenzierung der Bedürfnisse noch ein zusätzliches Bedürfnis unterstellt: einen der Menschennatur eigentümlichen *„Hang zu tauschen"* (I, 17). Aus diesem „Prinzip" versucht er, die Entstehung der gesellschaftlichen und manufakturellen Arbeitsteilung abzuleiten. In der anthropologischen Unterstellung eines Tauschbedürfnisses drückt sich zwar eher die Spezifik der bürgerlichen Gesellschaft aus, daß Bedürfnisse und entsprechende Arbeitsprodukte durch Warentausch vermittelt werden und daß sich die Tauschverhältnisse etwa in der Kapitalbewegung verselbständigen. Aber auch hier bleibt das grundsätzliche Problem, wie Bedürfnisse, in diesem Fall das Bedürfnis nach Tausch, von sich aus zur Erweiterung

von Warenzirkulation und -produktion und somit zum technischen Fortschritt führen können, vorläufig ungeklärt.

Adam Ferguson geht hingegen einen anderen Weg. Aus dem Programm, die Geschichte der Menschheit mit dem Fortschritt der Arbeit zu begründen, zieht er weiterreichende Konsequenzen als Smith, mit dem er um die Entdeckung der Arbeitsteilung ja so erbittert gestritten hat. Ferguson versucht, die Vervollkommnung von Arbeit und Arbeitsteilung aus den Entwicklungsgesetzen der *Arbeit* selbst zu erklären und kehrt auf diese Weise das Verhältnis von Bedürfnis und Arbeit um. Dies gilt für alle Bedürfnisse, sowohl für das Smithsche Tauschbedürfnis wie auch für die konsumtiven Bedürfnisse.

Natürlich spielen elementare natürliche Bedürfnisse und die Aussicht auf Warentausch auch bei Ferguson eine Rolle als Handlungsmotive; aber die erste zufällige *Arbeitsteilung* bildet bereits eine wesentliche *Voraussetzung*, damit überhaupt getauscht werden kann. Auch „die Entwicklung des Handels ist nur das Ergebnis einer fortgesetzten weiteren Teilung der Gewerbe" (A 254). Produktion und Zirkulation stehen nun in einem Wechselverhältnis, worin die Entwicklung der Arbeit die bestimmende Seite geworden ist.

Bei dieser Umkehrung von Produktion und Zirkulation geht Ferguson von der Erfahrung der sprunghaften industriellen Entwicklung Englands, insbesondere Schottlands in der zweiten Hälfte des 18. Jahrhunderts, aus. Wie sehr die wachsende Dominanz der Produktion nicht nur für die Politische Ökonomie, sondern gerade auch für die Geschichtstheorie Bedeutung gewinnt, zeigt sich noch klarer, wenn Ferguson die konsumtiven Bedürfnisse als mögliche Kräfte des historischen Fortschritts problematisiert.

Im Laufe seiner Darstellung der „Geschichte der Künste" wendet er sich gegen eine Geschichtsauffassung, derzufolge jeder Entwicklungsschritt eines Volkes lediglich der Einfuhr fremder Erfindungen geschuldet sei (A 235ff). Es leuchtet sofort ein, daß dies zur Erklärung der gesamten Menschheitsgeschichte, während der ja auch Neues entwickelt wird, nicht ausreicht. Aber Fergusons Kritik zielt noch auf einen anderen Fehler. Er moniert die Unterstellung, daß in einem Volk, das eine fremde technische Erfindung übernimmt, überhaupt ein Bedürfnis für diese Erfindung vorhanden sei. So wird für ihn die Entwicklung der Bedürfnisse, die bisher stillschweigend vorausgesetzt wurde, zum entscheidenden Problem. Und zugleich verdeutlicht er an dieser Stelle, von welcher Bedingung er die Entwicklung der Bedürfnisse abhängig sehen will: vom *Fortschritt der Mittel*, die zur Befriedigung der Bedürfnisse zur Verfügung stehen.

Der Mensch „paßt seine Mittel den Zielen an, die er vor Augen hat, und indem er seine Erfindungen vermehrt, schreitet er stufenweise zur Vollendung vor. Bei jedem Schritt seiner Entwicklung muß, wenn seine Geschicklichkeit erhöht wird, sein Verlangen ebenfalls Zeit haben, sich zu erweitern, und es würde ebenso vergeblich sein, ihm eine Einrichtung vorzuschlagen, deren Gebrauch er geringschätzte, wie ihm von Segnungen zu erzählen, über die er nicht verfügen kann". (A, 236).

Ferguson beginnt mit einer traditionellen Interpretation der Relation von Zweck und Mittel. Die primär entworfenen Zwecke bestimmen die zu ihrer Realisierung erforderlichen Mittel, die sich mit erweiterter Zwecksetzung ebenfalls vermehren. Bleibt hier zunächst offen, wie sich die Zwecke – d.h. auch die dahinter steckenden Bedürfnisse – entwickeln, folgt sogleich eine völlig neue Erklärung. *Der Fortschritt der Arbeit muß den Bedürfnissen vorausgehen,* so daß die Bedürfnisse sich den jeweils neu geschaffenen Gegenständen der Befriedigung nachträglich erweiternd anpassen können; wie Ferguson formuliert: „his desire must likewise have time to extend" (A, 168). In dieser Zeitenfolge darf man wohl auch einen kausalen Zusammenhang vermuten. Erst der technische Fortschritt schafft die Bedingungen, an denen sich die Bedürfnisse schrittweise orientieren können. Das gilt z.B. in ähnlicher Weise auch für das Bedürfnis nach Privateigentum, das erst aus Erfahrungen der Arbeit, mittels deren Eigentum erworben werden kann, hervorgeht (A, 114). Die Entwicklung der Bedürfnisse und Zwecke wird jetzt vom Fortschritt der Produktion bestimmt, nicht umgekehrt.

Diese Wende, wie sie sowohl in der Umkehrung des Verhältnisses von Produktion und Zirkulation als auch in der Voranstellung der Mittel gegenüber den Zwecken zum Ausdruck kommt, ist m.E. eine wesentliche Voraussetzung für eine materialistische Geschichtstheorie. Solange die Bedürfnisse als einziger Motor gesellschaftlicher Veränderungen gelten, erscheint das soziale System der Zirkulation gegenüber einer historischen Entwicklung prinzipiell abgeschlossen. Wo das Phänomen des technischen Fortschritts immerhin anerkannt wird, erfüllt – wie Hume zeigte – die ideelle Antizipation neuer Bedürfnisse die Funktion einer historischen Triebkraft. Bei Ferguson erhält diese Antizipation jedoch nun eine reelle Grundlage, da der jeweilige Stand der Naturbeherrschung gewissermaßen die Richtung und den Horizont angibt, innerhalb dessen sich die Bedürfnisse fortentwickeln können. Die Zwecksetzung ist nicht mehr der subjektiven Willkür der Individuen überlassen, sondern wird von objektiven Bedingungen bestimmt. Mit dem Hervorheben der Produktion nimmt die Darstellung des Geschichtsverlaufs daher etwas Objektives an und wird weit mehr als zuvor der wissenschaftlichen Begründung zugänglich.

III. Anthropologische Grundlegung der Vervollkommnung durch Arbeit

Wenn der historische Fortschritt sich also nicht auf die Bedürfnisse selbst, sondern auf die Mittel zur Befriedigung von Bedürfnissen gründet, ist der Charakter dieser Mittel von Bedeutung. Ferguson konzentriert diese Frage auf die immer vollkommener werdenden *menschlichen Fähigkeiten*, die zur Herstellung von Gebrauchsgegenständen erforderlich sind. Gegenständliche Arbeitsmittel spielen im Zusammenhang der technischen Vervollkommnung eine nur untergeordnete Rolle. Hierin besteht eine generelle Schwierigkeit des historischen Denkens im 18. Jahrhundert. Die Geschichtstheoretiker sehen zwar zwischen den Fähigkeiten des Menschen und seiner gegenständlichen Arbeit eine enge Verbindung, fassen die Arbeitsmittel jedoch nicht in ihrer veräußerten Form, d.h. als gegenständliche Werkzeuge auf, sondern noch in unmittelbarer Einheit mit diesen Fähigkeiten und begreifen damit die menschlichen Fähigkeiten selbst als primäre Arbeitsmittel. Das hat zur Folge, daß die Triebkräfte und Gesetzmäßigkeiten der Geschichte letztlich im einzelnen Individuum gesucht werden. Neben der individualistischen Betrachtung der bürgerlichen Gesellschaft liegt in dieser unmittelbaren Einheit von Fähigkeit und Arbeitsmittel m.E. ein weiterer tieferer Grund, warum die Vervollkommnung durch Arbeit aus der Natur des Menschen abzuleiten versucht wird. Für uns ist diese Anthropologie dennoch von Interesse, weil sie dem Prozeß des technischen Fortschritts Rechnung trägt.

Um die Bedeutung der Produktion hervorzuheben, setzt Ferguson neben die konsumtiven Bedürfnisse ein besonderes *Bedürfnis des Menschen nach Arbeit.* Demnach verschaffen erst Tätigkeit und, wie konkretisiert wird, gegenständliche Arbeit dem Menschen wirkliche Befriedigung. Arbeit ist dabei nicht mehr bloßes Mittel zur Erlangung von Gegenständen des Genusses, sie ist selbst eine originäre Quelle von Glück (A, 56ff).

Die geschichtstheoretische Relevanz dieser Behauptung zeigt sich vor allem in der Abgrenzung gegen die konsumtiven Bedürfnisse. Die „sogenannten Genüsse", argumentiert Ferguson, oder die „Befriedigung sinnlicher Triebe" sind vergänglich und beschäftigen den Menschen nur verhältnismäßig kurze Zeit, bis sogleich ein „neues Verlangen" folgt (A, 56/60). Das heißt, die konsumtiven Bedürfnisse, die mit der Befriedigung erlischen, erlauben nur Wiederholungen des immer gleichen Vorgangs oder einen völligen Neuanfang, ohne daß daraus eine Entwicklung hervorgehen kann. Demgegenüber ist die „rastlose natürliche Veranlagung" der Menschen,

„fortgesetzt ihre Fähigkeit (...) zu bewähren", von Dauer (A, 62). Offensichtlich geht es hier um historische *Kontinuität*, auf deren Grundlage erst Veränderungen der Geschichte begreifbar werden. Gerade in der Arbeit, die hier anthropologisch fundiert wird, scheint ein solcher kontinuierlicher Prozeß von aufeinander aufbauenden technischen Verbesserungen und Erfindungen gewährleistet zu sein.

In solchen Passagen wird deutlich, daß Ferguson ursprünglich *Theolge und Moralphilosoph* war und als presbyterianischer Geistlicher die bürgerlichen Tugenden des Triebverzichts und der rastlosen Tätigkeit propagierte. Die „Abhandlung über die Geschichte" ist nicht zuletzt das Ergebnis moralphilosophischer Vorlesungen, die er auf Betreiben seiner Freunde Hume und Smith in Edinburgh hielt. Einer der Hauptgegner der schottischen Moralphilosophie war von jeher der Londoner Arzt *Bernard Mandeville*, der rund fünfzig Jahre früher mit großem Publikumserfolg verkündet hatte, daß die bürgerliche Gesellschaft aus zwei gegensätzlichen Klassen bestehe, wovon die eine hart arbeite, um der anderen den Müßiggang zu erleichtern. Von diesem Standpunkt liegt die Schlußfolgerung nahe, Arbeit als bloß notwendiges Übel anzusehen, zu dem sich freiwillig niemand bereit findet. (Mandeville, 1957, I; 286ff, 311ff) Wenn nun Ferguson demgegenüber die Arbeit zur wahren Glücksquelle des Menschen erklärt, zeigt sich auch die soziale Grundlage der schottischen Moralphilosophie, die eher vom mittelständischen Bürgertum getragen wurde und ein harmonisches Gleichgewicht der Gesellschaft vertrat. Insofern erscheint es nur konsequent, die Arbeit zu einem natürlichen Bedürfnis des Menschen und somit zum Bedürfnis aller sozialen Klassen zu deklarieren.

Die Kontinuität des Tätigkeitstriebs erfüllt jedoch nur eine Vorbedingung des Geschichtsverlaufs; es bedarf noch einer Begründung derjenigen Triebkraft, die historische *Veränderungen* mithin den *kontinuierlichen Fortschritt der Geschichte* hervorrufen soll. Da auch diese Kraft innerhalb der dargestellten Konzeption nur in der Natur einzelner Individuen angelegt sein kann, unterstellt Ferguson ein allen Motiven gemeinsames *„Bedürfnis nach Vervollkommung"*.[6]. Der Mensch besitzt demzufolge nicht bloß bestimmte Fähigkeiten, er besitzt vor allem die Fähigkeit und das Motiv, seine *Fähigkeiten zu entfalten.* Darin besteht die grundlegende Triebkraft des historischen Fortschritts.

Allerdings macht sich gerade in diesem Vervollkommnungsstreben die Problematik einer rein anthropologischen Begründung bemerkbar. Denn weil sich hier doch die Entwicklung der Produktivkräfte – wie dargelegt – nicht über Arbeitsprodukte, insbesondere nicht über gegenständliche Arbeitsmittel vollziehen soll, stellt die für

durchaus wesentlich erachtete materielle Arbeit lediglich einen äußeren Anlaß oder einen bloßen Anwendungsfall sich *immanent* entfaltender Fähigkeiten dar. Daraus folgt, daß dieser Prozeß letztlich als *Selbstentfaltung des menschlichen Geistes* erscheint. Auch hier liegt ein generelles Problem der Geschichtstheorie des 18. Jahrhunderts vor, eine Schwierigkeit, die m.E. erst überwindbar wird, wenn im Zuge der Industriellen Revolution die Produktionsmittel und ihre Entwicklung zunehmend an Bedeutung gewinnen.

IV. Methoden und Modelle der Naturwissenschaften

Der wissenschaftliche Anspruch der Geschichtstheorie kommt in der Übernahme von Methoden und Modellen aus den zeitgenössischen Naturwissenschaften zum Ausdruck. Handelt es sich hier um eine bloß äußerliche Ideenübertragung oder gibt es dafür auch eine sachliche Grundlage? Zur Beantwortung dieser Frage ist zu untersuchen, inwieweit die übernommenen Leitvorstellungen aus Mechanik, Biologie und Geologie nicht nur die formale Struktur der Geschichtstheorie Fergusons bestimmen, sondern auch eine inhaltliche Berechtigung haben.

Methodisch beansprucht Ferguson, sich allein auf empirische Fakten zu stützen und Allgemeinbegriffe statt aus unsicheren Hypothesen nur aus Beobachtung und Experiment abzuleiten (A, 3). „Eine Menge von Einzelheiten unter allgemeine Gesichtspunkte zu vereinigen und mannigfache Wirkungen auf ein gemeinsames Prinzip zurückzuführen, ist Sache der Wissenschaft." (A, 37) Unschwer erkennt man aus derartigen Äußerungen die Handschrift *Newtons*, auf den sich Ferguson oft auch explizit beruft.[7] Gemeint ist damit ein analytisches Verfahren, in dem die erscheinende Realität in ihre Wirkmomente zerlegt und zu einem Systemzusammenhang rekonstruiert wird.

In den Gesellschaftstheorien des 18. Jahrhunderts sind solche Beteuerungen durchaus nichts Ungewöhnliches, ja geradezu schon zur Mode geworden; der Newton-Bezug wäre daher kaum erwähnenswert, wenn mit ihm nicht zugleich eine deutliche *Abgrenzung gegen die Mechanik als Leitwissenschaft* verbunden wäre. Ferguson betrachtet den Fortschritt des Menschen programmatisch und in zahlreichen Beispielen in engem Zusammenhang mit der Entwicklung von Pflanzen und Tieren, mit einem Bereich des Lebendigen, den er ausdrücklich nicht mechanisch erklärt sehen möchte: „Die Erscheinungen im Pflanzenreiche lassen sich aus keinem bekannten Gesetz der Mechanik erklären, noch weit weniger das tierische Leben und das Denken." (I, 6) Vielmehr wird der Mensch nach dem

Vorbild der Biologie dieses Zeitraums in die sog. Kette der Lebewesen eingeordnet (P, 11f, 191). Das läßt den Schluß zu, daß die *Newtonsche Dynamik* zwar *methodisches Leitbild* geblieben ist, die naturwissenschaftlichen *Modelle* jedoch bereits aus der zeitgenössischen *Biologie* stammen[8]. Wie kommt Ferguson zu einem solchen Paradigmenwechsel?

Während des gesamten 18. Jahrhunderts bildet *Newtons Mechanik* auch für die Gesellschaftstheorie das grundlegende *Modell eines dynamischen Systems sich ausgleichender Kräfte.* In der Politischen Ökonomie läßt sich damit der Ausgleich von Waren- und Geldströmen wie auch die Balance der dahinter verborgenen Interessen darstellen. Ergänzt wird dieses System der Privatinteressen durch die Beziehung unmittelbarer Sympathie-Gefühle, um mögliche Störungen des gesellschaftlichen Gleichgewichts zu kompensieren. So unterstellt etwa Hume nach dem Vorbild der Gravitation eine „menschliche Anziehungskraft" (moral attraction), die den Bestand der bürgerlichen Gesellschaft garantieren soll (III, 334; IV, 175). In all diesen Bemühungen geht es offenbar in erster Linie um die *Erhaltung eines labilen Gleichgewichts.* Wenn auch der Zuwachs an nationalem Reichtum und bürgerlichen Tugenden erwünscht ist, bleibt das soziale System trotz erweiterter Reproduktion im Prinzip unverändert. Geschichte wird hier per definitionem ausgeschlossen und ist wie in Newtons Planetensystem allenfalls als ewig gleicher Kreislauf vorstellbar.

Dieser Mangel einer mechanistischen Betrachtungsweise wird von Ferguson selbst erstaunlich klar gesehen: „wenn man den Menschen als Maschine behandelt, kann man keine Veränderung im Zustand seiner Geschichte ausmachen" (A, 57). Um daher Entwicklungsprozesse des Menschen und der ganzen Menschheit begreifen zu können, orientiert er sich an der Biologie seiner Zeit, namentlich an Buffon (vgl. I 15/20).

In der Tat gibt es in den Naturwissenschaften erste Anzeichen dessen, was man Historisierung der Natur nennen könnte: zuerst in der Kosmologie und Geologie; seit der Mitte des 18. Jahrhunderts auch ansatzweise in der Biologie als Geschichte einzelner Organismen. Die zahlreichen Klassifikationsversuche biologischer Arten führen zunächst zu einem statischen Ordnungszusammenhang der Lebewesen. In dem Maße jedoch, wie sich die Organismen immer schwieriger voneinander abgrenzen lassen, wird die ursprünglich unterstellte strikte Artkonstanz relativiert, so daß entwicklungsgeschichtliche Übergänge zumindest denkbar erscheinen. Vor allem der Versuch, die wissenschaftliche Einteilung einer unterstellten Naturordnung anzunähern, führt dazu, die Reproduktion der Arten und

damit Wachstumsprozesse der Organismen zu thematisieren. Die natürliche Art gilt jetzt über die bloße Klassifikation nach gemeinsamen sichtbaren Merkmalen hinaus als etwas Erzeugtes, das aus dem Funktionszusammenhang der Organismen kausal zu erklären ist. In der *Embryologie* entstehen auf diese Weise Fragen nach der genetischen Abstammung und somit nach der Geschichte der Lebewesen. Allen Erklärungen ist gemeinsam, eine durchaus materiell verstandene *biologische Fundamentalkraft* vorauszusetzen – sei es als mechanische Kraft (Buffon), als sukzessiv wirkende chemische Kraft (Wolff) oder als Trieb des ganzen Organismus (Blumenbach). In jedem Fall gehen die Biologen des 18. Jahrhunderts von der Annahme aus, daß der individuelle Organismus einen immanenten Entfaltungstrieb besitzt.

Es kann als gesichert gelten, daß Ferguson mit diesen Theorien gut vertraut war, hatte er doch selbst vor seiner moralphilosophischen Lehrtätigkeit eine Professur für Naturphilosophie inne. In dieser Funktion arbeitete er auch mit dem bedeutenden schottischen Geologen James Hutton zusammen[9].

Die Geologie dieses Zeitraums steht in enger Verbindung mit der Biologie, weil die Einordnung neuentdeckter Fossilien auf bestimmte geologische Veränderungen schließen läßt und somit eine genauere Chronologie ermöglicht. Zur Erklärung der auf diese Weise rekonstruierbaren Erdgeschichte nimmt Hutton erstmals eine *geologische Kraft* an, die er, gestützt auf die Forschungsergebnisse des Arztes und Chemikers Josef Black, mit dem Ferguson ebenfalls befreundet war, in der Hitze der Vulkane gefunden zu haben glaubt.

Der Einfluß von Ordnungsstrukturen und Entwicklungsmodellen aus der *Biologie* auf die Theorie der Menschheitsgeschichte ist insofern aufschlußreich, weil darin zunächst einmal eine gewandelte Auffassung des *Verhältnisses von Individuum und Gesellschaft* zum Ausdruck kommt. „Der Fortschritt", beginnt Ferguson programmatisch im ersten Kapitel, „ist beim Menschen größer als bei irgend einem anderen Lebewesen. Nicht allein schreitet das Individuum von der Kindheit zur Mannheit fort, sondern die Art selbst vom Zustand der Wildheit zur Zivilisation." (A, 1) Wenn der Mensch hier als Gattungswesen, als besondere biologische *Art* thematisiert wird, so steckt hinter dieser für die Gesellschaftstheorie neuen Terminologie, daß der Mensch – im Zuge der Entwicklung der gesellschaftlichen Arbeitsteilung, aber auch in moralphilosophischer Reaktion auf den bürgerlichen Konkurrenzmechanismus – als ein primär soziales Wesen charakterisiert wird. Schon seit dem Beginn der englischen Moralphilosophie – z.B. Shaftesbury – dient die Natur organischer Lebewesen als bevorzugtes Gesellschaftsmodell; denn der Organis-

mus ist in seiner Funktionsweise nur als Ganzheit zu begreifen und scheint eher zum wissenschaftlichen Leitbild einer sozialen Gemeinschaft geeignet als der aus mechanistischer Betrachtung hervorgegangene Atomismus des 17. Jahrhunderts.

Nicht weniger berechtigt erscheint die Anwendung biologischer Modelle auf die *Entwicklung* der menschlichen Spezies. Statt der einfachen Summierung äußerlicher Merkmale entscheidet seit Buffon die natürliche Selbstreproduktion der Art über deren Bestimmung, ein Prozeß, durch den sich naturmögliche Anlagen erst zu realisieren haben, und durch den die angelegten Fähigkeiten eines Typs in individuellen Kopien erst zum Vorschein kommen müssen, damit sie überhaupt wirksam werden können. Wie genau auch Ferguson mit einer solchen Bestimmung der Menschenart zeitgenössische Klassifikationsmethoden zu kopieren versucht, so wenig vermag er eine wesentliche Schwäche dieser Konzeption zu überwinden: Entwicklung ist lediglich als Realisierung natürlicher Anlagen denkbar, insofern nur als *Entfaltung* von immer schon Angelegtem. Einen der Gründe dieser Beschränkung haben wir in der mangelnden Einsicht in den Fortschritt der Produktionsmittel gesehen. Auf die Frage, inwieweit dieser Mangel umgekehrt auch das Entwicklungsdenken der Biologie beeinflußt haben könnte, werden wir noch zurückkommen.

In seinem Spätwerk „Prinzipien der moralischen und politischen Wissenschaft" von 1793 verdeutlicht Ferguson im Rahmen einer umfassenderen Entwicklungstheorie von Natur und Gesellschaft den Bezug zur Leitwissenschaft Biologie. Er definiert dort das zunächst *individuelle „Bedürfnis nach Vervollkommnung"* als ein der Menschheitsgattung inhärentes *allgemeines „Prinzip des Fortschritts"*.[10] Dieses Prinzip soll ausdrücklich nicht teleologisch verstanden werden, da es sich unabhängig von der Zielsetzung der Individuen durchsetzt (A, 168, 236; P, 205); es kann daher als Wirkursache gelten. Gleichwohl trägt das Fortschrittsprinzip im Hinblick auf die gesamte Menschheitsgeschichte nach dem Muster der zeitgenössischen Biologie auch Merkmale einer *Teleologie,* indem es die Entwicklung nicht nur als wirkende Kraft antreibt, sondern ebenso auf das nunmehr allgemeine Ziel der Vervollkommnung hinlenkt. Daß hiermit dennoch keine neue imaginäre Kraft gemeint ist, zeigt die Versicherung, es handle sich um „ein materiales Prinzip in der Fortschrittsnatur des Menschen" (P, 205). Und für die Geschichtstheorie hat Ferguson ja tatsächlich einen solchen realen Faktor in der fortschreitenden menschlichen Arbeit entdeckt. Insofern hat die strukturelle Übereinstimmung der Triebkräfte in Menschheits- und

Naturgeschichte an dieser Stelle zunächst einmal eine gewisse Berechtigung.

Die erwähnte Differenz zur Mechanik wird vom Fortschrittsprinzip natürlich geteilt: Es ist eine spezifische „Lebenskraft" (P, 204f), die von mechanischen Kräften streng zu trennen ist.[11] Aber trotz dieses Abgrenzungsversuchs ist auf der anderen Seite nicht zu übersehen, daß die Fortschrittskraft der Geschichtstheorie eine ganz ähnliche Struktur wie die *Kräfte der Newtonschen Gravitation* besitzt. Entscheidend ist hier, daß jenes Prinzip, das die Entwicklung des Menschen bewirken soll, sich selbst nicht entwickelt. Und gerade in diesem zentralen Punkt der *Unveränderlichkeit der Kräfte* besteht zwischen Mechanik und Geschichtstheorie kein wesentlicher Unterschied. Das gilt in gleicher Weise für die Natur- und Menschheitsgeschichte.

So geht der Geologe Hutton von ewig gleichbleibenden Kräften aus, da ihm erst die Uniformität dieser Kräfte Rückschlüsse auf längst vergangene Zeitalter erlaubt (Aktualismus). Weil er zudem in der Erdkruste „keine Spur von einem Anfang, keine Aussicht auf ein Ende" (I, 200) finden kann, kommt er zu der – für christlich-orthodoxe Kreise provozierenden – These von der Ewigkeit der Welt. Die Erdgeschichte reduziert sich bei ihm auf den *Kreislauf* aufsteigender Meere und versinkender Gebirge, auf einen sich immer wiederholenden Prozeß, der durch ein selbstregulatives Gleichgewicht gleichbleibender Kräfte in Gang gehalten wird.

Dieser Newtonianismus findet sich kaum weniger ausgeprägt in der Biologie dieses Zeitraums. Buffons „moules intérieurs" werden ja ausdrücklich nach dem Vorbild der Dynamik konzipiert: als gleichbleibende Kräfte der lebendigen Materie, um die identische Reproduktion der Art zu gewährleisten. Der Vitalismus ist daher keinesfalls – wie es in Äußerungen der Zeitgenossen den Anschein hat, und wie bis heute oft behauptet wird – prinzipiell antimechanisch; im Gegenteil, die Unterstellung von Lebenskräften kann eher als spekulative Ergänzung einer insgesamt noch mechanistischen Naturtheorie angesehen werden. Nicht viel anders verhält es sich mit Fergusons Fortschrittsprinzip. Es verursacht zwar kontinuierliche, in kaum wahrnehmbar kleinen Schritten vollzogene Veränderungen (A, 3, 103; P, 235), ist selbst jedoch ganz und gar unhistorisch.

Wenn Newtons Leitfunktion sich anfangs nur auf die wissenschaftliche Methode zu erstrecken schien, so zeigt nun auch sein Systemmodell eine unerwartet große Reichweite. Das führt in der Geschichtstheorie Fergusons zu zwei gegensätzlichen Tendenzen. Auf der einen Seite herrscht die Modellvorstellung eines *linearen unendlichen Fortschritts* vor. Weil aber dieser Fortschritt auf der anderen

Seite von einer Balance ewiger Kräfte bestimmt wird, lassen sich ebenso Hinweise auf ein *Kreislaufmodell* finden, innerhalb dessen sich identische Fähigkeiten in ständiger Wiederholung von Blüte und Verfall der Gemeinwesen periodisch vervollkommnen (A, 204ff). Auf diese Weise bleibt das Modell der Geschichte letztlich im Systemdenken der Newtonschen Dynamik befangen. Fergusons Leistung besteht jedoch darin, die Geschichtstheorie an die Grenzen des zu seiner Zeit möglichen Denkens herangeführt zu haben.

V. Zur Wechselbeziehung zwischen Gesellschafts- und Naturtheorie

Bekanntlich vollzieht sich der Übergang zu einer Historisierung der Natur, bei der Formen und Funktionen über das bloß Angelegte hinaus entwickelt werden, erst zu Beginn des 19. Jahrhunderts mit Lamarck und Darwin. Nun gibt es jedoch in Fergusons Geschichtstheorie Ansätze, die auf eine derartige Entwicklungskonzeption hinweisen – und zwar an jenen Stellen, wo er die *Wirkweise* des postulierten Fortschrittsprinzips mit Hilfe eines Gesetzes zu spezifizieren sucht. Dieses *„allgemeine Gesetz"*, das „gemeinsam für alle Lebewesen und aktive Naturen" Gültigkeit beansprucht, lautet:

„Daß eine Fähigkeit oder ein Organ, das entsprechend gebraucht wird, Zuwachs an Stärke und Umfang erhält; während ein Organ, das überanstrengt oder vernachlässigt wird, allmählich verkümmert." (P, 205)

Erstaunlicherweise stimmt diese Formulierung ziemlich genau mit dem ersten Entwicklungsgesetz *Lamarcks* überein.[12] Struktur und Funktion der Organe werden in der Weise miteinander verbunden, daß nicht allein die Struktur eines Organs entsprechende Funktionen festlegt; umgekehrt bestimmen auch Funktionen, die sich durch Umwelteinflüsse wandeln können, die organische Struktur. Die Einheit der Organe geht aus einem Funktionszusammenhang hervor, der nicht mehr isoliert bleibt, sondern sich in der Auseinandersetzung mit äußeren Bedingungen verändert.

Der Inhalt des genannten Gesetzes wurde zwar zur gleichen Zeit auch von den unmittelbaren Vorläufern Lamarcks wie Geoffroy de Saint-Hilaire und Erasmus Darwin formuliert.[13] Aber Ferguson – und andere Geschichtstheoretiker dieser Periode wie in Frankreich Condorcet – können zeigen, daß die Theorie vom *Fortschritt des Menschen durch Arbeit* eine wesentliche Voraussetzung für die Formulierung eines solchen Gesetzes ist. Erst in der tätigen Auseinandersetzung mit der Natur – es ist von einem Gesetz für „aktive Naturen" die Rede – bildet der Mensch seine natürlichen Anlagen heraus, zunächst das organische „Werkzeug" der Hand (A, 7; I 12), später die nur in ihrem „Gebrauch" analysierbaren Verstandesmittel (A, 35).

Ich bin daher der Auffassung, daß Lamarcks Umkehrung von Struktur und Funktion zugunsten eines wechselseitigen Prozesses, in dem sich der einzelne Organismus durch aktive Veränderung der äußeren Natur selbst verändert, der Beobachtung und begrifflichen Analyse der Menschheitsgeschichte, insbesondere des Fortschritts der menschlichen Arbeit geschuldet ist. Wenn diese Annahme zutrifft, könnte in der sprunghaften Entwicklung der industriellen Produktion im Ausgang des 18. Jahrhunderts eine entscheidende Bedingung für eine Theorie angesehen werden, derzufolge die tätige Einwirkung auf die Natur für die Organismen strukturbestimmend ist. Das führt zu dem umgekehrten Schluß, daß ein vorindustrielles Niveau mit noch wenig entwickelten Produktionsmitteln und entsprechend geringer theoretischer Reflexion über die Bedeutung gegenständlicher Arbeitsmittel – wie bereits vermutet – ein Grund sein könnte für die Beschränkung des Entwicklungsdenkens auf die bloße Entfaltung vorgegebener Anlagen. Sofern die Geschichtstheorie auch Einfluß auf die Naturwissenschaften ausübt, gilt dies keineswegs nur für die unmittelbar betroffene Theorie der Menschheitsgeschichte, sondern für die als wissenschaftliches Leitbild dienende Naturtheorie selbst.

Gleichwohl liegt hier kein Biologismus vor. Ferguson hebt die Besonderheit des Menschen und seiner Geschichte gegenüber der Pflanzen- und Tierwelt eigens hervor und lehnt unmittelbare Analogien zwischen diesen Entwicklungen ausdrücklich ab (A, 7). Das wird vor allem deutlich, wenn er von der Individual- zur Menschheitsgeschichte übergeht und eine rein biologische Vererbung erworbener Fähigkeiten ausschließt (A, 6), obgleich Lamarck und frühere Biologen wie Maupertuis und De Maillet eine solche Vererbung auch beim Menschen für möglich halten.[14] In Fergusons Geschichtstheorie hingegen werden die durch Arbeit erworbenen Fähigkeiten des Menschen sprachlich tradiert. Gerade darin ist der Mensch den Tieren überlegen, daß jede Generation auf den erworbenen Stand von Fertigkeiten und Wissen vergangener Generationen aufbauen und sich auf diese Weise weiter vervollkommnen kann, als dies einem Individuum möglich ist (A, 35ff; P 205ff). Diese Kombination der Vervollkommnung der Individuen, anschließender identischer Weitergabe des Erworbenen und fortgesetzter individueller Vervollkommnung macht die Spezifik der Menschheitsgeschichte rational begreifbar. Die Gemeinsamkeiten der Entwicklung von Mensch und Tier werden nun vor dem Hintergrund dieser wesentlichen Differenz behandelt, wie umgekehrt die Besonderheit der Menschheitsgeschichte nur auf Grund der Identität des Menschen als Naturwesen mit anderen Lebewesen bestimmt werden kann. Auf dieser unterschiedenen Ein-

heit basiert die weitergehende Übereinstimmung zwischen Menschheits- und Naturgeschichte in der Entwicklungstheorie des 18. Jahrhunderts.

Anmerkungen

1 Friedrich Meineckes „Die Entstehung des Historismus" kann hier als repräsentativ gelten, zumal darin die Tradition einer an organischen Wachstumsprozessen orientierten und darum angeblich nicht-rationalen Geschichtstheorie zu rekonstruieren versucht wird. In neuerer Zeit wird die Position der Trennung von Geschichte und Natur bzw. Naturwissenschaft unter dem Schlagwort „Denaturalisierung der Geschichte" (Koselleck) vertreten.

2 Vgl. dazu beispielsweise: Theorie der Geschichte. Beiträge zur Historik. Bisher sind drei Bände erschienen: München 1977, 1978, 1979 (dtv); sie geben einen informativen Überblick der gegenwärtigen Geschichtsauffassungen in der Bundesrepublik.

3 Dieser Aspekt der Soziologie überwiegt in der Sekundärliteratur zu Ferguson. Vgl. die Monographien von Lehmann und Jogland.

4 Vgl. die umfangreichen moralphilosophischen Passagen in der „Abhandlung" (I, 6), in „Institutes of Moral Philosophy" (Part IV) sowie in den „Principles" (Vol. II, Kap. II).

5 North verallgemeinert erstmals (1691): „The main spur to Trade, or rather to Industry and Ingenuity, is the exorbitant Appetites of Men." (528). Bei Hume heißt es: „our Passions are the only causes of Labour" (III, 293).

6 „desire of perfection" (Essay 8), „love of improvement" (7); „desire for something higher than is possesed at present" (P 207, 235).

7 Vgl. A 3; ebenso die Kapitel „Of Abstraction" und „Of Science" in den „Principles" (111ff) sowie in den „Institutes" sect. II–IV. – Siehe Newtons „Optics", S. 263.

8 Das hat teilweise auch methodische Konsequenzen, indem Ferguson mehr auf Beobachtung und Beschreibung, auf das bloße Sammeln von Fakten Wert legt. So lehnt er etwa die Anwendung der Mathematik als zu abstrakt ab und kritisiert Hobbes' Naturzustand als eine geometrische Konstruktion (P 196ff).

9 Siehe Kettlers ausführliche Biographie (42ff).

10 „principle of progression" (P 190; ebenso auch im Essay, S. 8), „principle of change", „principle of advancement" (P 203, 205).

11 Vgl. Fergusons Nachruf auf den Arzt und Chemiker Josef Black, worin es heißt: „It is no doubt a might increment in science to have found such powerful substances operating ... without gravitation, inertia, or impenetrability, the great bases and columns of the mechanical philosophy." (Zit. nach Kettler S. 53.)

12 Lamarcks Formulierung lautet: „Erstes Gesetz: Bei jedem Tier, welches den Höhepunkt seiner Entwicklung noch nicht überschritten hat, stärkt der häufigere und dauernde Gebrauch eines Organs dasselbe allmählich, entwickelt, vergrößert und kräftigt es proportional der Dauer dieses Gebrauchs; der konstante Nichtgebrauch eines Organs macht dasselbe unmerkbar schwächer, verschlechtert es, vermindert fortschreitend seine Fähigkeiten und läßt es endlich verschwinden." (73)

13 Ein Hinweis darauf findet sich in Charles Darwins „Entstehung der Arten" (XIII). Vgl. Geoffroy de Saint-Hillaire, Vol. II, 405 und Erasmus Darwin, Vol. I, 500ff.

Literaturverzeichnis

Darwin, Ch.: Die Entstehung der Arten, übers. v. G. Gärtner. Halle, o.J.
Darwin, E.: Zoonomia; or, the Laws of Organic Life. AMS Press, New York 1974.
Ferguson, A.: An Essay on the History of Civil Society. Ed. by D. Forbes. Edinburgh 1966. – Deutsch: Abhandlung über die Geschichte der bürgerlichen Gesellschaft. Jena 1923. (A)
Ders.: Institutes of Moral Philosophy. New York & London 1978. (I)
Ders.: Principles of Moral and Political Science. New York 1973. (P)
Geoffroy de Saint-Hillaire, I.: Histoire naturelle générale. Paris 1854–1859.
Hume, D.: The Philosophical Works of David Hume. London 1874.
Hutton, J.: Theory of the Earth. Edinburgh 1788.
Jogland, H.H.: Ursprünge und Grundlagen der Soziologie bei Adam Ferguson. Berlin 1959.
Kettler, D.: The Social and Political Thought of Adam Ferguson. Ohio 1965.
Lamarck, J.: Zoologische Philosophie. Hrsg. v. H. Schmidt. Leipzig, o.J.
Lehmann, W.C.: Adam Ferguson and the Beginnings of Modern Sociology. New York 1930.
Mandeville, B.: The Fable of the Bees, or, Private Vices, Public Benefits by Bernard Mandeville. Oxford 1957.
Maupertuis, P.L.M.: Système de la nature. Reprint, Hildesheim 1965.
Meek, R.L.: Der schottische Beitrag zur marxistischen Soziologie. In: Ders.: Ökonomie und Ideologie. Frankfurt a.M. 1973.
Meinecke, F.: Die Entstehung des Historismus. München/Berlin 1936.
Newton, J.: Optics. Horsley-Ausgabe. Bd. 4. repr. Stuttgart 1964.
North, D.: Discourse upon Trade. In: MacCulloch. A select Collection of early English Tracts on Commerce. London 1856.
Smith, A.: Eine Untersuchung über Natur und Wesen des Volkswohlstandes. Jena 1923.

Jens Brockmeier

Prinzipien, Systemvorstellungen und Erkenntnismittel der wissenschaftlichen Theoriebildung

Die methodische Bedeutung der klassischen Physik für das Ordnungsproblem in der Biologie des 18. Jahrhunderts

(1) Die „Prinzipien"

„Ich betrachte diese Prinzipien (die mechanischen Kräfte) nicht als okkulte Qualitäten, ... sondern als allgemeine Naturgesetze, deren Wahrheit sich in den Erscheinungen offenbart ... Denn dies sind manifeste Qualitäten ... Zu sagen, daß jede Art von Dingen mit einer okkulten spezifischen Qualität behaftet ist, durch welche sie wirkt und manifeste Effekte erzeugt, heißt nichts

sagen. Aber aus den Erscheinungen zwei oder drei allgemeine Bewegungsprinzipien herzuleiten und uns dann zu sagen, wie diese Eigenschaften und Wirkungen aller stofflichen Dinge aus diesen manifesten Prinzipien folgen, das wäre ein sehr wichtiger Schritt in der Naturwissenschaft ..." (Newton, S. 260)

Mit diesen Worten umreißt der Physiker Newton das wissenschaftstheoretische Programm der rechnend-experimentellen Naturwissenschaften, das er gegen Ende des 17. Jahrhunderts in seinen „Principia mathematica" realisiert zu haben beansprucht. Wie Newton, so sahen auch viele andere Wissenschaftler seiner Zeit in der Entwicklung von der Naturphilosophie der Renaissance über Copernicus zu Galilei und schließlich zur klassischen Mechanik die Entstehung eines neuartigen Typs der menschlichen Erkenntnis. Ein zentrales Charakteristikum dieser Entwicklung war der Übergang von einer vor allem *spekulativen Theorieform* zum neuzeitlichen Typ *erfahrungswissenschaftlicher und exakter Theorie.* Zumindest in einem Bereich war die – physikalische – Natur nun als ein gesetzmäßiger Wirkzusammenhang erkennbar geworden. Bestimmte natürliche Erscheinungen konnten aus *manifesten* Prinzipien, die sich, wie Newton zu zeigen versucht hatte, empirisch (experimentell) realisieren und theoretisch (mathematisch) formulieren ließen, abgeleitet werden. Der Anspruch war: Keine fiktive Hypothese mehr zu ersinnen, sondern jede Aussage sachlich nachvollziehbar *begründen* zu können.

Erst über 150 Jahre nach Newtons „Principia" lagen mit Darwins „Entstehung der Arten" die ersten Prinzipien aus dem Bereich der organischen Natur vor. Zur Erhärtung der Auffassung, „daß alle Veränderungen sowohl der organischen wie der anorganischen Welt die Folge von Naturgesetzen" (Darwin, S. 12) seien, suchte Darwin in dem „*Prinzip* der natürlichen Zuchtwahl" (S. 19, H.v.m.) das grundlegende Gesetz des biologischen Evolutionsprozesses zu begründen. Auf der Basis der Kenntnis eines solchen manifesten Prinzips der Naturgeschichte ergaben sich für Darwin nun auch die theoretischen Möglichkeiten für die Lösung bislang ungeklärter Probleme der biologischen Wissenschaften. Ein solches war vor allem das Problem der *Ordnung des Organismenreichs.* Der Begriff der *Ordnung* soll hier auf die Ebene der Beschäftigung mit der lebenden Natur verweisen, auf der die Frage nach der Gliederung, der Klassifikation und dem inneren Zusammenhang der Gesamtheit aller Lebewesen verfolgt wird. Im Unterschied hierzu bezeichnet der Begriff der *Organisation* den Funktionszusammenhang des einzelnen Organismus (vgl. Rheinberger 1981).

Das Ordnungsproblem hatte in Form der Frage, nach welchen Kriterien und Merkmalen die Vielfalt der Lebewesen zu taxonomischen

Klassen gleicher Individuen zusammengefaßt werden konnten, die Naturforscher und „Naturgeschichtler" lange Zeit beschäftigt. Statt der zumeist üblichen Klassifikation der Lebewesen nach unmittelbar wahrnehmbaren Ähnlichkeiten, schlug Darwin nun eine Einteilung vor, die von den „Ursachen" dieser Ähnlichkeiten – dem phylogenetischen Zusammenhang der Lebewesen – ausging:

„Aussprüche wie der berühmte Linnésche, dem wir sehr oft in mehr oder weniger verhüllter Form begegnen, daß nämlich die Merkmale nicht die Gattung, sondern daß umgekehrt die Gattung die Merkmale schaffen, scheinen anzudeuten, daß unsere Klassifikation mehr als die bloße Ähnlichkeit ausdrücken soll. Ich glaube, daß dies auch der Fall ist, nur daß die gemeinsame Abstammung, (die einzige bekannte Ursache großer Ähnlichkeit zwischen Lebewesen) das Band bildet, das zwar unter verschiedenen Modifikationsstufen verborgen ist, durch unsere Einteilung aber teilweise enthüllt wird." (Darwin, S. 578/9).

(2) Voraussetzung der „Prinzipien": die Analyse

Die Auffassung, daß die erfahrungswissenschaftliche Erkenntnis eines natürlichen Sachverhalts darin bestehe, ihn aus rational begriffenen ‚Prinzipien' als erscheinende Wirkung abzuleiten, war jedoch auch in der Biologie lange vor Darwin nicht neu. Es ist dienlich, sich dazu vor Augen zu halten, daß sich eine auch institutionelle wissenschaftssystematische Trennung der Biologie von der Physik erst gegen Ende des 18. Jh. vollzieht. In der frühneuzeitlichen Naturtheorie galt die Wissenschaft der ganzen Natur traditionsgemäß als eine einheitliche „Physica". Und auch als im 16. Jahrhundert einige Naturforscher begannen, sich, wie ein Zeitgenosse 1565 über Conrad Gessner hervorhob, „auf den Teil der Physik (Physices partem) über die in der Luft, auf der Erde und im Meer lebenden Tiere" (Hoppe, S. 115) zu konzentrieren, sahen sich diese ersten *Physiker des Organischen* selbstredend den gleichen wissenschaftstheoretischen Grundannahmen verbunden, wie die Physiker der Mechanik. Auch im Bereich der belebten Natur waren es vor allem die Praktiker, also Ärzte, Heilkundler usw., die gegenüber den aristotelischen Gelehrten der scholastischen Lehrstätten auf die Notwendigkeit einer methodisch bewußten empirischen Fundierung der „Theoria" verwiesen. Galens methodische Forderung für die Medizin „empeiria kai logos" wurde unter den Forschern der Renaissance bald zur Prämisse aller Naturkunde. Der sich so schnell ausweitende Erfahrungshorizont stellte zwar allmählich die alte aristotelische Naturphilosophie in Frage. Aber erst unter dem Einfluß der copernicanischen Bewegung und ihres neuartigen kosmologischen und physikalischen Weltmodells konnte sich aus der neuen Empirie – durchaus unter

Verwendung der, nun allerdings anders ausgelegten aristotelischen Begrifflichkeit – auch eine neue Theorie begründen. Seit Mitte des 16. Jahrhunderts läßt sich im Zusammenhang der Auseinandersetzung dieser neuen Theorie mit der alten Naturanschauung auch ein Bemühen um eine systematischere und theoriegeleitete Erkenntnis der Natur erkennen, die über das Niveau kasuistischer Erfahrungsverwertung und -tradierung der ‚reinen' Praktiker hinausgeht.

Paracelsus ist einer der ersten jener universal gebildeten Mediziner und Naturforscher der Renaissance, deren Auseinandersetzung mit organischen Phänomenen über den Rahmen des rein Heilkundlichen und der Sammlung unmittelbar verwertbaren Rezeptwissens hinausgeht. In seinem „Labyrinthus medicorum errantium" von 1538 fordert er für ein „Buch der Arzenei, so experentia heißt, wie der Arzt dasselbe erfahren soll" (so die Überschrift des 4. Kapitels), daß die Untersuchung des Organischen bewußt und planmäßig zu erfolgen habe, so daß sie zugleich den Ansprüchen einer philosophischen *scientia* entspreche: „Denn ohne scientia ist experimentia nichts ... Denn da scheiden sich voneinander experimentum und experientia, daß experimentum ad sortem geht ohn scientia. Denn scientia ist die Mutter der Experienz und ohn die scientia ist nichts da." (Goldhammer, S. 62)

In den Schriften Paracelsus reflektiert sich exemplarisch die Umsetzung jener neuen Orientierung der Naturtheorie als „cognitio ex principiis", in der die Prinzipien Resultate bestimmter praktisch-empirischer Untersuchungen der Natur sind: „Nicht aus speculativa theoria soll practica fließen, sondern aus der practica die theoria" (ebd., S. 39). Und in dem Maße, in dem der Gegenstand der Naturforschung als ein einheitlicher angesehen wurde, galt auch Einigkeit über die *Form* dieser neuen Theorie. Mit den aus der Antike überlieferten „Elementen" des griechischen Mathematikers Euklid schien den Naturforschern des 17. und 18. Jahrhunderts nämlich das Urbild einer logisch stringenten und allgemeingültigen axiomatischen Theorie vorliegen. Newton hatte sich in der Darlegung seiner Physik ebenfalls streng an den deduktiven Aufbau der Euklidschen Theorie angelehnt und so galt sein Werk als eine eindrucksvolle Bestätigung dieser wissenschaftlichen Theorieform.

Daß also aus grundlegenden Prinzipien abgeleitet werden mußte, wenn man einen Sachverhalt rational rekonstruieren wollte, war spätestens seit Newton kaum noch umstritten. Das Problem betraf weniger diese Seite der neuen Wissenschaft, die Newton die synthetische nannte, sondern das, was er als ihre *analytische* Seite verstand: *Was* waren die für die verschiedenen Naturerscheinungen jeweils grundlegenden Prinzipien? Und *wie* sollte man zu ihrer Erkenntnis kommen? Die entscheidende Voraussetzung für die gedankliche Reproduktion natürlicher Wirkzusammenhänge in der wissenschaftlichen Theorie war so die in systematischer Erkenntnisarbeit zu vollziehende *wissenschaftliche Analyse.*

Mit den Begriff der wissenschaftlichen Analyse wird hier auf eine bestimmte Art der *Erkenntnisproduktion* verwiesen, deren Elementarformen in kognitiven Vergleichsleistungen (Identifizieren und Unterscheiden) unter Verwendung gegenständlicher Mittel bestehen. Das analytische Begreifen beginnt in der Regel allerdings damit, daß der Gegenstand, um dessen Bestimmung es geht, überhaupt als solcher erfaßt wird. Um von den Erscheinungen zu ihren grundlegenden Wirkmomenten zu gelangen, ist es mithin nötig, so Newton über die analytische Methode, ‚daß wir von den zusammengesetzten Dingen zur ihren Bestandteilen, und von den Bewegungen zu den sie verursachenden Kräften vordringen, allgemein von den Wirkungen zu ihren Ursachen ...' Erst, wenn ich also, wie z.B. Newton, weiß, daß ich bestimmte physische Kräfte (und nicht etwa substantielle Qualitäten der Materie) als Ursachen mechanischer Erscheinungen annehmen kann, sind diese Ursachen analytisch exakt zu bestimmen. Die eigentliche analytische Vergleichsarbeit ist also nicht voraussetzungslos.

(3) Voraussetzung der Analyse: Erkenntnis der wesentlichen Ordnungsebenen

Die empirische Vergewisserung der organischen Natur, die seit Mitte des 16. Jahrhunderts zu einer bis dahin unvorstellbaren Ausweitung des medizinischen, zoologischen und botanischen Wissens führte, bringt die frühneuzeitlichen Naturforscher schon bald zu Problemen der Ordnung, der Gliederung und Systematisierung der wahrgenommenen Mannigfaltigkeit der unterschiedlichsten Organismen – Probleme, die der Vorgeschichte der Biologie bis hin zu Darwin ihren besonderen Charakter verleihen sollten.

Im Bereich der ganzen ‚Physica' war zuerst der *theoretischen Mechanik* mit Galilei der Durchbruch gelungen. Entscheidende Voraussetzung dafür, daß sie mit dem Auffinden der in ihrem Fachgebiet grundlegenden Wirkzusammenhänge und deren Synthese in den „mathematischen Prinzipien" Newtons zuerst den für die Neuzeit lange Zeit maßgeblichen Erkenntnistyp realisieren konnte, war, daß ihr eine bewußte *Eingrenzung* ihres Untersuchungsgebietes gelang. In der Konzentration auf das Bewegungsverhalten von Körpern – also auf den kinematischen Aspekt der Mechanik – und unter methodischer Abstraktion von den, diesem Verhalten zu Grunde liegenden Kräften – also den dynmaischen Aspekten der Mechanik – erarbeitete Galilei das wissenschaftlich begründete Fallgesetz. Wichtig für uns ist dabei, daß damit nicht irgendein beliebiger funktionaler Zusammenhang isoliert und theoretisch begriffen wurde. Mit dem Resultat der Galileischen Studien war nämlich zugleich eine Erkenntnisvoraussetzung für die kurz danach von Newton vollzogene theoretische Herleitung der grundlegenden Prinzipien der ganzen mechanischen Physik gegeben. Die kinematische Darstellungsebene physikalischer Erscheinungen war identisch mit einer grundlegen-

den Ebene des Systems der ganzen mechanischen Wissenschaft. In diesem Sinne einer wissenschaftssystematischen Gliederung der natürlichen Erscheinungen ist das Problem der Ordnung also nicht nur ein biologisches. Und die Frage nach der *Ebene,* auf der die für die Ordnung maßgeblichen *Prinzipien* aufzufinden sind, hat auch nicht nur die Biologen beschäftigt.

Wie später auch in der Chemie (und ihrer Suche nach der ‚Ordnung der Elemente') so war für Galilei zunächst nicht das Beobachten, Messen und Kalkulieren der zu untersuchenden Sachverhalte (der Bewegungsphänomene) das Hauptproblem, sondern eben das Auffinden der wesentlichen Ordnungsebene, auf der die Erscheinungen in ihrem gesetzmäßigen Zusammenhang zu erfassen waren. Für Galilei bestand die konkrete Lösung schließlich in der gegenständlich-experimentellen Realisierung der dazu notwendigen sachlichen Erkenntnisbedingungen. (Vgl. Brockmeier/Rohbeck) Nicht in der eigentlichen Analyse (dem Messen und Vergleich von isolierten Wirkmomenten), sondern in der dazu notwendigen Abstraktion von allen hierbei unwesentlichen sonstigen Wirkzusammenhängen, deren gleichzeitige komplexe Existenz jedoch jeden Naturprozeß in der erscheinenden Wirklichkeit auszeichnen, bestand zunächst die Hauptarbeit der Naturforschung. Diese, in den Galileischen Studien zu beobachtende *analytische Abstraktion* und die sich damit herausbildende Fixierung der für die Prinzipienerkenntnis wesentlichen Ordnungsebene stellte sich jedoch in der wissenschaftlichen Entstehungsgeschichte der *Biologie* im 17. und 18. Jahrhundert als ein fast unlösbares Problem dar. Erst mit Linné und Buffon gelangte das vorangehende, fast zwei Jahrhunderte währende Suchen nach *analytischen Systemvorstellungen* für das Erfassen der grundlegenden Ordnungsprinzipien des Organismenreichs in ein entscheidendes Stadium.

Bis dahin bestimmten rein klassifikatorische Ordnungsverfahren unter dem Eindruck der sich seit Ende des 16. Jahrhunderts ständig ausweitenden Kenntnis der vielfältigen Pflanzen- und Tierarten einen großen Teil der analytischen Bemühungen.

In dieser Zeit entstehen die ersten umfangreichen Beobachtungsverzeichnisse, Sammlungen, Aufzählungsbände zur Botanik und Arzneikunde (so die bekanntesten von Gessner 1552, Maranta 1558, Costeo 1578), und zugleich damit, hauptsächlich von aristotelisch geschulten und humanistischen Gelehrten, Bemühungen um den sogen. *methodus plantarum* und den *methodus animalium.* Im gleichen Zusammenhang entstehen erste Überlegungen zum sogen. *ordo doctrinae,* d.h. zu den Beweisgründen, und zur *via doctriniae,* d.h. zum vorgeschlagenen Erkenntnisweg. Maranta etwa sieht hier einen Unterschied. Er unterscheidet in seiner Erkenntnislehre und Klassifikationsordnung „Methodi cognoscendorum simplicium libri tres" sogar speziel-

le Darstellungsregeln als „rationes viamque ostendemus". (Hoppe, S. 123, vgl. auch Gilbert S. 39f)

Eine erste allgemeine Form gegliederter Wahrnehmung setzte sich seit ca. 1520 unter dem Einfluß der humanistischen Gelehrten durch: Die Aufteilung des empirischen Materials in synoptischen Tabellen, die an die *platonische Methode der Dihairesis* anknüpfte und eine dichotome Zuordnung von Begriffen und Aussagen darstellte. Bei Plato bestand diese Methode vor allem darin, unterschiedene Begriffe unter einen höheren, sie umfassenden und bestimmenden Terminus einzugliedern, und dann die Unterschiede auszudrücken, durch welche sich eine Gattung in ihre Arten oder ein allgemeinerer Begriff in speziellere Begriffe zergliedert. Aristoteles hatte diese begrifflich-logischen Ordndungsmodelle weiterentwickelt und den ersten Klassifikationsversuchen damit Hilfsmittel vorgegeben. So stellte z.B. Conrad Gessner im Rückgriff auf die aristotelische Unterscheidung der *Genera* und *Spezies* nach *Genus proximum* und *Differentia specifica* die Unterscheidungsmerkmale der Blütenpflanzen zusammen. Innere Zusammenhänge, wie z.B. Verwandtschaftsverhältnisse der Organismen spielten bei dieser Art von Ordnungssystemen allerdings keine Rolle. (Vgl. Baron, S. 19).

(4) Das Klassifikationsdilemma

Gegen Ende des 17. Jahrhunderts zeigte sich jedoch immer drastischer, wie wenig sich mit den vorhandenen Systematisierungsmethoden klare und natürliche, ja nicht einmal praktikable Klassifikationen herstellen ließen. Die Auffassung, daß es nur *ein* durch den *natürlichen* Zusammenhang der Lebewesen bedingtes Ordnungssystem geben müsse, dessen allmähliche Erkenntnis die Aufgabe der Systematiker sei, lag den Biologen dieser Zeit noch fern. Die Folge war, daß jeder sein eigenes System entwarf und kaum eine Systematik weiterentwickelt oder vertieft wurde; mehr noch: Trotz der großen Vorarbeiten, die ein Caesalpinus geleistet hatte, waren nicht einmal einheitliche Bezeichnungen akzeptiert.

„Die Nomenklatur der Pflanzen war in eine solche Unordnung geraten, so schrieb Cuvier über das terminologische Chaos, „daß es beinahe unmöglich geworden war, die von den vorhergehenden Botanikern besprochenen Gewächse wiederzuerkennen, da dreißig oder vierzig Botaniker einer und derselben Pflanze ebensoviele verschiedene Namen beilegten. Bauhin, Lobel, Matthioli und andere hatten jeder ihre besonderen Benennungen aufgestellt und auf diese Weise war die ganze Botanik zu einem wahren Chaos, zu einem allgemeinen Babel geworden, wo niemand mehr seinen Nachbarn verstehen konnte." (Dt. zit. nach Oeser, S. 20)

Mit der Zuspitzung dieses Chaos in den Ordnungsvorstellungen wurde jedoch auch deutlich: Nicht die Ausarbeitung immer neuer Klassifikationsreglements, in denen unbezogen aufeinander jeweils nach unterschiedlichen Gesichtspunkten die zumeist aristotelischen Begriffe interpretiert wurden, sondern die empirisch-analytische Naturforschung erschien – zumal unter dem Einfluß der Erfolge der

klassischen Physik – zunehmend als der grundlegende Ort, um die wirklichen, eben ‚manifesten Prinzipien' einer Wissenschaft des Lebendigen zu ergründen. Dies um so mehr, als zunehmend die Mängel einer rein mechanistischen Erklärung der Organisation der Organismen offenbar wurde. Vielleicht, so stellte Bonnet in den 40er Jahren des 18. Jahrhunderts fest, ließ sich die *Funktionsweise* eines Lebewesen noch mit mechanischen Vorstellungen erklären, seine *Entstehung* hingegen war so nicht zu begreifen.

Die Folge ist zunächst ein Bruch mit den inhaltlichen Erklärungsmodellen der Mechanik. Das, was in der Physik möglich schien, stieß in der Biologie auf deutliche Grenzen. Die relativ einfache Zurückführung komplexer Sachverhalte auf elementare grundlegende Wirkzusammenhänge, mit der Galilei z.B. die Analyse von Wurfphänomenen als Einheit von horizontalen und vertikalen (nach dem Fallgesetz berechenbaren) Bewegungskomponenten gelangt, war hier kaum praktizierbar: „Man begreift sehr leicht, ... daß alle Teile eines Tieres unter sich so richtige, so mannigfaltige, so vielfache Verhältnisse, so genaue und unauflösliche Verbindungen haben, daß sie jederzeit zugleich ... vorhanden sein müssen." (Bonnet, S. 142/3). Die Organisation eines Organismus ist als ein „organisches Ganzes" (S. 147) also mit anderen *Modellen* zu erklären als ein mechanischer Wirkzusammenhang. Voraussetzung dafür jedoch sind zunächst genauere empirisch-analytische Untersuchungen eben dieses besonderen Gegenstandes. Da solche Untersuchungen (wie allgemeine theoretische Reflexionen über ihre Methode) in der Physik hingegen schon relativ ausgearbeitet vorlagen, wird es vielleicht verständlich, daß die Abkehr der Biologie von den *inhaltlichen Erklärungsmodellen* der Mechanik durchaus einhergehen konnte mit einer gleichzeitig verstärkten Orientierung an den *methodischen Erkenntnisverfahren* der Physik.

Schon gegen Ende des 17. Jahrhunderts läßt sich diese Hinwendung zu der Erkenntnislehre der Physiker in den Arbeiten von John Ray, einem der bedeutendsten Systematiker seiner Zeit, verfolgen.

Rays „Methodo plantarum nova" (1682) ist in ihrem Bemühen um eine einheitliche Nomenklatur zwar, wie alle anderen Vesuche dieser Art einschließlich des Linnéschen, an den traditionellen aristotelischen Vorgaben ausgerichtet. Der empirisch-analytische Anspruch der Physiker seiner Zeit – Ray war ein Kollege Newtons am Trinity College – macht sich aber dort geltend, wo es um die Übertragung des aristotelischen *Homologie*-Begriffs auf das Konzept eines *übereinstimmenden Bauplans* der Natur geht. Ein Problem, dessen Lösung eine Weiterentwicklung der sich gerade erst konstituierenden vergleichenden Morphologie und Anatomie – also genuin empirischer Disziplinen – geradezu erfordert. Auch hier jedoch kann das Werk des Aristoteles zur Bestätigung dienen. Und so folgert Ray, die empirische Seite der aristotelischen Naturtheorie betonend wie hundert Jahre vor ihm schon

Caesalpinus, eine methodisch geregelte Ableitung des Ordnungssystems aus der *Erfahrung*. In Abgrenzung von einem spekulativen Begriffsrealismus wie von einer rein empiristisch-deskriptiven Systematik orientiert Ray zum ersten Mal über das cartesianische Metaphysikniveau der *Prinzipien*findung (Erkunden der „ersten Prinzipien" durch *Intuition* – gemäß ihrer rationalen „Evidenz") hinaus direkt auf das Newtonsche Konzept der Prinzipienbegründung durch *Induktion*.

Indem Ray so zwar auch für die Biologie (als Ordnungssystem des Lebendigen) den „Vorrang der auf die empirisch wahrnehmbaren Individuen ausgerichteten induktiven Methode (fordert), indem er sein System, ausgehend von den einzelnen Individuen gleichsam ‚von unter her' aufbaut" (Oeser, S. 20), wird das Klassifikationsdilemma jedoch nur von einer anderen Seite deutlich.

Voraussetzung für eine systematische Analyse des Organismenreichs ist zunächst die Bestimmung einer für die Analyse *wesentlichen Ordnungsebene*. Die mit einer solchen Bestimmung verbundene analytische Abstraktion von der unendlichen Mannigfaltigkeit der erscheinenden Natur und die Konzentration auf die Untersuchungsebene, auf der die Erkenntnisarbeit nach einheitlichen Ordnungsprinzipien möglich wird, läßt, wie an dem ‚einfachen' Fall der Galileischen Kinematik zu verfolgen ist, überhaupt erst systematische empirische Naturforschung als sinnvoll erscheinen. Für die Biologie, und dies zumal auf dem Entwicklungsstand zur Zeit von Ray, stellt sich diese analytische Abstraktion des wesentlichen Ordnungszusammenhangs jedoch ungleich verwickelter dar, als in der Mechanik.

So tritt schon bei Ray ein Problem zu Tage, das durch die Orientierung an der Methodologie der Newtonschen Mechanik keineswegs behoben, sondern überhaupt erst deutlich wird. Wo hat eine systematische empirische Analyse des Organischen anzusetzen? Es ist leicht einzusehen, daß es schon bedeutend kompliziertere Abstraktionsleistungen verlangt, die Formen der mechanischen Kraft aus den Erscheinungen zu isolieren (vgl. Wolff) als die reinen Raumformen der gegenständlichen Wirklichkeit zu erfassen und auf einfache Prinzipien zurückzuführen. Verglichen jedoch mit dem empirischen Material, das in der Sammlung, Beobachtung und Zerlegung der organischen Materie zunächst zur Kenntnis zu nehmen war, bevor seine wesentlichen inneren Zusammenhänge analytisch erfaßt werden konnten, erscheint es von heute aus gesehen vielleicht noch einleuchtender, daß es zuerst im Bereich der Mechanik gelang, grundlegende Prinzipien natürlicher Wirkzusammenhänge wissenschaftlich zu begreifen.

So stellt sich das Problem in der Biologie des 18. Jahrhunderts in einer weiteren Verschärfung des Klassifikationsdilemmas dar. Die-

ses kann allgemein darin gesehen werden, daß die Ordnungsentwürfe jener Zeit *konkrete* Lebewesen hinsichtlich bestimmter Dingeigenschaften in *abstrakten Klassifikationsordnungen* zu erfassen suchten. Im Unterschied zu der Art von analytischer Abstraktion, durch die z.B. im Galileischen *Experiment* (der gegenständlichen Realisierung der analytischen Abstraktion) konkrete *Wirkzusammenhänge* isoliert und untersucht werden konnten, konstatiert die Klassifikation bis ins 18. Jahrhundert „äußerliche Ähnlichkeiten" (Daudin,S. 23) und Differenzen zwischen *einzelnen Objekten* bezüglich vorgegebener Vergleichsstandards. Diese waren zumeist vom Systematiker bestimmte *Merkmale,* die ihm für eine Gesamtheit von Individuen als charakteristisch erschienen. Das Dilemma bestand nun darin, daß es nicht nur nicht für diese Merkmale, ihre Charakteristika und die Untersuchungsobjekte eine einheitliche Terminologie gab, sondern daß vor allem über die Merkmale selbst alles andere als Einigkeit herrschte. Zuweilen gab es sogar selbst bei einzelnen Forschern große Unstimmigkeiten (so war sich auch Ray z.B. hier völlig unklar und hielt z.T. die Blüte, z.T. die Frucht der Pflanzen für das Kriterium einer einheitlichen Ordnung).

Theoretisch gesehen, wurden die grundlegenden Einheiten gebildet, indem ein *Allgemeines* (z.B. eine Art) als eine Gesamtheit von *Einzelnen* durch den vom Systematiker bestimmten Standard *gesetzt* wurde. Die individuellen Organismen waren also nicht in ihrer wirklichen Bestimmtheit als real aufeinander einwirkende konkrete Lebenszusammenhänge begriffen und dementsprechend zu ordnen, sondern nur als einzelne Objekte erfaßt – und mithin als Elemente eines *abstrakten Zusammenhangs* klassifiziert. In diesem Sinne erfaßt diese Klassifikationslogik allgemein die Elementarform eines abstrakten Zusammenhangs[1] – unabhängig davon, daß sich in vielen Klassifikationssystemen des 18. Jahrhunderts durchaus gewisse konkrete (also das *Sein* und das *Verhalten* der Lebewesen betreffende) Naturzusammenhänge widerspiegelten.

Erst mit der *konkreten* Bestimmung der individuellen Organismen entstanden zugleich die Voraussetzungen, um Kriterien für die Begründung eines, wie man es nannte, ‚*natürlichen* Systems' der Ordnung zu ermitteln. Ein solches System aber, so stellt Linné fest, war für die Biologie noch nicht erkundet. Jede Klassifikation war seiner Meinung nach eine abstrakte, also eine ‚künstliche' und hatte vor allem diagnostische Funktion. Ihre „leges systematicae" näherten sich den „leges naturae" vielleicht mit Zunahme der allgemeinen Naturerkenntis an. Voraussetzung für ein Ordnungssystem jedoch, das nicht durch die äußerliche Gliederung nach einzelnen, mehr oder weniger leicht erkennbaren und unterscheidbaren Merkmalen

künstlich vorgegeben ist, sondern das auf Grund konkreter und für den *natürlichen* Lebenszusammenhang wesentlicher Merkmale gebildet werden konnte, war die Erkenntnis eben dieser „leges naturae" und der ihnen zu Grunde liegenden „ordines naturales".

Diese Gesetzmäßigkeiten eines natürlichen Systems stellen sich uns heute als Folge der Abstammung der Lebewesen dar. Die Entstehung ihrer ‚natürlichen Klassifikation' hängt also eng zusammen mit der Kenntnis ihrer wirklichen Verwandtschaftsbeziehungen. Zwar haben die Ergebnisse der vergleichenden Anatomie und Morphologie schon vor Darwin einem Verständnis der *funktionalen* Lebenszusammenhänge einzelner Artindividuen weitgehend vorgearbeitet. Das Begreifen der grundlegenden *Prinzipien* dieser Zusammenhänge setzt jedoch ein *genetisches Begreifen* der Arten in ihrem gemeinsamen Abstammungsverhältnis voraus. Es ist dies ein Begreifen, das die biologischen Individuen in ihrem *Sein* und zugleich in ihrem *Gewordensein* erfassen kann.

Wie wir wissen, wurde die schließliche Auflösung des Klassifikationsdilemmas erst mit Darwin möglich. Setzte doch die Begründung der „Ordines naturales" als eines *phylogenetischen Systems* die Entdeckung des Darwinschen Evolutionsprinzips und damit ein spezifisches Begreifen der biologischen Erkenntnisobjekte als *Entwicklungssubjekte* voraus.

„Alle die erwähnten Regeln, Behelfe und Schwierigkeiten der Klassifikation lassen sich, wenn ich nicht irre, dadurch erklären, daß das natürliche System auf der Abstammung mit Modifikationen begründet ist, daß die Merkmale, die die Naturforscher für ein Zeichen echter Verwandtschaft zweier oder mehrerer Arten halten, von einem gemeinsamen Vorfahren ererbt worden sind und also jede echte Klassifikation genealogisch ist, und daß ferner die Gemeinsamkeit der Abstammung das unsichtbare Band bildet, das die Naturforscher unbewußt suchten, nicht aber irgendein unbekannter Schöpfungsplan, noch der Ausdruck für allgemeine Sätze oder das bloße Zusammenstellen und Sondern mehr oder weniger ähnliche Dinge." (Darwin, S. 585)

Diese Lösung des Klassifikationsdilemmas im 19. Jahrhundert hatte mithin eine entscheidende Voraussetzung: Das Begreifen von Prinzipien der Ordnung des Lebendigen, die diese als ein *sich entwickelndes System* zu erfassen möglich werden ließen.

(5) Art-Entwicklung und analytischer Systemabschluß

Ohne eine neuartige theoretische Konzeption als Grundlage einer systematisch-empirischen Klassifikation des Organischen war also im 18. Jahrhundert über die Ebene einer Ordnung der Natur nach abstrakten ‚Merkmalen' nicht hinauszugelangen, waren die grundle-

genden ‚Prinzipien' der Entwicklung des Lebendigen nicht zu erfassen. Das Erfassen der Prinzipien von *Entwicklungszusammenhängen,* mußte aber zunächst einmal heißen, grundsätzlich mit dem statischen Fundamentalismus (Toulmin S. 80f) brechen, der mit der metaphysischen Interpretation der Ergebnisse der theoretischen Mechanik von Descartes bis Newton die Naturphilosophie des 18. Jahrhunderts bestimmte.

Wenn wir das Begreifen von Entwicklungszusammenhängen philosophisch als das Begreifen von *konkreten* Zusammenhängen verstehen, so unterscheiden wir damit von der Darstellung *abstrakter* Zusammenhänge in künstlichen Klassifikationssystemen, in denen die Klassifikationselemente vor allem nach äußerlichen Gesichtspunkten geordnet werden. Die Momente konkreter Zusammenhänge werden demgegenüber in ihrem funktionalen und genetischen Aufeinander-Bezogen-Sein, also in der gewordenen Einheit ihres *Seins* und *Wirkens* begriffen. So werden natürliche Individuen (einzelne Organismen oder Arten) als konkrete Entwicklungseinheiten, also in ihrer Ordnung in der *Zeit* betrachtet (wobei man Entwicklung allgemein als eine *zeitliche Ordnung von Zuständen* begreifen kann).

Konkrete Entwicklungszusammenhänge werden in der Biologie des 18. Jahrhunderts allerdings zum ersten Mal auf der Ebene der *Organisation,* also bei der Betrachtung der individuellen Embryonalentwicklung, zum Gegenstand analytischer Beschäftigung. Dabei läßt sich etwa bei Buffon verfolgen, wie die Thematisierung von Entwicklungsprozessen durchaus im engen Zusammenhang mit einer methodischen Anlehnung an die Newtonsche Physik ihren Ausgang nimmt. Buffon ist Aufklärer und mithin im Frankreich jener Zeit ein konsequenter Gegner der cartesianisch-rationalistischen Systemkonstruktionen. Die einzige systematische Ordnungsstruktur des Lebendigen, die er trotz seiner antimetaphysischen Emphase, die ihn jede künstliche Klassifiktionshierarchie im Stile des Linnéschen Systems verwerfen läßt, akzeptiert, ist die *Art.* Er deutet allerdings an, daß es zunächst auch erkenntnistheoretische Gründe sind, die ihn zu dieser Einteilung der Naturgeschichte bewegen. Denn auch für ihn ist die Art eine *Abstraktion,* die in der unmittelbaren empirischen Wahrnehmung der Natur keineswegs immer eindeutig auszumachen ist. Sie verlangt zu ihrer Fixierung so nach bestimmten Erkenntnisoperationen, die über die Klassifikation nach äußerlichen Merkmalen hinausreichen und die analytische Aufdeckung auch „verdeckter Ähnlichkeiten" (Buffon 5, S. 59) voraussetzen.

„Art ist mithin ein abstraktes und allgemeines Wort, wovon die Sache nur besteht, sofern man die Natur in der Aufeinanderfolge der Zeiten und in der

beständigen Zerstörung und der eben so beständigen Wiedererneuerung der Wesen betrachtet. Nur indem wir die Natur von heute mit der der früheren Zeiten und die gegenwärtigen Individuen mit den gewesenen vergleichen, erhalten wir eine richtige Vorstellung von dem, was man *Art* nennt, und die Vergleichung der Zahl oder die Aehnlichkeit der Individuen (also abstrakt-klassifikatorische Merkmalsbestimmungen, JB.) ist nur eine untergeordnete und oft von der ersteren unabhängige Vorstellung ..." (Buffon 5, S. 61/2)

Dem Artbegriff entspricht so zwar eine natürliche Grundlage, nämlich eine *genealogische Realität* – insofern bleibt Buffon seinem gegen die Cartesianer wie gegen Linneé gerichteten Anspruch „Wir werden die Wesen nicht anders einteilen, als sie in der Tat eingeteilt sind" (S. 62) treu –, dennoch ist seine Funktion zunächst wohl eher die eines theoretischen Ordnungskriteriums.

Die Art ist die Grundeinheit eines Ordnungssystems aller Organismen, dessen Grobgliederung dem Schema einer zeitunabhängig-konstanten Kettenstruktur entspricht. Diese Vorstellung von der Ordnung der Natur als einer universellen Gradation des Seins (vgl. Rheinberger 1981) kennzeichnet die Arten als fixe Glieder dieser Kette, durch die, als einander sich restlos ausschließende Teilmengen, die Gesamtmenge aller Organismen restlos repräsentiert wird. Eine Einteilung, die mithin die lückenlose Verortung der ganzen Mannigfaltigkeit der belebten Natur ermöglichen soll. Die Arten bilden dabei das in allen Veränderungen *Konstante,* gewissermaßen ein begriffliches Netz zum systematischen Erfassen der Natur, in dem die Artgrenzen das Bezugssystem für die Untersuchung der Organisationsstruktur individueller Organismen vorgeben.

Im Unterschied zu den abstrakten Klassifikationssystemen erscheint für Buffon das Individuum also nicht mehr nur als statischer Träger bestimmter Eigenschaften und Merkmale, sondern ist analytisch als *sich Veränderndes* erfaßbar. Seine unmittelbare sinnliche Gegenwart stellt sich dar als Moment eines (ontogenetischen) Produktionsprozesses, der allerdings, unter der Voraussetzung der *Artkonstanz,* nur als *Reproduktionsprozeß* auf identischer Stufe erscheint. Es ist also weniger ein erkenntnistheoretischer Skeptizismus, der Buffon zur Ablehnung der ‚abstrakten' Klassifikation eines Linné (mit verschiedenen kategorialen Ebenen) veranlaßt, sondern die Überzeugung, daß es nur ein *wirkliches* Kriterium für die ‚konkrete' Naturordnung gibt: die Kontinuität der Artreproduktion (Sloan S. 117). Denn, so Buffon, „die Art (ist) nichts anderes als eine beständige Reihenfolge ähnlicher und sich wiedererzeugender Individuen" (S. 62).

Ein Artbegriff wie der Buffons erlaubt mithin zum ersten Mal natürliche Entwicklungsprozesse auf dem Niveau einer Theorie mit Systemanspruch zu erfassen. Er macht sie sogar zum Klassifikations-

kriterium. Allerdings: Entwicklung bezieht sich hier allein auf die Ontogenese, das heißt: *identische Replikation* – unter der Voraussetzung der ehernen Konstanz der Artgrenzen. Und das heißt eben auch: theoretischer Ausschluß des Begreifens der Phylogenese der Artenentwicklung. Die Organisationsentwicklung ist erfaßt als *reversibler* Prozeß: die phänotypischen Variationen unter den Organismen einer Art sind gewissermaßen Ausdruck art*interner* Kreislaufprozesse (die immer irgendwann zum Ausgangspunkt zurückkehren). Buffon erkennt mithin die ersten Prinzipien der Abstammungstheorie, sofern sie sich auf artinterne Prozesse beschränkt (Daudin, S. 138) – geht dabei jedoch von methodischen Prämissen aus, die zunächst das Erfassen des zweiten konkreten Entwicklungsträgers in der Biologie, der Arten, ausschließen.

Wie im Rahmen des *analytischen Systemabschlusses* in der klassischen Physik, der naturphilosophisch in den Korpuskulartheorien des 18. Jahrhunderts ontologisch verallgemeinert erscheint, werden auch bei Buffon Veränderungsprozesse in der Zeit nun zwar Gegenstand der theoretischen Beschäftigung. Sie tauchen hier aber allein auf als zirkuläre Umverteilungsprozesse (nicht aus Zufall begründet auch Buffon seine methodischen Erwägungen mit einer naturphilosophischen Theorie organischer Moleküle). Und ebenso wie sich mit der metaphysisch-mechanistischen Interpretation des analytischen Verfahrens in der Mechanik der theoretische Ausschluß des Entwicklungsdenkens in der physischen Natur vollzieht, wird auch in der Biologie bis ins letzte Drittel des 18. Jahrhunderts das analytische Artkonstanzkriterium metaphysisch verallgemeinert und zu einem ontologischen Sachverhalt:

„Dieser Punkt ist der festeste, den wir in der Naturgeschichte haben; alle anderen Ähnlichkeiten und Verschiedenheiten, die man bei der Vergleichung der Wesen auffinden könnte, wären weder ebenso beständig, noch ebenso wesentlich, noch ebenso sicher ..." (Buffon 5, S. 62)

Die Artgrenze ist also nicht mehr nur methodischer Ausgangspunkt der Untersuchung und der theoretischen Ordnung der Lebewesen. Sie wird unter Abstraktion von dem Abstraktionscharakter, der ihr eigen ist, zum gegenständlichen Fixpunkt der Natur, zur „proprieté physique" (Daudin, S. 129).

Mit den Problemen, die sich aus diesen ersten analytischen Versuchen, Entwicklungsprozesse zu fassen, ergeben, steht die Biologie des 18. Jahrhunderts jedoch nicht allein. Die metaphysische Verallgemeinerung der analytischen Systemvorstellungen der klassischen Mechanik (die einhergeht mit ihrer mechanistischen Interpretation; vgl. Borzeszkowski/Wahsner) scheint charakteristisch zu sein für mehrere jener Erkenntnisdiszplinen, die sich im 18. und 19. Jahrhundert im Übergang zu einer systematisch-empirischen Fachwissenschaft befinden.

Dabei ist für die paradigmatische Bedeutung, die in diesem Zusammenhang das Werk Newtons nicht nur als eine physikalische Theorie, sondern vor allem als Begründung einer neuen, allgemeingültigen wissenschaftlichen *Erkenntnismethode* ausgezeichnet hat, vielleicht kennzeichnend, daß sie diese Bedeutung nicht nur für die Naturwissenschaften erlangte (was beispielhaft in der Chemiegeschichte seit Boyles „Chymista Scepticus vel Dubia et Paradoxa Chimico-Physica" von 1677 zu verfolgen ist). Auch Gesellschaftswissenschaftler und Ökonomen bemühen sich zur gleichen Zeit um eine methodische Ausrichtung am analytischen Konzept der Physik. Etwa gleichzeitig zu Buffon formuliert Quesnay eine Art methodisches Systemkonstanzkriterium in der *Politischen Ökonomie*. Zur Erklärung seiner „Ökonomischen Tableaus" schreibt er: „Dem Konzept der *Produktion*, oder der *Regeneration*, das hier die Basis der Unterscheidungen zwischen den großen Klassen der Bürger bildet, sind physische Grenzen gezogen, welche so rigoros der Wirklichkeit angepaßt sind, daß es den in der gewöhnlichen Sprache üblichen vagen Ausdrücken nicht mehr entspricht. ... es ist Sache der Ausdrücke, sich der exakten Erkenntnis der natürlichen Ordnung mittels rigoroser und von der Wirklichkeit diktierter Unterscheidungen anzupassen." (Quesnay, S. 235/6)

Als generelles Charakteristikum des hier angesprochenen ‚analytischen Systemabschlusses' in der klassischen Physik kann gelten, daß er zunächst einmal Voraussetzung der wissenschaftlichen Erkenntnis des Binnenverhaltens eines dynamischen Systems ist. Unter der Bedingung der analytisch unterstellten Stabilität des Gesamtsystems (durch den Ausschluß jeglichen Austausches mit der ‚Systemumwelt') erscheint die Systemdynamik jedoch nur im inneren Austausch, in der *internen Umverteilung* (z.B. von atomistisch gedachten Systemelementen). Es werden so Bewegungen erfaßbar, jedoch nicht ‚offene' Entwicklungen, die den vorgesetzten analytischen Systemrahmen überschreiten könnten. (Vgl. Brockmeier 1979, S. 148f)

Übertragen auf die Biologie heißt „Entwicklung", so Buffon, „Vergrößerung des Umfangs" (3, S. 659), heißt mithin *Wachstum* ohne qualitative Veränderung, heißt „Aufeinanderfolge" des immer Gleichen, so „daß der Fortschritt oder die Entwicklung ins Unendliche eben so wenig besteht ..." (3, S. 651).

Das Verfahren dieser analytischen Abstraktion verhalf der klassischen Physik allerdings dazu, ihre theoretischen ‚Prinzipien' zu begreifen und sie z.B. im 3. Newtonschen Axiom (actio = reactio) zu formulieren. In der Biologie war das Ergründen ihrer grundlegenden ‚Prinzipien' auf diese methodische Weise jedoch schon deshalb komplizierter, weil die konsequente Abstraktion vom *Entwicklungsverhalten* der Systemeinheiten der Arten gerade die Erkenntnis ihres – letztlich auch für die artinternen Prozesse – wesentlichen Zusam-

menhangs verhinderte. Denn dieser, so hatte Darwin später gezeigt, bestand doch gerade im gemeinsamen evolutiven Abstammungszusammenhang der Arten. Und sein ‚Prinzip' war in einer Entwicklung zu sehen, die gerade nicht halt machte vor dem Artkonstanzkriterium: der natürlichen Zuchtwahl.

(6) Eine neuartige Empirie: Gegenständlich eingreifende Erkenntnis

Es spricht vieles dafür, daß *eine* Voraussetzung der sich zum Ende des 18. Jahrhunderts allmählich abzeichnenden Auflösung dieser methodischen Schranke für die Erkenntnis des Evolutionsprinzips (und damit für die Lösung des Klassifikationsdilemmas) in der Entwicklung des *gegenständlich-praktischen Erkenntnisniveaus* der biologischen Forschung in dieser Zeit zu sehen ist. Man kann sagen, daß dieser Übergang von der Betrachtung der Organisation der Lebewesen in ihrer, wie Jacob es nennt, *sichtbaren Struktur* zu einer zweiten, *verborgenen Struktur,* die die eigentliche ‚Organisation', die Organe und Funktionen des Lebendigen mit einbezieht und die „sich im Grunde in Zellen auflöst" (S. 25), mit der Entstehung einer gegenstandsspezifischen biologischen Analytik eng verbunden ist.

Gegen Ende des 18. Jahrhunderts ändert sich der Charakter der empirischen Forschung. Untersuchungsgegenstände sind nicht mehr vor allem die einzelnen Objekte als Einheiten zu bestimmender Bestandteile, sondern auch die zwischen diesen Bestandteilen entstehenden Beziehungen. Komplexe Funktionszusammenhänge werden von den vergleichenden Anatomen und Morphologen erforscht. In die Physiologie fließen die Ergebnisse der Chemie mit ein. Lavoisier verbindet z.B. verschiedene Funktionszusammenhänge miteinander und untersucht die Verbindungen zwischen der Atmung und der Verdauung (denn jedes Feuer verbraucht Brennstoff), zwischen Atmung und Blutkreislauf, zwischen Atmung und Transpiration. „Die Interaktion der Teile gibt dem Ganzen seine Bedeutung. Die Lebewesen werden jetzt dreidimensionale Einheiten, ihre Strukturen bauen sich in Schichten von innen her auf, gemäß einer Ordnung, die von der Tätigkeit des Gesamtorganismus vorgeschrieben ist." (Jacob, S. 86)

Die Entwicklung neuartiger gegenständlich-experimenteller Verfahren bei der Untersuchung der Organisation der Lebewesen führt zwangsläufig auch zu Fortschritten in der Klassifikation, die sich den Grundstrukturen des ‚natürlichen Systems' annähert – auch ohne Kenntnis seiner ‚Prinzipien'. Denn bis in die zweite Hälfte des Jahrhunderts hinein gab es keine empirischen Befunde oder experimentellen Erkenntnismittel, die z.B. eine Neubildung von Keimstrukturen nach der Befruchtung nahegelegt hätten. Wenn Aufklärer wie Buffon etwa beanspruchten, die Natur aus sich selbst zu erklären und damit den ständigen Einsatz eines Schöpfers als Erklärungsgrund ausschlossen, so mußte ihnen eine Erklärung der Entstehung von Gleichartigem, die hierin die Entfaltung des in den Keimzellen gleichartig Präformierten sah, mithin äußerst einleuchtend erscheinen.

Daß sich sachliche Gründe für eine weitergehende empirische Fundierung der Klassifikationsentwürfe jedoch auch aus der klassifikatorischen Arbeit selbst ergeben haben – also der Übergang von der ‚sichtbaren Strukturebene' zu einer, nur unter Verwendung bestimmter *gegenständlicher Erkenntnismittel* erschließbaren ‚Strukturebene des Verborgenen' schon im Rahmen dieser ersten Ebene vorbereitet wird –, läßt sich beispielhaft in den Untersuchungen Linnés verfolgen. Linné, obwohl oft als der (deskriptive) Antagonist des (analytischen) Buffon verstanden, weist jedoch in seinem Ordnungskonzept ebenfalls deutliche Bezüge zur Analytik der Newtonschen Physik auf. Und wenngleich er mehr für die durch Locke vermittelte sensualistische Sicht der Newtonsche Empirie steht, tendiert auch Linné, trotz aller Unterschiede zu Buffon, über eine rein empiristische Naturbeschreibung im Rahmen einer abstrakten Klassifikation hinaus.

So geht es ihm nicht um Deskription oder um eine summarische Einteilung, sondern um einen „gesunden Begriff" (Linné, S. 37) der Natur, geordnet nach ihrer „inneren Beschaffenheit" (S. 45). Dazu jedoch sind „Hilfsmittel" nötig, durch welche die „vielen Gegenstände dem Gedächtnis deutlich und ordentlich können eingeprägt werden" (ebd.). Auch Linné sieht das Ordnungssystem also vor allem als diagnostisches Mittel, als Instrument zur Einteilung und allmählichen Erkenntnis des natürlichen Systems. So ist auch die Art für ihn letztlich nur eine Abstraktion und das Artkonstanzkriterium vor allem ein methodisches Erfordernis. Unmöglich muß es nämlich scheinen, mit variablen Artgrenzen zu einer erschöpfenden Klassifikation zu gelangen (so hatte er die ‚Art' als grundlegende Einheit seiner fünfstufigen Klassifikationshierarchie von Gattung, Ordnung, Klasse und Reich auch schon längst festgelegt, ehe er z.B. zu seiner Annahme des Befruchtungskriteriums als Artmerkmal gelangte).

Die präzise Bestimmung der Artzugehörigkeit ist mithin für die klassifikatorische Arbeit von großer Bedeutung. Sie nötigt gerade dann zu einer Weiterentwicklung der Erkenntnisverfahren, wenn – im Extremfall – nicht einmal mehr entscheidbar ist, ob ein Organismus dem Tier- oder dem Pflanzenreich zuzuordnen ist. Denn, so charakterisiert Linné einen solchen Extremfall,

„es gibt kleine Tiere, die lange Zeit, ja viele Jahre, und vielleicht auf beständig wie tod liegen, und doch, wenn sie hinlänglich durchweicht und erwärmt sind, wieder aufleben, wie an den sogenannten Rädertierchen und an den Aalen in versengtem Korn erhellet ... (...) Es ist daher schwer, zwischen den Tieren und Pflanzen die wahren Grenzen zu entdecken, zumal man (einerseits) Pflanzen hat, die etwas mehr als ein vegetabilisches Leben, und sogar eine Empfindung zu haben scheinen ... (andererseits) hingegen gibt es

auch Tiere mit einem pflanzenartigen Wachstum, dergleichen die Polypen sind." (S. 24)

Ist also der unmittelbaren Erscheinung kein sicheres Ordnungsmerkmal zu entnehmen, so muß – schließt Linné – das Klassifikationskriterium ‚erweitert' werden. An die Grenzen einer Klassifikation nach abstrakten Ähnlichkeitsmerkmalen stoßend, sieht er sich genötigt, nicht nur abstrakte ‚Merkmale' des Untersuchungsobjekts, sondern dieses selbst als eine *konkrete Systemeinheit* in seinem inneren und äußeren *Verhalten* zu betrachten:

So muß denn „das Leben und die Bewegung entscheiden, ob eine Creatur zum Tierreich gehöre oder nicht" (ebd.). Die bloße Bewegung, stellt Linné jedoch fest, ist allerdings auch nur ein Phänomen, daß erst dann als begriffen gelten kann – wie wir der Entwicklung von Galilei zu Newton entnehmen können –, wenn es aus seinen wesentlichen Ursachen, zumindest aber aus seinen ‚manifesten Prinzipien' abgeleitet werden kann. „Ohne Ursache freilich entsteht keine Bewegung ...", folgert so auch Linné. Und als eine solche sieht er zunächst eine gewisse „Reizbarkeit (Irritabilitas)" an, „welche notwendig die nächste Ursache der Empfindlichkeit sein muß, und dies", so kommentiert er seine These im Hinblick auf die Forschungssituation seiner Zeit, „ist eben der Satz, über welchen unter den Gelehrten heftige Streitereien entstanden sind" (S. 25).

Die Streitereien, die Linné hier anspricht, betrafen nichts anderes als die Suche nach den wesentlichen Ordnungskriterien, die, im Verlauf der nun gestellten ‚Ursachenfrage' auf einem neuen analytischen Untersuchungsniveau begann. So hatte z.B. die Frage, ob die „Reizbarkeit" nicht selbst wiederum von der Nervenstruktur des Organismus abhinge, schon zu Erkenntnisbemühungen unter dem Einsatz neuartiger Erkenntnismittel geführt. Linné verweist auf Haller „und andere berühmte Zergliederer", die experimentell eine physiologische Reizbarkeit auch an solchen Körpern nachgewiesen hatten, „welche schon von allen Nerven entblößt waren" (S. 27). Linnés eigener Vorschlag zur Lösung dieses Problems ist nun weniger interessant von seinem Inhalt her – er teilt Pflanzen- und Tierreich nach einer jeweils als spezifisch behaupteten salzartigen Substanz ein –, als durch das *chemisch-experimentelle Begründungsverfahren*, das er dafür erforderlich hält.[2]

Linnés biochemische Methode mutet uns heute eher alchemistisch als wissenschaftlich an. Sie ist jedoch zugleich als anschaulicher Beleg dafür zu lesen, wie die klassifikatorische Arbeit, selbst bei Linné, in dem Maße, in dem sie die „innere Beschaffenheit" konkreter Orgnismen zu untersuchen beginnt und damit ihre funktionale und genetische Organisation thematisiert, auch zu einem anderen Typ gegenständlich vermittelter Erkenntnis gelangt. Vor allem die Arbeiten von Zeitgenossen Linnés wie Haller, Blumenberg und Wolff

stehen dabei für diesen Übergang von einem prinzipiell beobachtenden zu einem mit gegenständlichen Mitteln *eingreifenden* biologischen Klassifikationstyp. Die Biologen beginnen systematisch ihre wissenschaftlichen Erfahrungen *herzustellen.* Theoriegeleitetes Experimentieren unter Miteinbeziehung chemischer und physikalischer Verfahren, morphologische und anatomische Studien sowie Züchtungs- und Kreuzungsversuche bekommen gegen Ende des Jahrhunderts einen bislang nicht gekannten Stellenwert. Und dies nicht nur, weil analytisch-experimentelle Untersuchungen nun in umfassender Weise von „Systematikern" und „Naturgeschichtlern" genutzt werden, und damit die Kluft zwischen anatomisch-physiologischen und ‚theoretischen' Naturgeschichtlern allmählich überwunden wird.

Die Bedeutung dieser neuartigen Erkenntnisverfahren für die Lösung des Klassifikationsdilemmas ist vor allem darin zu sehen, daß nun genau das zu einem zentralen Gegenstand der Untersuchungen wird, was als der vermeintlich „festeste Punkt in der Naturgeschichte" die Vorstellung einer Artvermischung und damit des Entstehens neuer Arten weitestgehend ausschloß. Die Fixierung auf das Artkonstanzkriterium hatte u.a. dazu geführt, daß ein großer Bereich des Biologischen ausgeklammert wurde: die Variabilität in der Evolution. Mit dem Anzweifeln der Unveränderbarkeit der Artgrenzen wurde jedoch nun auch das Kriterium der Artkonstanz selbst fraglich.

So änderte sich allmählich auch das analytische Systemverständnis, das, wie wir bei Buffon sehen konnten, dem Entstehen von Entwicklungsvorstellungen der Arten ebenso entgegenstand, wie es die Vorstellung von artinternen ‚Entwicklungen' methodisch ermöglicht hatte. Wie bei Linné so spielten ebenfalls für Buffon direkte praktische Untersuchungsergebnisse dabei eine Rolle.

Ausgangspunkt für Buffon war sein Bemühen, durch Züchtungs- und Paarungsversuche ein *spezifisch biologisches Erkenntnismittel* zu gewinnen, um seine Theorie der natürlichen Artkonstanz auf genealogischer Grundlage durch empirische Belege zu verifizieren. (Ähnliche Absichten verfolgte Blumenbach, nur hielt er die vergleichende Morphologie für ein zuverlässigeres Verfahren als die Buffonschen Kreuzungsversuche.) Und obwohl seine Versuche, das Zeugungskriterium als Charakteristikum der Art- (bzw. der Gattungsbestimmung, wie er später formulierte) unangetastet lassen (McLaughlin, S. 91), nötigen sie ihn doch, seine strikte Artgrenzenfestlegung in Frage zu stellen. Die (unerwarteten) Resultate der sich neuer Erkenntnismittel bedienender „Zergliederer" und Experimentierer legen mithin theoretische Konsequenzen nahe, die die Ausgangsannahmen und ursprünglichen Systemvorstellungen schließlich selbst in Frage stellen – auch, wenn Linné und Buffon diese theoretischen Konsequenzen bekanntlich selbst noch nicht in aller Deutlichkeit benannt haben.

Es kann an dieser Stelle nur als ein Hinweis vermerkt werden, daß dort, wo diese Konsequenzen dann nicht nur dargestellt, sondern auch Gegenstand einer theoretischen Begründung werden, bei Darwin also, die Ergebnisse von

Züchtungsversuchen als besonderer biologischer Erkenntnismittel direkt in die Argumentation mit einbezogen werden. Kreuzungs- und Züchtungsversuche werden so zu einer spezifischen Art biologischer „experiments" (Darwin, vgl. dt. S. 41).

Im Spätwerk Buffons ändert sich schließlich auch seine physikalistische Vorstellung eines analytisch-geschlossenen Ordnungssystems der Natur: In dem Maße, in dem das Evolutionsprinzip nicht mehr allein ontogentisch sondern auch phylogenetisch nahegelegt ist, gilt der analytische Systembegriff nicht mehr als ontologische Naturanlage, sondern als eine theoretische Ordnungsbedingung zur Erkenntnis auch der irreversiblen, nicht teleologischen Prozesse der Evolution. Und so werden analytische Verfahren durchaus als eine Art methodischer Erkenntnismittel Voraussetzungen für das Begreifen ‚offener' Entwicklungsvorgänge.[3] In dieser Hinsicht scheint auch Buffon den Kritikern dieser methodischen Wandlung seiner Systemvorstellungen gegenüber die grundsätzliche Notwendigkeit des Systemdenkens in der Naturtheorie zu betonen:

... „schließlich wird man zweifellos den trivialen und gegen Hypothesen oft wiederholten Einwand neuerlich vorbringen und viel Geschrei darum machen, daß in solider Naturwissenschaft weder Vergleiche noch Systeme vonnöten sind ... Dennoch ist leicht zu merken, daß wir alles nur durch Vergleich erkennen und über die Dinge und deren Beziehung zueinander nur urteilen können, nachdem wir diese Beziehungen in eine *Ordnung* gebracht, d.h. ein *System* errichtet haben." (Buffon, „Histoire naturelle des minéraux", Bd. 2, 1783, dt. nach Bergmann/Ruben, S. 92)

Es ist also nicht die Orientierung an der Physik des 18. Jahrhunderts, die die Entdeckung der Evolutions-‚Prinzipien' der Ordnung des Organismenreichs verhindert hat. Vielmehr entstehen neben der systematischen Verwendung neuartiger *gegenständlicher Erkenntnismittel* gerade in der Anlehnung an die methodischen *Systemvorstellungen* der klassischen Physik im 18. Jahrhundert wichtige Voraussetzungen für das Erfassen der wesentlichen Ordnungsebene[4] und damit für die analytische Fixierung sowohl ontogenetischer wie phylogenetischer Entwicklungsprozesse. In diesen gegenständlichen und theoretischen Erkenntnisvoraussetzungen können – im Zusammenhang mit anderen, hier ausgeklammerten Faktoren (vgl. Rheinberger 1980, Rohbeck, Ruben) – zentrale Entstehungsmomente des Entwicklungsdenkens zu Beginn des 19. Jahrhunderts gesehen werden.

Anmerkungen

[1] Die Logik abstrakter Zusammenhänge besteht allgemein in der Feststellung der reinen Identität und Verschiedenheit. „Sie faßt die Gegenstände als ‚Individuen', durch Eigennamen und Kennzeichnung sprachlich bestimmt, die Eigenschaften und Beziehungen als ‚Klassen' durch Prädikatwörter sprachlich bestimmt, und unterstellt dann Individuen und Klassen als ‚Dinge', wobei Individuen Klassen zugehören können oder nicht. Daß die wirklichen Gegenstände gerade dadurch etwas miteinander gemein haben (an sich eine Klasse bilden), etwas ihnen Allgemeines realisieren, weil sie als verschiedene aufeinander einwirken, kommt in der Logik gar nicht zum Ausdruck. Individuen und Klassen sind nicht aktive, sich bewegende Ganzheiten, Konkreta, sondern Abstrakta." (Ruben 1978, S. 75).

[2] Linnés These war, daß Tier- und Pflanzenkörper grundsätzlich verschiedenartige Salze erzeugen. Im Unterschied zu dem „Laugensalz" der Pflanzen läßt sich „tierisches Salz aus keinem Safte des Tieres schmecken", sondern, wie Linne seinen Lesern zu versichern sucht, erst in einem komplizierten Verbrennungsprozeß ermitteln. „Um sich von diesem Salze zu überzeugen, darf man nur darauf Achtung geben, was man durch Mittel der Scheidekunst aus verschiedenen Feuchtigkeiten tierischer Körper herausbringt, je nach dem selbige lange oder kurze Zeit in dem Körper cirkulieret haben, und durch die Reibung in den Gefäßen verfeinert worden sind." (ebd. S. 31).

[3] In diesem Sinne kann auch die moderne *Systematik* als eine Voraussetzung der *Phyologenetik* verstanden werden, wie sie zugleich auf den Ergebnissen der phylogenetischen Evolutionsforschung aufbaut. Erforscht doch die heutige Systematik das System der Lebewesen als einen Zusammenhang stammesgeschichtlich gewordener natürlicher Verwandtschaftsbeziehungen. Ein und dasselbe Objekt, die Arten oder Artengruppen, kann so zugleich als veränderlich (von der Phylogenetik) und als relativ unveränderlich (von der Systematik) behandelt werden, weil die Veränderungen, denen die Organismen unterworfen sind, in der Regel in großer Zeitspanne erfolgen. Andererseits ist ihre Variabilität Voraussetzung für ihre Fähigkeit, auf Veränderungen in der Umwelt zu reagieren. Aus diesem Zusammenhang von Variablem und Konstanten ergibt sich das Wechselverhältnis zwischen Phylogenese und System. (Vgl. Stephan).

[4] Ob der in der vorliegenden Studie verwandte Begriff der *wesentlichen Ordnungsebene* treffend gewählt ist, sei dahingestellt. Von der Sache her soll mit ihm auf die grundlegende Erkenntnis- oder Begründungsebene einer wissenschaftlichen Theorie verwiesen werden, von der aus *Prinzipien* der zu klärende Phänomenbereich abgeleitet wird. Diese Ebene ist keine ein für allemal gegebene, sondern eine historische Variable. Bekanntlich ist sie in der Biologiegeschichte seit den Darwinschen Prinzipien der Evolutionstheorie (deren Vorgeschichte hier beleuchtet wurde) weiter verschoben worden: Von der ersten ‚verborgenen Struktur', der Organisation des Lebendigen, in den Bereich der Chromosomen und Gene und schließlich in den Bereich der materiellen Träger der genetischen Information, der biologischen Moleküle.
Die *erkenntnistheoretische* Frage, deren Erörterung hier zu dem Verweis auf eine wesentliche Ordnungsebene wissenschaftlicher Erkenntnisproduktion genötigt hat, ist zunächst die Ausgangsfrage jeder Erkenntnisarbeit: *Was* ist mein Erkenntnisgegenstand? *Wo* muß ich die grundlegenden Wirkmomente einer Erscheinung aufsuchen, damit ich sie analytisch erkennen und aus ihnen den zu erklärenden Sachverhalt ableiten kann, ihn also in seiner inneren Ordnung begrifflich zu rekonstruieren vermag? Daß das sachliche Erkenntnis- und theoretische Begründungsniveau einer wissenschaftlichen Theorie dabei vor allem von der Reichweite der historisch bestimmten *gegenständlichen Erkenntnismittel* abhängt, welche (über das Erfassen der wesentlichen Ordnungsebene) sogar darüber entscheiden

können, was überhaupt zum *Erkenntnisgegenstand* wird, scheint mir gerade bei einer vergleichenden Betrachtung der frühen Wissenschaftsgeschichte von Physik und Biologie (trotz aller Besonderheiten der jeweiligen wissenschaftlichen Arbeitsmittel) deutlich zu Tage zu treten.

Literaturverzeichnis

Baron, W., Methodologische Probleme der Begriffe Klassifikation und Systematik sowie Entwicklung und Entstehung in der Biologie, in: Diemer, A. (Hg.), System und Klassifikation in Wissenschaft und Dokumentation, Meisenheim a. G. 1968, S. 15–31.
Bergmann, H./Ruben, P., Dialektik und Systemdenken in der französischen Aufklärung, in: Bergmann, H. u.a., Dialektik und Systemdenken, Berlin 1977.
Bonnet, C., Betrachtungen über die Natur, Leipzig, bey Johann Friedrich Junius, 1766.
Borzeszkowski, H.-H./Wahsner, R., Die Mechanisierung der Mechanik, in: Treder, H.-J. (Hg.), Newton Studien, Berlin 1978, S. 19–57.
Brockmeier, J., Über die Bedeutung von Methode und Gegenstand bei der Begründung wissenschaftlicher Erkenntnismethodologie, in: Forum Kritische Psychologie 5, Berlin/West 1979, S. 129–157.
Brockmeier, J./Rohbeck, J., Beobachten, Eingreifen, Kalkulieren – Zusammenhänge zwischen Gesellschaftstheorie und Naturtheorie bei der Entstehung der rechnend-experimentellen Wissenschaft im 17. Jahrhundert, in: Damerow, P./Lefévre, W. (Hg.), Rechenstein-Experiment-Sprache, Stuttgart 1981.
Buffon, Sämtliche Werke, Köln 1838, Bd. 3 u. 5.
Darwin, C., Die Entstehung der Arten, Stuttgart 1976.
Daudin, H., De Linné a Lamarck – Méthodes de la Classification et Idée de Série en Botanique et Zoologie (1740–1790), Paris o.J.
Gilbert, N.W., Renaissance Concepts of Method, New York/London 1963.
Goldhammer, K. (Hg.), Paracelsus: Vom Licht der Natur und des Geistes, Auswahl, Stuttgart 1960.
Hoppe, B., Umbildungen der Forschung in der Biologie im 19. Jahrhundert, in: Diemer, A., Konzept und Begriff der Forschung in den Wissenschaften des 19. Jahrhunderts, Meisenheim a.G. 1978, S. 104–188.
Jacob, F., Die Logik des Lebenden, Frankfurt/M 1972.
Linné, C. v., Des Ritters Carl von Linné vollständiges Natursystem. Ausgefertigt von P.L.S. Müller, Erster Theil: Von den säugenden Thieren, Nürnberg 1773.
McLaughlin, P., Mechanismus und Teleologie in der Naturphilosophie Buffons, Magisterarbeit am Institut für Philosophie der FU Berlin 1979.
Newton, I., Mathematische Prinzipien der Naturlehre, Berlin 1872.
Oeser, E., System, Klassifikation, Evolution; Wien-Stuttgart 1974.
Quesnay, F., Über die Arbeiten der Handwerker, in: Ökonomische Schriften, Bd. II (1763–1767), Berlin 1976.
Rheinberger, H.-J., Zur Herausbildung und Problematik des wissenschaftlichen Begriffs der Entwicklung in Natur- und Menschengeschichte, in: Furth, P., Arbeit und Reflexion, Köln 1980.
Rheinberger, H.-J., Über Formen und Gründe der Historisierung biologischer Modelle von Ordnung und Organisation am Ausgang des 18. Jahrhunderts, in: Sandkühler, H.-J., Geschichte als gesetzmäßiger Prozeß. Köln 1981.

Rohbeck, J., Zum Verhältnis von Menschheits- und Naturgeschichte in der Fortschrittstheorie des ausgehenden 18. Jahrhunderts, in diesem Band.
Ruben, P., Das Entwicklungskonzept in der Naturerkenntnis; in: Redlow, G., Philosophische Probleme der Entwicklung, Berlin 1977.
Ruben, P., Dialektik und Arbeit in der Philosophie, Köln 1978.
Sloan, P. R., Buffon, German Biology, and the historical Interpretation of Biological Species, in: The British Journal of History of Science, 41/1979.
Stephan, B., Die Phylogenese der Tiere und ihre Widerspiegelung durch das zoologische System, in: Hörz, H./Czeslaw, N., Gesetz – Entwicklung – Information. Zum Verhältnis von biologischer und philosophische Entwicklungstheorie, Berlin 1977, S. 216–239.
Toulmin, S./Goodfield, J., Entdeckung der Zeit, München 1970.
Wolff, M., Boris Hessen und die sozialen Ursprünge physikalischer Theoriebildung, in diesem Band.

Michael Weingarten

Kontinuität und Stufenleitern der Natur. Zum Verhältnis von Leibniz und Bonnet

I.

Der durch die Publikation von Darwins Buch „Die Entstehung der Arten" ausgelöste Streit um die Richtigkeit der Evolutionstheorie hatte u.a. auch zur Folge, daß auf der einen Seite Vertreter der Evolutionstheorie nach mehr oder weniger direkten Vorläufern Darwins suchten, und auf der anderen Seite die Gegner den Nachweis zu führen versuchten, daß es solche Vorläufer – zumindest im Bereich exakter Wissenschaft – nicht gäbe. Daß dabei gerade der Theorie der zu einer Stufenleiter angeordneten Dinge in der Welt eine ausgezeichnete Rolle zukam, liegt mit begründet an Formulierungen Darwins in der „Entstehung der Arten". In dem Kapitel „Schwierigkeiten der Theorie" schreibt er: „Ließe sich das Vorhandensein eines zusammengesetzten Organs nachweisen, das nicht durch zahlreiche aufeinanderfolgende geringe Abänderungen entstehen könnte, so müßte meine Theorie zusammenstürzen. Aber ich kenne keinen solchen Fall" (Darwin, S. 250).

Es ist Darwin bewußt, daß er sich durch die Annahme der kontinuierlichen Umbildung eines Organs in eine bestimmte Traditionslinie einordnet. Zwar hält er das für die Stufenleiter-Theorien zentrale Theorem „natura non facit saltum" für „etwas übertrieben", aber er

sieht alle bedeutenden Naturforscher in dieser Tradition. (Vergl. ebd. S. 264–265)

Bei einem Vergleich der Stufenleiter-Theorien und der Darwinschen Evolutionstheorie werden aber sofort die unterschiedlichen Bedeutungen dieses Theorems offenkundig. Während Darwin die Kontinuität der Herausbildung eines Organs damit bezeichnet, meinten die Stufenleiter-Theoretiker hingegen die Kontinuität in der Anordnung aller Naturdinge und somit besonders, daß der Übergang eines Individuums einer bestimmten Stufe zur nächsthöheren Stufe ein kontinuierlicher Vorgang ist. Genauso offenkundig ist aber, daß, trotz der unterschiedlichen empirischen Anwendung des Theorems „natura non facit saltum", auf der methodischen Ebene die gleiche Problemgruppe bezeichnet ist; denn es geht beidesmal um die Frage: ist Entwicklung ein kontinuierlicher oder ein diskontinuierlicher Vorgang?

Die Struktur, besonders die Dimension der Zeitlichkeit, der Stufenleiter-Theorien soll im Folgenden auf ihre *philosophische* Begründung untersucht werden. Denn nur hier – dies als These – läßt sich der grundlegende Unterschied beider Theorien festmachen und nicht im Bereich empirischer Forschung. So führt die Nichtberücksichtigung des philosophischen Hintergrundes der Stufenleiter-Theorien einen Forscher wie Walter Zimmermann zu der Behauptung, daß sich in dieser Theorie „Anklänge an bewußt phylogenetische Gedankengänge" finden lassen (Zimmermann, S. 218ff), eine These, die die Bedeutung der Zeitlichkeit in den Stufenleiter-Theorien, gelinde gesagt, überbewertet.

Zum anderen soll gezeigt werden, daß der Verweis auf Leibniz als dem „geistigen Vater" der Stufenleiter-Theorien so nicht exakt ist, denn eine Analyse der Texte Bonnets zeigt eine seltsame Mischung von Empirismus, Pascalscher Philosophie und einzelnen Gedankengängen aus der Leibnizschen „Theodizee".

II.

Die systematische Verwendung des Mikroskops in der Biologie – ausgehend von Leeuwenhoek – eröffnete den Naturforschern einen ganz neuen Bereich von organischen Formen und führte direkt zu einer Umorientierung von Forschungsinteressen. Galten bis dahin die „niederen Lebewesen" wie Spinnen, Würmer, Fliegen etc. als Zeichen des Übels in der Welt – man denke etwa an die biblische Heuschreckenplagen als Strafe Gottes für sündhaftes Handeln – so wurde es um die Wende zum 18. Jahrhundert populär, ja geradezu zur Mode, sich der Beobachtung der Insekten zu widmen. [1] Die dabei sich zeigende unübersehbare Mannigfaltigkeit von Formen und Organisationen minimaler Verschiedenheit ließ Zweifel darüber aufkommen, ob diese Mannigfaltigkeit klassifizierbar ist in bestimmte Arten und Gattungen mit festen, unüberschreitbaren Grenzen. Viel natürlicher und dem Reichtum der Natur angemessener schien es, diese Mannigfaltigkeit zu begreifen als unendliche kontinuierliche Folge ähnlicher Individuen, wobei jedes Individuum von allen anderen verschieden ist aufgrund seiner besonderen Stelle in dieser Folge von Formen.

Für die Ausbildung der Stufenleiter-Theorien von weit größerer Bedeutung war aber die Entdeckung der Polypen. Schon der diesen Lebewesen verliehene Name „Tierpflanzen" erhellt, daß sie weder ganz Tier noch ganz Pflanze zu sein schienen, sondern irgendwie zwischen beiden Naturreichen einzuordnen sind. Auch zwischen den Mineralen und den beiden organischen Reichen sollte es vermittelnde Glieder geben: die Fossilien; offensichtlich handelt es sich hierbei um organische Formen, aber aus anorganischer Materie bestehend.[2] Was lag also näher als die Behauptung, daß die Reiche der Minerale, der Pflanzen und Tiere durch vermittelnde Glieder kontinuierlich ineinander übergehen. Von den Stufenleiter-Theoretikern wurde nun diese Kontinuität verknüpft mit einer Wertung: Die Folge soll nicht nur die Formenähnlichkeit bezeichnen, die in einem räumlichen Schema als horizontale Ebene gedacht werden kann, sondern sie soll vertikal die Anordnung der Individuen nach ihrer Komplexität repräsentieren, wobei die Zunahme an Komplexität gefaßt wurde – und dies ergibt die Wertung – als Zunahme der Vollkommenheit. So sollen die Minerale die unterste Stufe der Vollkommenheit repräsentieren, die Menschen die höchste Stufe der auf der Erde möglichen Vollkommenheit. Das Maß der Vollkommenheit bestimmt Bonnet zunächst allgemein wie folgt: „Das Maaß dieser Vollkommenheit liegt in der Beziehung, welche jegliches Ding aufs Ganze hat. Ein Ding, dessen Verhältnis zum Ganzen mannichfaltiger, vielfacher, fruchtbarer sind, hat eine größere Vollkommenheit." (Bonnet 1774, S. 23–24).

Und da es nach Bonnet zwei Hauptklassen von Substanzen gibt, Körper und Seele, gibt es dementsprechend auch zwei Hauptklassen von Vollkommenheiten.

„Unter allen veränderlichen Einrichtungen der Materie ist die Organisation die vortrefflichste. Die vollkommenste Organisation ist diejenige, welche die meisten Wirkungen durch die kleinste Anzahl unähnlicher Theile hervorbringt. Von solcher Art ist, unter den irdischen Wesen, der menschliche Körper. Ein Organon, ein sinnliches Werkzeug, ist ein System von festen Theilen, deren Structur, Ordnung und Verrichtung entweder die innerliche, oder die Ortsbewegung, oder die Empfindung, zur letzten Absicht haben. Ein Ding,

welches bloß durch die Wiederholung ähnlicher, und gleichförmiger Theile gebildet worden, oder in welchem man keine Theile anders, als durch den Verstand, unterscheiden kann, besitzt nur den untersten Grad der körperlichen Vollkommenheit. Ein solches ist wahrscheinlicher Weise der Atomus, oder ein elementarisches Theilgen." (Bonnet ebd., S. 24–25).

So ist der Mensch bezüglich der geistigen Kräfte und der körperlichen Organisation am vollkommensten, am unvollkommensten bezüglich der geistigen Kräfte die Muschel, am unvollkommensten bezüglich der körperlichen Organisation die kleinsten mineralischen Teilchen.

Es bedarf wohl keiner besondern Hervorhebung, daß mit dieser Wertung der Organisation der Boden naturwissenschaftlicher Empirie verlassen wird. Denn es läßt sich ja zunächst ein jedes Individuum, das in der Lage ist sein Leben zu erhalten und sich fortzupflanzen, als vollkommen bezeichnen; dies wird auch von Bonnet hervorgehoben. Wie aber soll empirisch begründet werden können, daß eine komplexere Organisationsform auch eine vollkommenere sei? Der Grund für die Einführung von Graden der Vollkommenheit besteht darin, daß Bonnet so die Dimension der Zeitlichkeit und Geschichtlichkeit der Individuen gewinnen will! Denn die Behauptung, daß alle Individuen vollkommen sind, erübrigt die Frage nach ihrer weiteren *Entwicklung*, da sie und ihre Nachkommen immer vollkommen bleiben. Allein die Frage nach der *Veränderung ihrer Form* bleibt sinnvoll, da die Nachkommen zweier verschiedener, aber ähnlicher Individuen verschieden sind von ihren Eltern. „In der physischen Welt ist alles Verwandelung. Die Gestalten wechseln unaufhörlich; die Menge der Materie ist allein unwandelbar." (Bonnet ebd., S. 124) Erst die Einführung der Relation vollkommener – unvollkommener erlaubt die Frage nach der *Vervollkommnungsfähigkeit* der Individuen in dem Sinne, ob diese eine höhere Stufe der Komplexität der Organisation erreichen können.

Um nun einen ersten Eindruck der Stufenleiter-Theorien zu vermitteln, sei folgendes Zitat aus Bonnets „Abhandlungen aus der Insektologie" angeführt; zugleich macht dieses Zitat deutlich, daß die Beschäftigung mit Insekten noch legitimiert werden mußte, indem auf den Nutzen dieser Forschungen verwiesen wird.

„Ich komme endlich zum fünften Vortheile der neuen Entdeckung. Sie zeigt uns, wie unter allen Theilen des Ganzen eine Stufenfolge sey. Erhabene und würdige Wahrheit, der Gegenstand unsrer Betrachtungen zu werden! Gewiß! wenn wir nur die vornehmsten Werke der Natur durchgehen; so werden wir leicht zu bemerken glauben, daß sich zwischen denen von verschiednen Klassen, und selbst zwischen denen von verschiednen Arten, gewisse Dinge finden, die in der Mitte zu stehen scheinen, und also gleichsam, so viel Übergänge und Verbindungsmittel ausmachen. Dieses siehet man vornehmlich an den Polypen. Die bewundernswürdigen Eigenschaften, die sie mit den

Pflanzen gemein haben' nemlich ihre Vermehrung durch Absenker, und Ausschößlinge, zeigen genugsam an, daß sie das Band sind, welches das Pflanzen und Thierreich vereiniget. Diese Betrachtung hat mich auf einen, vielleicht etwas kühnen Gedanken gebracht: eine Leiter der natürlichen Dinge zu machen, die man am Ende dieser Vorrede finden wird. Ich habe sie nur zur Probe entworfen; sie kann uns aber doch die erhabensten Begriffe von dem Weltsysteme, und von der unendlichen Weisheit beybringen, welche die verschiedenen Theile derselben gebildet und vereiniget hat.

Laßt uns doch auf dieses schöne Schauspiel aufmerksamer seyn. Laßt uns die unzählbare Menge der organisirten und unorganisirten Körper betrachten, wie sie nach den Graden der Vollkommenheit, oder des Vorzuges, den ein jeder besitzt, über einander gestellt sind. Scheint es uns aber, als wenn darin die Reihe nicht überall gleich fortgehe; so rüret das von unseren noch sehr eingeschränkten Einsichten her. Je mehr sich diese erweitern; desto mehr solcher Leitern oder Stufen werden wir auch entdecken. Dann aber werden sie ihre größte Vollkommenheit erreichen, wenn davon keine mehr zu entdecken übrig ist.

Können wir solches aber hienieden hoffen? Nur von den himmlischen Geistern ist es zu vermuthen, daß sie diesen Vorzug geniesen können. Entzükkende Aussicht für diese seligen Geister, welche ihnen die Leiter aller Wesen zeigt, die zu einer jeden Welt gehören! Und wenn nun, wie ich vermuthe, all diese Leitern, deren Anzahl beynahe unendlich ist, nur eine einzige ausmachen, darin sich alle möglichen Ordnungen der Vollkommenheiten vereinigen; so muß man gestehen, daß man sich nichts grössers, und nichts erhabners denken könne.

Es ist also zwischen allen Theilen dieses ganzen Weltgebaudes die genaueste Verbindung. Das allgemeine System bestehet aus der Vereinigung besonderer Systeme, welche gleichsam die verschiedenen Räder der Maschine sind. Ein Insekt, eine Pflanze, ist ein besonderes System, ein kleines Rad, welches grössere in Bewegung setzt." (Bonnet 1773, S. 53–56).

III.

Die Natur als Ganzes wird begriffen als ein System, das aus Teilen besteht, die selbst wieder Systeme sind und untereinander in einer harmonischen und geordneten Beziehung stehen; die unterste Systemebene ist die der Individuen. Vollkommen ist die Natur, weil sie ein geordnetes, harmonisches Ganzes ausmacht; und da sie vollkommen ist, müssen alle ihre Teile so sein wie sie sind und es müssen notwendig alle sein, die sein können. Anders wäre die Ordnung gestört, damit die Welt nicht vollkommen.

Von der untersten Systemebene argumentiert, heißt dies: die Individuen sind vollkommen, weil sie eine bestimmte Stelle in der allgemeinen Ordnung (der Kette alles Seienden) einnehmen und die „Erfülltheit" dieser Stelle notwendig für die Ordnung des Ganzen ist. Die Individualität der Individuen wird so bestimmt durch die Stelle, die sie im Ganzen einnehmen müssen.

„Gestehet daher euren Irrthum, und erkennet, daß jegliches Wesen die seiner Absicht gemäße Vollkommenheit habe. Es würde aufhören diese zu erfüllen, wenn es aufhörte, dasjenige zu sein, was es ist. Mit der Natur würde

es die Stelle ändern, und diese Stelle, welche es in der allgemeinen Hierarchie einnahm, müßte durch ein anderes ihm ähnliches Wesen wiederum besetzet werde, wenn anders die Harmonie nicht aufhören sollte." (Bonnet 1774, S. 4–5)

Die Erhaltung der harmonischen Ordnung bezieht sich nicht nur auf die Gegenwart, sondern auch auf die Zukunft. Auch die nachfolgenden Generationen dürfen sich von ihren Eltern nicht ihrer Natur nach unterscheiden, sondern müssen ihnen ähnlich sein.

„Dieses unermeßliche System von zugleich vorhandenen und auf einander folgenden Dingen, ist eben sowohl eines in der Folge, als in dem Zugleichseyn. Denn das erste Glied ist mit dem letzten durch die mittlern Glieder verbunden. Die gegenwärtigen Begebenheiten sind Vorbereitungen zu den allerentferntesten." (Bonnet ebd., S. 5)

Da mit dieser Konzeption Entwicklung ausgeschlossen ist – denn Natur ist bestimmt als Reproduktion einer harmonischen Ordnung, in der ähnliche Individuen in der zeitlichen Folge identische Funktionen ausfüllen müssen –, bleibt nur der Aspekt der Veränderung der Form. Und diese Formveränderung rührt nicht aus der Aktivität der Individuen, sondern ist bloße Reaktion auf veränderte Beziehungen! Bestimmendes und verändernd Wirkendes sind so die Relationen zwischen den Individuen. Damit sind die Individuen bloße Erscheinungen, wirklich, weil wirkungsfähig, nur die Relationen. Ganz deutlich zeigt sich dies in folgendem Zitat: „Jegliches Ding hat seine ihm eigene Wirkung, *deren Sphäre durch die Ordnung bestimmt worden ist, welche das Ding in der Welt haben sollte.*" (Bonnet ebd., S. 21).

Die Relationen, durch die eine Stelle definiert ist, sind so dem die Stelle erfüllenden Organismus gegenüber Zwecke setzende Subjekte. Die Gesamtheit aller Relationen, die Ordnung der Welt, ist selbst aber wiederum bestimmt durch ein Anderes, nämlich durch den göttlichen Verstand. „Das eigenthümliche des Verstandes ist, Verhältnisse zwischen den Dingen festzusetzen. Je zahlreicher diese Verhältnisse sind, je mannichfaltiger, je besser sie zusammenstimmen; je edler der Endzweck, je grösser und erhabener derselbe ist, um so viel mehr besitzt der Urheber dieser Dinge auch Verstand." (Bonnet 1770, Bd 1 S. 291) Gott allein ist also das eigentliche Subjekt aller Tätigkeiten und Veränderungen in der Welt.

Die Realisation dieses Konzeptes in der Naturgeschichte beinhaltet, daß als methodisches Ideal die vollständige Beschreibung der Individuen gefordert wird, mit dem Resultat der Erfassung der Form und der Modifikation der Form durch den Individuen äußerliche, umweltbedingte Einflüsse. Daraus entsteht zunächst überhaupt kein Widerspruch zu einer Theorie, die die *Konstanz* der Arten behauptet.

Denn Modifikationen betreffen ja nicht das Wesentliche des Individuums (seine Organisationshöhe), da ja die Funktion im Naturganzen, die von dem Individuum erfüllt sein muß, erhalten bleibt, und diese eben die Form des Individuums bestimmt.

Es kann aber der Artbegriff nicht als *natürliche* Kategorie aufgefaßt werden, weil nur je ein Individuum eine Stelle in der Kette alles Seienden einnehmen kann, und genau dadurch jedes Individuum von jedem anderen absolut verschieden ist. Die Art als Kategorie ist nur ein Produkt der Abstraktion von der Verschiedenheit, sie ist aber eine sinnvolle Abstraktion, weil wir als erkennende Subjekte nur einen Teil der Natur überblicken und auch diesen Teil nicht vollständig begreifen (i.e. beschreiben) können. So sind auch die Lücken in der Kontinuität der Naturdinge bloßer Schein, der auf unsere begrenzten Kenntnisse verweist.

„Die Natur leidet keinen Sprung; alles geht in ihr stufenweise, und gleichsam durch Schattirungen. Wenn zwischen zwey Dingen irgend ein Leeres wäre, was hätte wohl der Übergang des einen zum andern für einen Grund. Es ist daher kein Wesen vorhanden, das nicht über oder unter sich andre hätte, welche sich ihm durch einige Charaktere näherten, oder durch andre von ihm entfernten. Von diesen Charakteren, welche die Dinge unterscheiden, entdecken wir nur die mehr oder weniger allgemeinen. Daraus entstehen unsre Eintheilungen in Klassen, in Geschlechter, in Arten.

Diese Eintheilungen lassen sich inzwischen nicht trennen. Denn es finden sich allemal zwischen zwo Klassen, oder zwischen zwey angränzenden Geschlechtern, einige mittlere Naturstücke, die weder zu einem, noch dem andern zugehören, sondern sie nur zu verbinden scheinen ... Wenn nun aber in der Natur nichts zu trennen ist, so erhellet deutlich, daß unsre Eintheilungen nicht die ihrigen sind. Diejenigen, welche wir machen, sind bloß wörtlich, und wir dürfen sie für weiter nichts als für bloße Mittel halten, wodurch wir unsern Bedürfnissen und den Gränzen unsrer Erkenntniß zu statten kommen. Wesen, von höhern Einsichten entdecken vielleicht an zwey einzelnen Dingen, die wir zu einerley Art rechnen, mehr Mannichfaltigkeiten, als wir an zwey einzelnen Dingen von sehr entfernten Geschlechtern wahrnehmen." (Bonnet 1774, S. 30–32)

Die Behauptung der Möglichkeit der Artumwandlung bezeichnet Bonnet als Vorurteil. Die Ausartung als möglicher Ausgangspunkt der Artumwandlung (Beispiel: die Kreuzung von Pferd und Esel) ergibt „Mitteldinge", „Maultiere", die zwar nicht, wie von manchen behauptet, notwendig unfruchtbar sind, bei denen aber eine genaue Untersuchung die Artzugehörigkeit enthüllt. „Untersuchet einen und den andern sorgfältig, und ihr werdet die Art mitten unter diesem betrüglichen Scheine entdecken. Ebenmäßig können sich auch die Gestalten verändern, und die Art noch mehr verstellen. Verdoppelt eure Aufmerksamkeit; ihr werdet die Verstellung gewahr werden." (Bonnet ebd. S. 183). Der Behauptung der Artkonstanz bzw. der wesentlichen Unwandelbarkeit der Individuen auch in der Generationenfol-

ge entspricht konsequent eine präformistische Theorie zur Erklärung der Bildung der Individuen. Die Nachkommen sind immer schon vollausgebildete funktionstüchtige Systeme, die als Keime in dem Stammelternpaar existierten. Die Befruchtung hat nur die Bedeutung das Wachstum „anzureizen"; ontogenetische Entwicklung wird so reduziert zu quantitativem Wachstum.

„Allein, was heißt sich entwickeln? es heißt, in jedem Verstand wachsen; zugleich mehr Masse, und mehr Ausdehnung (Grösse) bekommen." (Bonnet 1770, Bd. 1, S. 97). Dabei ist festzuhalten, daß schon Bonnet die präformierten Keime nicht verstand als „kleine Männlein und Weiblein", sondern der Keimbegriff nur die Systemhaftigkeit aller organischen Produkte anzeigt. Hier zeigt sich für die zeitliche Aufeinanderfolge der Generationen genau dieselbe Struktur, die für die Ordnung der zugleich existierenden Individuen aufgezeigt wurde. Die in der „Stammutter" (Ovisten) bzw. dem „Stammvater" (Animalkulisten) präexistierenden Keime sind selbst in bestimmter Weise so geordnet, daß der Zeitpunkt, die Zeitstelle, an der ein Keim sich entwickeln kann zu einem Individuum, durch seine Stelle in der Ordnung aller Keime vorher festgelegt ist. Also auch in der Generationenfolge bestimmt die Ordnung den Zeitpunkt für das Wachstum eines Keimes. Und damit ist die Kette der Dinge nicht nur in jedem Zeitpunkt kontinuierlich, sondern auch in der Abfolge der Zeitpunkte.

IV.

Die bisherige Untersuchung resümierend, läßt sich Folgendes festhalten: Die Kontinuität der Natur in der räumlich-horizontalen Ebene des Zugleich-Existierenden behauptet einen lückenlosen harmonischen Ordnungszusammenhang an sich vollkommener Individuen; Veränderung bezieht sich auf die Form (Gestalt) der Individuen bei Erhaltung der Organisation (des Systems). Die Kontinuität der Natur in der zeitlichen Folge des Nacheinander-Existierenden, die Reproduktion der Natur als ein System, wird gesichert durch die Annahme der Präformation der Individuen in dem Elternpaar, wobei einem jeden Individuum eine bestimmte Zeitstelle für seine Existenz zugesprochen wird. Naturgeschichte stellt sich dar als die Beschreibung der Form, der Formveränderung und der Reproduktion der Organisation der Individuen.[3]

Schon hier läßt sich der m.E. entscheidende Unterschied zwischen Bonnet und Leibniz festmachen. Während für Bonnet die Bestimmtheit der Organismen resultiert aus ihrem „Sein-für-Anderes", nämlich aus der Ordnung, Harmonie und damit der Kontinuität der

Natur, entfaltet sich die Ordnung der Welt bei Leibniz aus der Tätigkeit der Substanzen, wobei Substanz dasjenige ist, welches das Prinzip der Tätigkeit in sich selbst hat! Da aber die Tätigkeit der Substanz bezogen ist auf Anderes, welches selbst qua Substanz tätig ist, erfährt das Tätigsein der Substanz eine Widerständigkeit gegen dieses Tätigsein, die eben resultiert aus dem Tätigsein der anderen Substanzen; umgekehrt ist die Substanz selbst wiederum Objekt von Tätigkeiten, denen sie Widerstand leisten muß, um sich zu erhalten.

„Dadurch sind Handeln und Erleiden unter den Geschöpfen wechselseitig ...; und folglich ist das, was in gewisser Hinsicht handelnd ist, unter einem anderen Gesichtspunkt leidend: handelnd, insofern das, was man auf deutliche Weise in einer Substanz erkennt, dazu dient, einen Grund für das anzugeben, was sich in einer anderen ereignet; und passiv, insofern der Grund dessen, was sich ihr ereignet, sich in dem findet, was man in einer anderen auf deutliche Weise erkennt." (Leibniz „Monadologie" in 1965, S. 463).

Diese Verknüpfung der einzelnen Substanzen aufgrund ihrer Selbsttätigkeit macht die Ordnung der Natur aus, und vollkommen ist diese Ordnung, weil sie die größtmögliche Mannigfaltigkeit in der Natur bewirkt und weil in diese Verknüpfung alle Substanzen eingeschlossen sind (Kontinuität der Kette des Seienden).[4]

Dieses Modell erlaubt folgende Differenzierung von Veränderung und Entwicklung: Veränderung ist die *Reaktion* einer Substanz auf wirkende Einflüsse anderer Substanzen; diese Reaktion erhält die Substanz als identisch in der Zeit. Entwicklung einer Substanz resultiert aus der Tätigkeit der Substanz selbst, wobei das Ziel der Entwicklung in dem Verwirklichen von real Möglichem besteht.

„Die Monade selbst erstrebt und verwirklicht ein Ziel, das zwar innerhalb des Horizonts ihres jeweiligen Zustandes liegt und durch diesen beschränkt ist (das Real-Mögliche des Substanzseins), sich jedoch nicht einfach durch das Erleiden äußerer Veränderungen bestimmt, sondern mit tätiger Anteilnahme der Monaden am Prozeß selbst hervorgebracht wird. Das Novum im Prozeß – die neue perceptio – entsteht im Raume der objektiven, realen Möglichkeit, der appetitus richtet sich auf das In-Möglichkeit-Seiende, und zwar so, daß er in der Verwirklichung des Zieles den realen Möglichkeitsraum absteckt und erfüllt." (Holz, S. 38).

Entwicklung bei Leibniz bezeichnet also ein Verwirklichen objektiv-realer Möglichkeiten einer jeweiligen Substanz, und damit heißt Entwicklung aber auch die Entstehung von Neuem, bisher nicht Vorhandenem. Es sei hier nur angemerkt, daß Entwicklung bei Bonnet als das Erklimmen einer höheren Stufe in der Ordnung der Naturdinge eben genau nicht die Verwirklichung von Neuem ist, denn die erreichte höhere Stufe bestand ja schon!

Dieses Tätigsein von Substanzen bestimmt Leibniz für den Bereich des Organischen dann wie folgt:

„...; das heißt in jeder wahrhaften Substanz gibt es ein einziges ursprüngliches Subjekt des Lebens und der Handlung, immer mit Perzeption und Streben ausgestattet, das immer die Tendenz zu dem in sich schließt, was sein wird und folglich immer besteht, um alles andere, was sein wird, darzustellen." (Leibniz „Unendlichkeit", in 1965, S. 381).

Und: „Dieses einfache und ursprüngliche Subjekt der Tendenzen und Handlungen, *diese innere Quelle aller ihrer eigenen Veränderungen* ist so die einzige Weise des wahren unzerstörbaren Seienden, weil es unauflöslich und ohne Teile ist, immer besteht und niemals vergeht, ebensowenig wie Gott und das Universum, das es immer im Ganzen darstellen muß." (Leibniz ebd. S. 283).

Damit ist klar, daß nicht die einzelnen Organismen bzw. Lebewesen diese Substanzen sein können. Denn jeder Organismus ist ein zusammengesetzter Körper, und wegen dieser seiner Zusammengesetztheit vergänglich, während die Substanzen unvergänglich sein sollen. Die Substanzen bestimmt Leibniz dann weiter als Lebensprinzipien: „Ich nehme in der Tat an, daß die Lebensprinzipien in der ganzen Natur verbreitet und daß sie unsterblich sind, da sie ja unteilbare Substanzen oder Einheiten sind, während die Körper Vielheiten sind, die durch die Auflösung ihrer Teile dem Untergange unterworfen sind." (Leibniz „Betrachtungen über die Lebensprinzipien ..." in 1966a Bd. 2 S. 63)

Es ergibt sich so folgendes Verhältnis von Organismen und Lebensprinzipien: Die Lebensprinzipien stellen die Gattungseigenschaften dar, während die Organismen jeweils verwirklichte Eigenschaften der Gattung sind, die Lebensprinzipien und die Organismen stehen also im Verhältnis von Gattung und Art. Und daraus ergibt sich schließlich für das Verhältnis von Veränderung und Entwicklung: Veränderung erfolgt im Rahmen der Art (wobei jeder Organismus eine Art repräsentieren *kann*), d.h. die in dem Organismus verwirklichten Gattungseigenschaften bleiben erhalten, Leibniz erläutert dies an dem Beispiel der Umformung einer Raupe in einen Schmetterling; das Lebewesen bzw. die Art als bestimmte Gattungseigenschaft verwirklicht sich zuerst in der Form einer Raupe, dann in der eines Schmetterlings. Das Lebewesen bleibt aber bei diesem Vorgang identisch, der Schmetterling bezeichnet also gegenüber der Raupe keine neue Art. Anders ist es bei dem Tod eines Organismus; dieser stellt den Übergang zu einer neuen Form der Entwicklung dar. Das heißt aber nichts anderes, als daß die Art in die Gattung zurückgenommen wird. Diesen Vorgang bezeichnet Leibniz als Involution im Gegensatz zur Evolution, die den Prozeß der Bildung einer Art aus der Gattung meint.[5]

Bezüglich Bonnet und den anderen Stufenleiter-Theoretikern ergibt sich, daß die Unterscheidung von Art und Gattung bei Leibniz einen *realen* Unterschied manifestiert und nicht nur einen nominellen.

Und weiter ergibt sich, daß Vervollkommnung nicht bei einem Organismus ansetzt, um ihn auf eine höhere Stufe zu transportieren, sondern Vervollkommnung die möglichst umfassende Verwirklichung von Gattungseigenschaften in Arten meint; also etwa: je mehr Arten eine Gattung ausbildet bzw. entwickelt, desto vollkommener wird sie. Durch dieses hier nur grob angedeutete Verhältnis von Organismen qua Arten und Lebensprinzipien qua Gattungen gewinnt auch die Präformation bei Leibniz einen anderen Sinn: *sie bezeichnet die Unüberschreitbarkeit der Gattungsgrenzen, nicht aber die materielle, systemhafte Präexistenz eines jeden individuellen Organismus.*

V.

Diese angedeuteten Unterschiede zwischen Leibniz und den Stufenleiter-Theoretikern machen hoffentlich soviel deutlich, daß Leibniz nicht der direkte Anknüpfungspunkt bei der Konstitution der Stufenleitern gewesen sein konnte. Aufschlußreich für eine andere Herleitung des theoretischen Konzeptes ist eine Formulierung von Robinet. Und zwar schreibt er in dem 7. Kapitel seines Buches „Von der Natur" unter der Überschrift „Von der natürlichen Leiter der Dinge, und von ihrer Mannigfaltigkeit":

„Das Nichts befindet sich an einem, und die unendliche Existenz an dem andern Ende. Man wende alle Einbildungskraft an; man suche die erstaunliche Menge derer zwischen den beyden äußersten Enden befindlichen Dinge zu begreifen! Sind wir alsdann in der Mitte? Richten wir einen Blick auf die Welt der Insecten und der kleinen Thiere, die unter unsern Füßen kriechen, so dünket es uns, als wären wir Menschen nahe beym obersten Ende. Heben wir die Augen empor, und sehen den Adler in der Region des Dämmers schweben, oder betrachten wir die unzählbaren und unermeßlichen Kugeln, die in den Himmelsräumen über und unter einander daher rollen, so sehen wir, daß wir sehr weit unten stehen." (Robinet, S. 36).

Dem philosophiehistorisch Geschulten fällt bei diesen Sätzen wohl sofort das berühmte Fragment 72 der „Pensees" von Pascal ein, das eben von der Mittelstellung des Menschen zwischen Nichts und Unendlichkeit handelt. Und interessant sind nun die systematischen Konsequenzen, die Pascal aus der Stellung des Menschen in der Welt zieht.

„Wie sollte es möglich sein, daß ein Teil das Ganze kenne? Aber vielleicht wird er beanspruchen, wenigstens die Teile zu kennen, die ein gemeinsames Maß mit ihm haben? Aber die Teile der Welt stehen alle derart in Zusammenhang, sind so miteinander verflochten, daß ich es für unmöglich halte, eine ohne den andern und ohne das Ganze zu verstehen ... Da also alle Dinge verursacht und verursachend sind, bedingt und bedingend, mittelbar und unmittelbar, und da alle durch ein natürliches und unfaßbares Band verbunden sind, daß das Entfernteste und Verschiedenste umschlingt, halte ich es we-

der für möglich die Teile zu kennen, ohne daß man das Ganze kenne, noch für möglich, daß man das Ganze kenne, ohne im Einzelnen die Teile zu kennen." (Pascal, S. 48).

Sofort einsichtig ist der Zusammenhang von Erkennbarkeit des Ganzen durch die Teile bei Pascal und der Einführung des Art- und Gattungsbegriffes als Nominaldefinition bei Bonnet; denn diese werden legitimiert dadurch, daß wir nicht in der Lage sind, die Individualität der Individuen vollständig zu erfassen, weil wir das Ganze der Natur nicht erkennen können.

Für das methodische Konzept der Stufenleiter-Theorien viel wichtiger aber ist, daß für Pascal die Teile des Ganzen bestimmt sind durch das Ganze. Zwar ist ein Teil gründend für einen anderen und insofern ist er wirkend und bedingend, der Teil hat aber seinen Grund nicht in sich selbst, sondern in einem Andern: „...; denn, wem ist nicht deutlich, daß die, die man für die letzten angibt, nicht in sich selbst bestehen, sondern daß sie sich auf andere stützen, die wieder andere als Grundlage haben, kein Ende duldend." (Pascal ebd. S. 44). Die unendliche Kette des Seienden, das „allumfassende und verbindende Band hat seinen Grund in Gott; und genau hierdurch kommt eine Wertung (Hierarchie) in die Ordnung der Welt. Zwar ist alles Seiende von Gott geschaffen, vermittelt über die der Welt gegebene Ordnung, das einzelne Seiende ist aber um so vollkommener, je näher es zu Gott steht.[6]

VI.

An diese durch die Nähe zu oder Ferne von Gott bestimmte Vollkommenheit des Seienden knüpft Bonnet an. Dabei bestimmt er den Grad der Vollkommenheit weiter – dies wurde oben schon angedeutet – durch die Beziehungen eines Individuums zur Welt. Beziehungen zur Welt hat ein Individuum durch seine Sinne, also durch die Möglichkeit sinnliche Wirkungen zu erfahren. Je mehr Sinne, um so mehr Empfindungen und desto größere Vollkommenheit. Der Mensch ist so das vollkommenste Wesen auf der Erde, weil er als einziges vermittelst der Empfindungen Begriffe bilden kann; und Gott ist das überhaupt vollkommenste Wesen, weil er die ganze unendliche Kette alles Seienden „mit einem Blick" umfaßt. Die Kontinuität in der nach Graden der Vollkommenheit abgestuften Kette besteht also darin, daß alle möglichen Sinne, Sinnesempfindungen in je einem Glied der Kette verwirklicht sind.

Die Vervollkommnung eines Organismus, das Erreichen der nächsthöheren Stufe in der Leiter, geschieht nun, indem dieser Organismus die Sinne und Empfindungsmöglichkeiten dieser Stufe

übernimmt; zugleich müssen alle anderen Organismen eine höhere Stufe erklimmen, wenn die Kontinuität nicht zerstört werden soll; so wird z.B. ein Affe nur dann zu einem Menschen, wenn ein Mensch zu einem Engel wird, usw. Dieser Vorgang des Erklimmens höherer Stufen ist kein zeitlich begrenzter bzw. abschließbarer, sondern ein Organismus kann im Laufe der Zeit alle vorhandenen Stufen, unendlich viele also, durchlaufen. In der Behauptung, daß – in unserem Beispiel – ein Affe zum Menschen wird, liegt das entscheidende theoretische Problem der Stufenleiter-Theorien eingeschlossen. Denn das Menschsein des Affen[7] stellt einen gegenüber seinem vorigen „affigen" Dasein völlig verschiedenen Zustand dar, der eine vermittelnde Beziehung ausschließt: der Affe ist nur dann Mensch, wenn er nicht Affe ist, sondern (im Rahmen der Kontinuität der Stufenleiter und nur der Möglichkeit des Überganges zur nächsthöheren Stufe) wenn er eben Mensch ist. Das heißt aber nichts anderes als: der Mensch ist ein Mensch, der Affe ein Affe. Damit ist aber die Kontinuität in der Zeit (und letztlich auch die Kontinuität im Raum, weil es auch in der räumlichen Anordnung keine solchen vermittelnden Glieder gibt) zerbrochen, weil das Erreichen der nächsthöheren Stufe nicht prozessual vermittelt werden kann (der Menschenaffe ist kein vermittelndes Glied in Raum und Zeit zwischen Mensch und Affe, sondern nach Bonnets eigener Bestimmung gehört er zu den Affen; äquivalent dazu sind die Polypen keine „Pflanzentiere", sondern, ebenfalls nach Bonnet,Tiere): Zum Zeitpunkt T_x ist der Affe noch Affe; zum nächsten Zeitpunkt T_{x+1} ist der Affe ein Mensch. Logisch gesehen, müßte dies heißen, daß entweder ein Affe sich im Verlauf seiner ontogenetischen Entwicklung zu einem Menschen umbildet (dies wird von Bonnet ausgeschlossen), oder daß ein Affenelternpaar einen Menschen zeugt.

Unterstellt man nun einmal doch die Möglichkeit einer solchen Höherentwicklung, dann stellt sich sofort die Frage, woher ich denn überhaupt weiß, daß ein solcher Umschlag stattgefunden hat. Denn es verschieben sich ja zur gleichen Zeit alle Organismen auf der Stufenleiter, so daß jeglicher Bezugspunkt fehlt, um diesen Umschlag feststellen zu können. Bonnet hat dieses Problem klar erkannt; und seine Lösung lautet: „Es ist sehr klar, daß, wenn das Thier seinen neuen Zustand erreichen würde, *ohne einige Erinnerungen des vorhergegangenen zu behalten,* so würde es, in Absicht auf dieses Thier selbst, ein ganz neues Wesen seyn, welches diesen Zustand geniessen würde, und gar nicht ebendasselbe Wesen, oder ebendieselbe Person. Es wäre, so zu sagen, von neuem geschaffen." (Bonnet 1770, Bd. 1 S. 230). In der Erinnerung an die vorhergegangenen Stufen liegt also das Identitätsstiftende; der Vorgang der Um-

bildung selbst ist aber damit noch keineswegs als kontinuierlich aufgewiesen.

Über eine besondere Form des Wissens um solche Umschläge verfügt der Mensch. Vergleichend-anatomische Untersuchungen haben gezeigt, daß in der ontogenetischen Entwicklung Stufen vorhanden sind, die Ähnlichkeit aufweisen mit unter den betreffenden Organismen stehenden Lebewesen. Und das wird von Bonnet als Beweis dafür angesehen, daß diese Stufen von den Organismen früher wirklich einmal eingenommen wurden.[8] Als weiteren Beleg für früher stattgefundene „Revolutionen" führt er den Mosaischen Schöpfungsbericht an. In diesem werde nicht die erste Erschaffung der Welt dargestellt, sondern eine Umschaffung, auf die bisher keine weitere gefolgt sei. Diese Interpretation lehnt sich offensichtlich an die von Newton und Clarke vorgetragene Behauptung an, daß Gott von Zeit zu Zeit die „Uhr der Welt aufziehen muß". Einer negativen Bewertung des Zerfallsprozesses der Welt, der verweisen würde auf die Unvollkommenheit der Welt und in eins damit auf die Unvollkommenheit Gottes, weil er nicht in der Lage gewesen war, eine „stabile" Welt zu erschaffen, entzieht sich Bonnet dadurch, daß die Revolutionen die Bedingungen der Möglichkeit für die Vervollkommnung der Lebewesen sind.

Damit nun aber die Revolutionen bloße Umschaffungen und keine Neuschaffungen der Welt sind zum einen, und zum andern die Bedingungen der Möglichkeit der Vervollkommnung der Lebewesen sein können, muß etwas von dieser Zerstörung ausgeschlossen sein, an dem die Umschaffung und Vervollkommnung ansetzen kann. Dies können nicht die Lebewesen sein, da sie – wie gezeigt – bestimmt sind durch die Ordnung der Welt, der Zusammenbruch der Ordnung somit die Vernichtung der Lebewesen impliziert. Und erst hier, bei der Lösung dieses Problems, zeigt sich der wahre Sinn der Bonnetischen Präformationstheorie. Denn Präformation bedeutet nicht nur die Erhaltung des Organisationsniveaus von Lebewesen in der Generationenfolge zwischen zwei Revolutionen, sondern auch und gerade die durch die Revolution der Welt ausgelöste Vervollkommnung soll präformiert sein. Gott habe bei der ersten Erschaffung der Welt alle Revolutionen vorausgesehen und entsprechende Maßnahmen für die Lebewesen getroffen: so wird für Bonnet diese vorbeugende Maßnahme Gottes auch zu einem Beweis für dessen Vollkommenheit. Zwar werden bei einer solchen Revolution die Körper der Lebewesen vernichtet, nicht aber die Keime, der „wahre Seelensitz" der Tiere und Pflanzen. In diesen Keimen sind alle durch die Revolutionen auslösbaren Stufen der Vollkommenheit faktisch enthalten.

„Durch die Grundtheile organisirter Wesen verstehe ich hier die Keime, oder die ersten organischen Körpergen, welche alle Theile der zukünftigen Pflanze oder des zukünftigen Thieres sehr im Kleinen enthalten. Ich stelle mir also vor, die Keime aller organischen Wesen seyn ursprünglich nach bestimmten Verhältnissen mit den verschiedenen Veränderungen, die unser Planet ausstehen sollte, eingerichtet oder berechnet worden." (Bonnet 1770, Bd. 1, S. 292–293)

Und: „Der kleine organische und unzerstörbare Körper, welcher der wahre Seelensitz, und von Anfang an in dem großen und zerstörbaren Körper wohnhaft ist, wird das Thier und die Persönlichkeit des Thiers erhalten.

Dieser kleine organische Körper kann eine Menge von Organen enthalten, welche nicht bestimmt sind, sich in dem gegenwärtigen Zustande unsrer Erdkugel zu entwickeln, die sich aber werden entwickeln können, wenn dieselbe jene neue Revolution, wozu sie aufbehalten zu seyn scheinet, wird überstanden haben." (Bonnet ebd., S. 196–197).

Die Keime sind unzerstörbare *Dinge* und sie sind *Systeme*, weil sie in bestimmter Weise angeordnete Teile (die Organe) enthalten, deren Entfaltung zu einem Organismus die Höherentwicklung dieses Organismus ausmachen soll. Konsequent zu Ende gedacht heißt dies nichts anderes, als daß in dem niedersten Lebewesen das Menschsein dieses Lebewesens faktisch schon vorhanden ist.

Es sei hier nur angemerkt, daß diese Bestimmung der Keime die Auflösung der Präformationstheorie markiert; denn es fällt schwer, die „kleinen organischen Körper" Bonnets zu unterscheiden von etwa den „organischen Molekülen" Buffons. Und Buffon war ja bekannterweise Epigenetiker! Deutlich erkannt hat dies Louis Patrin in einer weitgehend unbeachtet gebliebenen Schrift mit dem Titel „Zweifel gegen die Entwicklungstheorie" (verfaßt 1778, veröffentlicht in deutscher Übersetzung von Georg Forster 1788). Patrin geht so weit zu behaupten, daß durch die Bestimmung der Keime bei Bonnet die Kontroverse Präformation – Epigenese gegenstandslos geworden sei.

„Ich glaube es sey nicht zu viel gesagt, daß hier der Vereinigungspunkt für Physiker von allen Sekten zu finden sey. Eine jede Partikel von organischer Materie kann füglich unter jenem so weitumfassenden Ausdruck, aller Art Präformation, begriffen werden. Wie ursprünglich diese Organisirung seyn könne, ob sie sich von der Schöpfung her erhalten habe, oder gelegentlich entstanden sey, bin ich nicht im Stande zu unterscheiden. Wenn aber eine jede Präformation, eine jede Präorganisation schon ein Keim heißen kann, so hat aller Streit ein Ende." (Patrin, S. 137–138)

So hat dann zwar Bonnet die Kontinuität der *Existenz* von Lebewesen über die Revolutionen hinaus abgesichert, auf keinen Fall aber hat er den Übergang von einer Stufe zu der nächsthöheren als kontinuierlichen Vorgang, als Prozeß aufgewiesen. Denn die Präformation der Organe im Keim besagt ja nur – bezogen auf das Beispiel von Affe und Mensch –, daß sich jahrhunderte lang die Keime,

die die Organe zu einem Affen enthalten, ausgebildet haben und plötzlich, durch ein äußeres Ereignis ausgelöst, sich ein Keim ausfaltet, der die Organisation zu einem Menschen enthält. Der Bruch ist so nur verlagert von den Organismen auf die Keime.

Und Bonnet kann dieses Problem auch nicht lösen! Denn zum einen hat er ja die Generationenfolge zwischen zwei Revolutionen der Weltordnung bestimmt als identische Reproduktion des jeweiligen Organisationsniveaus eines Lebewesens; Abweichungen von der so gesetzten Norm, als möglichem Ansatzpunkt von Evolution, sind ausgeschlossen. Die „Phylogenese" ist somit nichts anderes als die zyklische Aufeinanderfolge identischer Ontogenesen. Durch diese Bestimmung ist es für Bonnet unmöglich geworden, die Genese einer Organisation zu erfassen, weil eben die Organisation eines Organismus immer die identische Reproduktion der Organisation der Eltern ist, somit ein Standard für die Reproduktion vorausgesetzt werden muß. Diese Standards können evidenterweise nicht die einzelnen Organismen sein, da sie vergänglich sind, sondern es sind die unvergänglichen Keime. Dadurch sind die Keime als die die identische Reproduktion der Organismen in der Generationenfolge ermöglichenden Invarianten festgelegt.

Nachdem so Entwicklung als Entstehung von Neuem ausgeschlossen worden ist, kann aber auch die Veränderung (der Gestalt) nur begriffen werden als ein dem verändert Werdenden äußerliches Geschehen; Wirkendes und Bewirktes, Organisierendes und Organisiertes werden repräsentiert durch die Ordnung als Gesamtheit der Relationen (aktiv) und die Organismen (passiv), sind somit verschieden Seiendes. Daß daraus trotzdem ein harmonisch funktionierendes Ganzes wird, kann nicht aus dem Verhältnis von Wirkendem und Bewirktem selbst begründet werden, sondern nur wiederum aus einem diesem Verhältnis gegenüber Anderem. Bei Bonnet wird dies durch Gott geleistet, der bei der Erschaffung der Welt alle geschehenden Veränderungen ideell antizipiert und die Keime so organisiert hat, daß die durch einen solchen Vorgang erforderlich werdende Reaktion des Organismus einen entsprechend organisierten Keim zur „Auswickelung" veranlaßt.

Nun fragt aber Bonnet – vermittelt über die Bewertung des Organisationsniveaus, so daß die horizontale Ordnung der Kette alles Seienden transformiert wird in eine hierarchisch abgestufte Folge vollkommnerer Organismen – nach der Vervollkommnungsfähigkeit der Organismen; und die Organismen müssen – bei Strafe des Untergangs und/oder der Notwendigkeit einer Neuschöpfung – diese Vervollkommnungsfähigkeit besitzen, soll die Kontinuität ihrer Existenz über eine Revolution der Weltordnung hinaus möglich sein.

Das unlösbare Dilemma für Bonnet besteht nun einfach darin, daß er einerseits gezeigt hat, daß Vervollkommnung (als Entwicklung) unmöglich ist, weil die kontinuierliche Folge der Ontogenesen einen Standard für die invariante Reproduktion voraussetzt, andererseits muß er zeigen, wie Entwicklung als Vervollkommnung doch möglich ist, um die Kontinuität der Existenz der Organismen zu sichern. Bonnet kann so zwar in der Form des Widerspruches die Notwendigkeit eines qualitativen Sprunges (des Erreichens einer höheren Organisationsstufe) zeigen, nicht aber die historisch-genetische Vermittlung des sich Widersprechenden. Die von ihm angebotene Auflösung reduziert Entwicklung auf Veränderung bzw. „Stellenwechsel", indem er behauptet, daß in den Keimen nicht nur je *ein* Standard für die Reproduktion einer bestimmten Organisationsstufe vorhanden ist, sondern in jedem Keim sind alle Standards für alle Organisationsstufen vorhanden; d.h. die Reaktion, die durch eine Revolution der Weltordnung notwendig ist, besteht in der Auswahl eines dieser Veränderung entsprechenden Standards, der dann dem neuen Ontogenesen-Zyklus zugrunde gelegt wird.

VII.

Erst die Entdeckung, daß die Folge der Organisationen von den kleinsten mineralischen Teilchen bis zum Menschen nicht kontinuierlich ist, sondern zumindest zwischen dem Reich der Minerale und dem Reich des Belebten, das selbst wieder untergliedert ist in Tiere und Pflanzen, eine unüberschreitbare Grenze besteht, führte langsam zu einer historischen Auffassung der Vorgänge in der Natur. Klar ausgesprochen und als Kritik an Bonnet formuliert hat dies P.S. Pallas in seinem 1766 erschienenen Buch „Elenchus zoophytorum" (deutsch: „Charakteristik der Thierpflanzen", Nürnberg 1787). Nach ihm besteht die Kontinuität der Natur nicht in der lückenlosen Aneinanderreihung der Organisationen, sondern in der Lückenlosigkeit der Generationenfolgen. Indem so die Zeugungen und die Variationen der Nachkommen gegenüber den Eltern in den Vordergrund treten – von entscheidender Bedeutung hierfür ist die Definition der Art als Abstammungsgemeinschaft bei Buffon, wobei die Frage, ob der Artbegriff eine bloße Nominal-Definition sei oder nicht, zurücktrat –, versucht Pallas die vorhandenen Organisationsstufen als Abstammungen zu begreifen: so sind die einfachsten Organismen auch die zeitlich ersten (bei Bonnet muß die Kette alles Seienden immer ganz verwirklicht sein, sie kann nicht im Laufe der Zeit entstehen), aus denen durch die Tätigkeit der Natur alle anderen langsam gebildet wurden.

„Indem sie (die Natur, M.W.) von den allereinfachsten Dingen den Anfang macht, so verändert und bildet sie die Organe, ihrer Bestimmung gemäß allmählig, sie untermenget aber auch mit dem einfachsten Bau nach und nach allerley neues, und füget es sehr passend zusammen." (Pallas, S. 47).

Dadurch, daß die Natur die Organismen kontinuierlich um- und weiterbildet, verläßt zwar Pallas den Boden präformistischer Anschauungen, gibt aber auch zu erkennen, daß er das „Wie" der Umbildung nicht exakt erfassen kann. Denn das Werden der Organismen ist ja nicht Produkt ihrer Aktivität, sondern Produkt der Natur, die so als Subjekt den Organismen als Objekten abstrakt gegenübersteht.

Die von C.F. Wolff und J.F. Blumenbach durchgeführten Untersuchungen zur ontogenetischen Entwicklung geben dann erst das entscheidende empirische Material an die Hand, das systematische Überlegungen zur System*bildung* ermöglicht. Die Befruchtung ist nicht mehr nur der „Anreiz" zur Auswickelung präformierter Keime, sondern durch die Befruchtung wird die Neubildung eines Organismus bewirkt, ontogenetische Entwicklung wird so gefaßt als Einheit von Organisiertheit und Selbstorganisation! Allerdings wird zur begrifflichen Erfassung der Selbstorganisation rekurriert auf eine spezifische Kraft, die aber nicht mehr den Organismen gegenübersteht, sondern gerade das Eigentümliche der Organismen als Lebendem ausmacht. Es muß daher festgehalten werden, daß gerade bei dem Versuch der begrifflichen Fassung der wirkenden Kraft sich zwischen Wolff und Blumenbach ein gewichtiger Unterschied manifestiert, den man vielleicht so formulieren kann: In dem Verhältnis von Organisiertheit und Selbstorganisation behauptet Wolff, und in seinem Gefolge Herder und Goethe, den Primat der Selbstorganisation über die Organisiertheit, während Blumenbach genau umgekehrt den Primat der Organisiertheit über die Selbstorganisation behauptet; Blumenbach setzt also immer schon organisiert seiende Lebewesen voraus, die dann umgebildet werden können. Mit den Lebewesen ist zugleich eine Ordnung unter ihnen gesetzt; und Blumenbachs Vorstellung der Ordnung der Welt ist – zumindest in seiner frühen Zeit – fast identisch mit der Bonnets! Nur daß die Leitern nicht mehr die Anordnung aller möglichen und auch wirklichen Organisationsniveaus ist, sondern darin besteht, daß alle Lebewesen zweckmäßig aufeinander bezogen sind, es nichts Zweckloses in der Natur gibt. „Kette der Natur, die suchen wir nicht in der gradativen Bildung ihrer Körper, nicht darinn, daß der eine, Thier und Pflanze, und ein andrer Pflanze und Stein verknüpfen soll; sondern in den angewiesenen Geschäften der Glieder dieser Kette, wie Glied und

Glied nicht nach ihrer Form, sondern nach ihrer Bestimmung in einander geifen usw." (Blumenbach, S. 13–14).

Während Blumenbach zur Begründung der Zweckmäßigkeit der Lebewesen auf Gott verweist, versucht Kant diese Zweckmäßigkeit zu begründen, ohne auf etwas Jenseitiges, „von dem wir keine Erfahrung haben", zurückgreifen zu müssen.

„Ein Ding, seiner innern Form halber, als Naturzweck beurteilen ist ganz etwas anderes, als die Existenz dieses Dinges für Zweck der Natur halten ... Es ist also nur die Materie, *sofern sie organisiert ist,* welche den Begriff von ihr als einem Naturzweck notwendig bei sich führt, weil diese ihre spezifische Form zugleich Produkt der Natur ist." (Kant, S. 491).

Es ist Herder, der – im bewußten Anschluß an Leibniz – versucht hat zu zeigen, daß die Ordnung der Welt, die Kette alles Seienden ihren Grund hat in der Tätigkeit des Seienden selbst. „Alles in der Natur ist verbunden: ein Zustand strebt zum andern und bereitet ihn vor." (Herder, Bd. 1 S. 191). Eine Stufe in der Natur ist so Produkt der vorhergehenden und Voraussetzung und Vorbereitung zur nächsten; aber nicht Teile einer Stufe bilden sich um, sondern die Kräfte, die in und durch die Teile wirken, kombinieren sich um. Die Stufen sind also in sich abgeschlossene Einheiten, die aber über das System der Kräfte miteinander vermittelt sind.

Es kann zwar somit keine Form der Stufenleiter-Theorien als Vorläufer der Darwinschen Evolutionstheorie verstanden werden. Aber genauso falsch wäre eine abstrakte Verwerfung dieser Theorien. Denn die theoretischen Probleme, die mit den Stufenleiter-Theorien aufgeworfen wurden, das Verhältnis von Kontinuität und Diskontinuität der Veränderung, von Organisiertheit und Selbstorganisation usw., sind Probleme, die auch in der Diskussion um die Leistung von Darwin im Brennpunkt standen und biotheoretisch erst durch die synthetische Theorie der Evolution ihre Lösung gefunden haben.

Anmerkungen

[1] Als Beispiel mag dienen Rösel von Rosenhofs „Monatliche herausgegebene Insektenbelustigungen". Rösel war von Beruf Kupferstecher, sein Ruhm gründet sich aber auf seine Insektenbeschreibungen und Abbildungen.

[2] Vergl. hierzu Leibniz „Protogäa" S. 63ff. Leibniz setzt sich mit der These auseinander, daß es sich bei den Fossilien um „spielerische Versuche eines Naturgenius" handele, und versucht alternative Erklärungsmodelle zu entwickeln, die die Fossilien rational erklärbar machen; so etwa, daß ein mit Fischen bevölkerter Teich plötzlich verschüttet wurde, die Umrisse der Fische sich aber erhalten konnten, weil die durch Fäulnis entstehenden Leerräume mit Mineralien angefüllt wurden, so daß die Abdrücke sich bis heute erhalten konnten.
Bei Robinet hingegen, also mehr als ein halbes Jahrhundert später, finden sich folgende Überlegungen: Steine haben Keime, Gebärmutter, Häute,

Nabelschnur, Mutterkuchen, nehmen Nahrung auf, haben Samen, vermutlich weibliche und männliche, aber keine äußeren Geschlechtsteile.

[3] Dieser Teil des Konzeptes der Stufenleiter-Theorien hat (These) mit zur Konstitution der Tier- und Pflanzengeographie als eigenständiger Wissenschaft beigetragen. Vergl. hierzu etwa Willdenow Kap. VII „Geschichte der Pflanzen". Dieses Buch hatte u.a. großen Einfluß auf A.V. Humboldt.

[4] Vergl. insgesamt dazu die systematische Entfaltung der Substanz-Struktur-Dialektik bei Holz.

[5] Es ist hier leider nicht möglich, die Art-Gattung-Beziehung bei Leibniz systematisch darzustellen. Nur so viel sei gesagt: Leibniz geht es nicht um eine extensionale Erfassung dieser Beziehung, bei der die Arten unter eine Gattung *subsummiert* werden (wie es für die meisten Klassifikationssysteme in der Biologie zum Modell der Einteilung wurde). Vielmehr versucht er diese Beziehung als eine dialektisch-logische Figur zu entwickeln. Vergl. hierzu Holz S. 59ff und den Aufsatz von J. König.
Inwieweit dieses Leibnizsche Modell des Verhältnisses von Art und Gattung in den epigenetischen Theorien mit und nach Buffon fruchtbar geworden ist, müßte eigens untersucht werden.

[6] Vergl. dazu die Metapher des Schauens: nach Unten – das Niedere, Kleine; nach Oben – das Hohe, Vollkommene und letztlich Gott selbst. Ebd. S. 41f.

[7] Man beachte hierbei, daß ein bestimmtes einzelnes Lebewesen bezeichnet wird, nicht aber ein Artrepräsentant!

[8] Damit handelt es sich um eine erste Fassung des bekannten und umstrittenen „biogenetischen Grundgesetzes".

Literaturverzeichnis

Primärliteratur

Blumenbach, J.Fr., Handbuch der Naturgeschichte, Göttingen 1779.
Bonnet, Ch., Philosophische Palingenesie, 2 Bände, Zürich 1770;
Bonnet, Ch., Abhandlungen aus der Insektologie, Halle 1773;
Bonnet, Ch., Betrachtung über die Natur, Leipzig 1774.
Buffon, G.L.L., Allgemeinde Historie der Natur ..., 10 Bände, Hamburg/Leipzig 1750–1780.
Darwin, Ch., Die Entstehung der Arten, Stuttgart 1974.
Diderot, D., Zur Interpretation der Natur, Leipzig 1976.
Herder, J.G., Ideen zur Philosophie der Geschichte der Menschheit, 2 Bände, Berlin (DDR)/Leipzig 1965.
Leibniz, G.W., Hauptschriften zur Philosophie, ed. Cassirer, 2 Bände, Hamburg 1966;
Leibniz, G.W., Theodizee, ed. Cassirer, Hamburg 1966;
Leibniz, G.W., Kleine Schriften zur Metaphysik, ed. Holz, Frankfurt 1965.
Kant, I., Kritik der Urteilskraft, Werke Bd. 5 ed. Weischedel, Wiesbaden 1957.
Pallas, P.S., Charakteristik der Thierpflanzen, Nürnberg 1787.
Pascal, B., Über die Religion (Pensees) ed. Wasmuth, Heidelberg 1963.
Patrin, L., Zweifel gegen die Entwicklungstheorie, Göttingen 1788.
Robinet, J.B., Von der Natur, Frankfurt/Leipzig 1764.
Rösel von Rosenhof, Der monatlich herausgegebenen Insektenbelustigungen I. Theil, Nürnberg 1746.
Willdenow, C.L. Grundriss der Kräuterkunde zu Vorlesungen entworfen, Berlin 1810.

(Sekundärliteratur Auswahl)

Anderson, L., Charles Bonnets Taxonomy and Chain of Being, in: Journal of the History of Ideas 37/1976 S. 45–58.
Artikel Bonnet, in: Dictionary of Scientific Biographie Vol. II, New York 1970 S. 286–287.
Ballauf, Th., Die Wissenschaft vom Leben, Freiburg/München 1959.
Glass, B./Temkin, D./Strauss jr., W. (ed.) Forerunners of Darwin, Baltimore 1968.
Holz, H.H., Leibniz, Stuttgart 1958.
König, J., Das System von Leibniz, in: Leibniz. Vorträge aus Anlaß seines 300. Geburtstages, Hamburg 1946, S. 17–45.
Lovejoy, A.O., The great Chain of Being, Cambridge/Mass./London 1976.
Thienemann, A., Die Stufenfolge der Dinge, der Versuch eines natürlichen Systems der Naturkörper aus dem 18. Jahrhundert, in: Zoologische Annalen III/1910 S. 185-275.
Tschulok, S., Lamarck, Leipzig/Zürich 1937.
Zimmermann, W., Evolution, Freiburg/München 1953.

Herbert Hörz und Klaus Wenig

Zur Genese des Entwicklungsdenkens in der Biologie bis zur Mitte des 19. Jahrhunderts

1. Problemstellung

Die Genese des Entwicklungsdenkens ist nach den anschaulichen spekulativen Entwicklungslehren des Altertums durch den Übergang vom klassifizierenden Strukturdenken zum Prozeßdenken und dann erst zum Entwicklungsdenken charakterisiert. Entwicklung ist der genetische Zusammenhang zwischen Ausgangs- und höherer Endqualität, wobei sich die Tendenz zur Höherentwicklung durch Regression und Stagnation sowie die Ausbildung aller Elemente einer Phase durchsetzt. Naturwissenschaftliche Evolutionstheorien sind wesentliche Grundlagen für die philosophische Entwicklungstheorie.

Das Entwicklungsdenken berücksichtigt verschiedene Formen der Evolution: Evolution als das Erreichen relativer Ziele; Evolution als Reifeprozeß; Evolution als Differenzierung und Qualitätswandel. Diese Elemente des Entwicklungsdenkens bilden sich durch unterschiedliche Deutungen des empirischen Materials teilweise einseitig heraus. So ist in der Präformationstheorie die Evolution als Reifeprozeß nicht im Sinne des Qualitätswandels, sondern als Auswickeln

des Vorgeformten zu verstehen. Das Erreichen relativer Ziele kann dagegen im Finalismus verabsolutiert als Entwickeln zum absoluten Ziel hin verstanden werden.

In der Mitte des 19. Jahrhunderts vollzog sich in der Genese des Entwicklungsdenkens in der Biologie ein qualitativer Sprung, der seinen Ausdruck in der Arbeit von Charles R. Darwin fand. Es entstand eine phänomenologische Systemtheorie biotischer Evolution, die das Entstehen von qualitativ Neuem anerkannte und es auf Systemebene ohne detaillierte Erklärung der Elementarmechanismen bewies. Aber die wissenschaftliche Revolution wurde keinesfalls durch eine Krise im wissenschaftlichen Denken ausgelöst. Sie bereitete sich im Schoße der vorherrschenden Präformationslehre und des Occasionalismus vor. Die Wissenschaftsgeschichte zeigt die Einheit von Kontinuität, d.h. das Anknüpfen an den empirischen Befunden und theoretischen Einsichten der Vorgänger und Zeitgenossen und Diskontinuität, d.h. die Entgegensetzung von Theorien durch Bruch mit der Tradition. Es offenbart sich darin der Zwang zum dialektischen Denken im theoretischen Begreifen der Natur aufgrund der existierenden objektiven Dialektik. Die Wissenschaftsgeschichte ist hier die Geschichte der Einsichten in die objektive Entwicklung als in den Prozessen auftretende Tendenz zum Entstehen höherer Qualitäten, die sich durch qualitative und quantitative Änderungen im Rahmen einer Grundqualität vorbereitet und durch die Entfaltung und Lösung objektiver dialektischer Widersprüche entsteht (Hörz 1974). Hierbei muß die Analyse solcher objektiver dialektischer Widersprüche, wie die zwischen invarianter Reproduktion der Organismen und Durchbrechung der Invarianz als Ursache für die Herausbildung neuer Organismen, zwischen Organismus und Umwelt, weiter vertieft werden. Die für dialektische Widersprüche charakteristische Einheit solcher sich widersprechenden Gegensätze als wesentlichem Bestandteil biotischer Evolution kann kaum bestritten werden. Das Entwicklungsdenken ist in seiner Genese selbst dialektisch widersprüchlich, wenn es mit dem Präformismus die Kontinuität und die invariante Reproduktion der Organismen sowie mit der Katastrophentheorie die Diskontinuität, die qualitativen Sprünge erfassen will. Das 1859 erstmals in London erschienene Werk von Charles R. Darwin: „On the Origin of Species by means of Natural Selection ..." beeinflußte durch das umfangreiche Beweismaterial entscheidend den Prozeß des Umdenkens von einer theistisch geprägten, idealistischen und metaphysischen zu einer materialistischen und dialektischen Interpretation der biotischen Evolution. Darwins Leistung bestand darin, das vorliegende Material zu einer plausiblen Theorie der biotischen Evolution zusammengefaßt zu haben. Die Genese des

Entwicklungsdenkens bis Darwin zeigt die Dialektik der Erkenntnis als Einheit von widersprechenden Theorien, von Kontinuität und Diskontinuität

Mit Darwin ist der qualitative Sprung im Entwicklungsdenken vollzogen. Aber er bereitete sich vor. Er entstand nicht ohne das entwicklungstheoretische Vorfeld. Darwin selbst lehnte ein solches positives Vorfeld in der ersten Hälfte des 19. Jahrhunderts, eine im ‚stadio nascendi' sich befindende Entwicklungstheorie ab!

„Als Beleg für die frühere Lage der Dinge habe ich in den voraufgehenden Abschnitten (und anderswo) einige Sätze wiedergegeben, denen zufolge verschiedene Naturforscher an die gesonderte Erschaffung der Arten glauben. Man hat mich deshalb getadelt; und doch war dies ohne Zweifel die allgemeine Meinung, bevor dieses Werk erschien. Von all den vielen Naturforschern, mit denen ich vorher über die Entwicklungstheorie sprach, nahm sie kein einziger sympathisch auf. Es ist möglich, daß einige an die Entwicklung glaubten, sie schwiegen jedoch oder gaben ihre Meinung so zweideutig kund, daß sie nicht leicht zu verstehen war" (Darwin, C. R. S. 532).

Darwin gibt jedoch über 30 Beispiele für den Entwicklungsgedanken vor seiner Veröffentlichung an.

Unsere Fallstudie versucht, das Werden der biologischen Evolutionstheorie bis zur Mitte des 19. Jahrhunderts unter Berücksichtigung verschiedener philosophischer und methodologischer Aspekte skizzenhaft zu verfolgen. Dabei wird deutlich:

Erstens: Die Entwicklung (Evolution) als Auswicklung. Entfaltung der Begriffe wird immer mehr durch das Verständnis der objektiven Entwicklung ergänzt. Die Natur selbst wird als prozessierende Struktur, als Übergang zu neuen und als Entwicklung von höheren Qualitäten verstanden. Der objektive Zwang zur Dialektik setzt sich in der theoretischen Einheit getrennt erfaßter Aspekte der Kontinuität und Diskontinuität der biotischen Evolution durch.

Zweitens: Gegen Schöpfungsmythen wird begründet mit der Einsicht in die Selbstentwicklung der Materie Stellung genommen. Die Präformationsauffassung weicht der Dialektik von Gesetz und Zufall in der Beziehung von Konstanz und Veränderung. Die Entstehung des Neuen wird im Zusammenhang mit der Selbsterhaltung der Organismen und der Reproduktion der Art begriffen.

Drittens: Biotische Evolution wird als Einheit von dialektisch widersprüchlichen Aspekten in ihrer inneren Kompliziertheit besser begriffen.

Viertens: Evolutionstheorien verlangen nach einer in sich konsistenten, Natur, Gesellschaft und Bewußtsein umfassenden, philosophischen Entwicklungstheorie. Dieser Aspekt, hier nicht behandelt, ist jedoch immer mitzudenken, wenn es um das Verhältnis von biologischer Evolutionstheorie als Erklärung biotischer Evolution und phi-

losophischer Entwicklungstheorie geht, die ihr Material nicht nur aus der Biologie bezieht und heuristisch wirkt, um für die Biologie wirksam werden zu wollen.

2. Zu den Anfängen des Entwicklungsdenkens in der Biologie

Die antiken Denker erfaßten anschaulich die Veränderung in der Natur und versuchten sie philosophisch zu erklären. Der Entwicklungsgedanke ist deshalb weitgehend immanenter Bestandteil jeder Naturbetrachtung. Entwicklungsdenken ist dabei das Erfassen prozessiver Strukturen und von Prozessen, in denen Neues entsteht. Anaximandros aus Milet lehrte, daß erste Lebewesen im Verdampfungsprozeß aus Feuchtigkeit infolge der Sonnenwärme und höhere Tiere sowie Menschenwesen aus Meereslebewesen entstanden (Nestle, S. 1f). Empedokles nahm das Entstehen fertiger Teile von Lebewesen aus der Erde an, die im Widerstreit zwischen „Liebe und Streit" wieder zusammengefügt werden sollten. Der altrömische Dichterphilosoph Titus Lucretius Carus demonstrierte in seinem Lehrgedicht „De rerum natura" die evolutive Ansicht im Sinne des epikuräischen Weltbildes:

„Denn die Zeit wandelt die Natur des ganzen Weltalls, ein Zustand nach dem anderen muß nachfolgend alles übernehmen, und kein Ding bleibt sich gleich ..., und ein Zustand nach dem anderen nimmt die Erde auf, daß sie nicht mehr tragen kann, was sie konnte, und tragen, was sie vorher nicht tragen konnte" (Lukrez, S. 337).

Einer der bedeutendsten Philosophen der Antike, dem wir die Biologie als Erfahrungswissenschaft durch induktive Einzelforschung wesentlich verdanken, ist Aristoteles, der als herausragender Kenner der biotischen Natur und Begründer von Morphologie und Systematik gilt. Seine Entwicklungsvorstellungen, die aus dem Gegensatz von „Stoff" und „Form" als prägende Prinzipien ableitbar sind, werden durch ein inneres Ziel, der „Zweckursache" oder „Entelechie" erklärt. Damit verlegte Aristoteles die Ergebnisse natürlicher Entwicklungsprozesse in immaterieller Gestalt in ihre Anfänge zurück und erklärte sie zu „immanent-teleologischen Triebkräften" des Prozesses (Löther, S. 301f). Während sich Aristoteles um eine real-historische, diskontinuierliche Klasseneinteilung von Pflanzen und Tieren bemühte, tritt die kontinuierliche, stufenleiterförmige Anordnung der Organismen zu dieser Klassifikation in Widerspruch. Die Konzeption der auf- und absteigenden Stufenordnungen, die in kleinen Schritten von der abiotischen Materie bis zum Menschen fortschreiten, trägt anthropomorphen, idealistischen Charakter (Zimmerman, S. 47). Die Herkunft der Lebewesen, von Empedokles, Demokritos und Epikur materialistisch verstanden, wurde von Aristoteles als Verbindung von „Stoff" und immaterieller „Form" idealistisch interpretiert.

Für das gegenwärtige Verständnis biotischer Evolution bilden jedoch die verschiedenen Ursachenbegriffe des Aristoteles einen guten Anhaltspunkt. Causa materialis und causa formalis finden wir im genetischen Material und im genetischen Code als dem formierenden Prinzip. Die causa finalis verweist auf die relativen Ziele der Evolution, wie sie im objektiven Möglichkeitsfeld einer Entwicklungsetappe enthalten sind, und die causa efficiens enthält

die vektorielle Komponente biotischer Evolution bei der Entstehung des Neuen durch die Fehler in der Replikation (Hörz, 1980). Die dialektische Sicht in der Ursachenvielfalt wurde jedoch im mechanischen Materialismus später geleugnet. Er identifizierte Gesetz und Kausalität und faßte darunter den notwendigen Verlauf des Geschehens. Die Entstehung des Neuen wurde entweder geleugnet oder mit einer Lebenskraft oder Urzeugung verbunden. Mechanischer Materialismus und Vitalismus waren nicht in der Lage, das Problem der biotischen Evolution theoretisch zu erklären. Die dialektische Sicht der antiken Philosophie wich der eingeschränkten klassifizierenden und systematisierenden Denkweise, in der Evolution als Stufenfolge begriffen wurde. Gemeinsam ist dem antiken Entwicklungsdenken die Auffassung von der Veränderung als eines sich im ewigen Kreislauf befindlichen Prozesses der Naturobjekte. Evolution als Umbildung der Organismen in der Folge der Generationen ist dem antiken Denken fremd.

Die progressiven materialistischen Entwicklungsvorstellungen wurden nach dem Zerfall des römischen Reiches und der Ablösung der Sklavenhaltergesellschaft durch den Feudalismus weitgehend zurückgedrängt und durch die idealistische Emanationslehre ersetzt. Die Stufenfolge der Naturdinge wurde zu einer Stufenfolge der Dinge unter Einbeziehung der Lebewesen. Die „evolutionstheoretische" Verarbeitung der Naturerkenntnisse stagnierte und beschränkte sich vor allem im Mittelalter auf die Diskussion über die ‚Universalia' „genus" und „species". Der Universalienstreit befaßte sich ebenso wie in der griechischen Philosophie (Platon, Speusippos und Aristoteles) mit der Frage nach den Beziehungen der Universalia und ihrer Ordnung zur Dingwelt, besonders den Organismen (Zimmermann, S. 77). Albertus Magnus und sein Schüler Thomas v. Aquin bauten die aristotelische Stufenfolge der Dinge zu einem umfassenden, perfektionierten System aus.

Das die Renaissance charakterisierende überschäumende Lebensgefühl zeigt sich an solchen Denkern, wie Nicolas Cusanus (von Cues an der Mosel), G. Bruno, Paracelsus und J. Böhme. N. Cusanus entwickelte im Gegensatz zur Stufenfolge der Dinge nach der neuplatonischen Emanationslehre einen „christlichen Pantheismus" (Zimmermann, S. 143), indem er überall in der Natur Entwicklung sah, aber an Gott gebunden. Seine definitorische Anwendung von Entwicklung bleibt Präformation. In diese Zeit fällt etwa die Entstehung des Entwicklungsbegriffs. „Entwicklung ist eine relativ junge Übersetzung von ‚explicatio', das zu ‚complicatio' gehört und in der vom Neuplatonismus herkommenden Zusammengehörigkeit beider Begriffe die Entfaltung des in der Einheit des Grundes Eingefalteten meint. Der Begriff der komplikativen Einheit, aus der, in dieser bleibend, das Viele und Mannigfaltige sich ausfaltet, wird an der Schwelle der Neuzeit zum Kernstück der Philosophie des *Nikolas von Kues*. Im analogen Sinne setzte „E." das lateinische „evolutio" voraus, sofern dieses Wort ursprünglich das Aufrollen (Aufschlagen) eines Buches und die Entfaltung eines Gedankens, einer Vorstellung einer Definition meint, „Quae quasi involutum evolit id, de quo quaeritur" (die das, nach dem gefragt wird, wie ein Eingerolltes entrollt)" (Hist. Handwörterbuch d. Phil. Stichw. Entwicklung).

Cusanus verwendet ebenso wie J. Böhme das „explicatio", das Auswikkeln eines vorher präformierten.

Um den Entwicklungsgedanken mit empirischem Material so zu belegen, daß eine in sich konsistente Entwicklungstheorie aufgestellt werden konnte, mußten umfangreiche Untersuchungen in Natur, Gesellschaft und Bewußtsein geleistet werden. Die Entfaltung des Bürgertums und durch sie die kapitalistische Produktionsweise, die auf die Erschließung neuer Rohstoffe und Territorien drängte, förderte die Entwicklung der Naturwissenschaften. F. Bacon, G. Galilei und R. Descartes führten eine neue methodologische Zielstellung der Naturforschung ein, in deren Zentrum die Mechanik und die sich mit ihr entwickelnde Mathematik stand. Die Natur wurde als System begriffen, dessen Beziehungen in den Gesetzen der klassischen Mechanik Newtons erfaßt waren.

Mit den Arbeiten Linnès zum System der Klassifizierung von Pflanzen und Tieren war eine Periode abgeschlossen, zu der Engels bemerkte:

„Was diese Periode aber besonders charakterisiert, ist die Herausbildung einer eigentümlichen Gesamtanschauung, deren Mittelpunkt die Ansicht *von der absoluten Unveränderlichkeit* der Natur bildet. Wie auch immer die Natur selbst zustande gekommen sein mochte: einmal vorhanden, blieb sie, wie sie war, solange sie bestand." (Engels, 1973a, S. 314).

Das ist als generelle Einschätzung des Zeitgeistes im Evolutionsdenken zu werten. So ist Linnè der Vertreter der Artkonstanz und des künstlichen Systems. In späteren Jahren neigte er jedoch dem Gedanken des Artwandels zu, wofür er von dem Theologen Zimmermann wegen Gotteslästerung angegriffen wurde (Hagberg, S. 226).

Für das Entwicklungsproblem war das Konzept des Artbegriffs Linnès, Arten als abgegrenzte, diskrete, relativ stabile, objektiv vorhandene Einheiten zu betrachten dennoch bedeutsam (Senglaub, S. 154). „Erst dadurch, daß Linnè so unbeirrt auf der Konstanz und Objektivität der Art bestand, wurde ihr Ursprung zu einem Problem, einem Problem, das vorher in dieser Form nicht existierte" (Mayr, S. 23). Für die Klassiker der Evolutionstheorie von Lamarck bis Darwin und darüber hinaus existierte die Art nur als willkürlich systematische Einheit, was in Darwins Satz zum Ausdruck kommt: „Aus dem Gesagten geht hervor, daß ich die Bezeichnung „Art" für willkürlich halte, gewissermaßen als Bequemlichkeit auf eine Reihe von Individualitäten angewendet, die einander sehr ähnlich sind ..." (Darwin, C.R., S. 67). Diese von Darwin demonstrierte Ablehnung der Art als reale Erscheinung der biotischen Natur führte u.a. zu heftigsten Kontroversen gegen den Darwinismus bis zur Herausbildung der „synthetischen Theorie der Evolution" der Organismen.

Die sehr vereinzelt und vorsichtig geäußerten Entwicklungsgedanken täuschen nicht über die noch im 18. Jahrhundert herrschenden weltanschaulichen und einzelwissenschaftlichen Haltungen der Naturforscher hinweg:

„Alle Veränderung, alle Entwicklung in der Natur wurde verneint. Die anfangs so revolutionäre Naturwissenschaft stand plötzlich vor einer durch und durch konservativen Natur, in der alles noch heute so war, wie es am Anfang gewesen und in der – bis zum Ende der Welt der in Ewigkeit – alles so bleiben sollte, wie es von Anfang an gewesen.

So hoch die Naturwissenschaft der ersten Hälfte des 18. Jahrhunderts über dem griechischen Altertum stand an Kenntnis und selbst an Sichtung

des Stoffes, so tief stand sie unter ihm in der ideellen Bewältigung desselben, in der allgemeinen Naturanschauung. Den griechischen Philosophen war die Welt wesentlich etwas aus dem Chaos Hervorgegangenes, etwas Entwickeltes, etwas Gewordenes" (Engels, 1973 b, S. 52).

Der Entwicklungsgedanke wurde nach den klassifizierenden und die existierenden Strukturen erfassenden Arbeiten vieler Wissenschaftler im 18. Jahrhundert wieder zur Erklärung der Welt genutzt. Das sich häufende empirische Material der Naturforschung, das Zustandsänderungen, Qualitätssprünge und Übergänge von einer Entwicklungsphase zur anderen aufzeigte, mußte theoretisch verarbeitet werden. In historisch nicht streng zu trennender Abfolge traten kosmologische, geologische, biologische, anthropologische und psychologische Entwicklungsuntersuchungen auf (Haeckel, S. 15f), die theoretisch zu verarbeiten waren.

3. Die Herausbildung von Evolutionstheorien

Kants „Allgemeine Naturgeschichte und Theorie des Himmels" (1755) machte das Entwicklungsdenken für die Astronomie begreifbar. Kosmische Objekte wurden als Entwicklungsprodukte, als Objekte mit einer Geschichte in der Zeit angesehen. Diese Arbeit stand an der Schwelle eines neuen Naturverständnisses, nach dem die Natur nicht nur in Stufenfolgen existiert, sondern die Stufen genetisch auseinander hervorgegangen sind. Das Klassifizieren existierender Objekte wurde mit der Erklärung verbunden, wie diese Objekte entstanden sein könnten. Vorerst war aber Entwicklungsdenken nur vereinzelt anzutreffen. Vorherrschend war die Präformationslehre, für die das Entwickeln lediglich „Auswechselung des Vorgegebenen" bedeutete. Ein zeitgenössisches Wörterbuch verdeutlicht das:

„*Evolutionstheorie*, das System der individuellen Präformation, Involutionstheorie, Theorie der Einschachtelung, *theoria evolutionis*. Derjenige Prästabilismus, der ein jedes von seinen gleichen gezeugte organische Wesen als das Educt der erstern betrachtet ... Ist eine Anlage nun so beschaffen, dass der organische Cörper durch eine bildende Kraft der organische Materie des zeugenden Cörpers entsteht, so ist der gezeugte Cörper ein Produkt des Zeugenden. Ist jene Anlage aber so beschaffen, dass der organische Cörper schon als Keim bei der Schöpfung in dem ersten Individuum seiner Gattung ist miterschaffen worden, so ist er ein Educt des Zeugenden. Das letztere ist die Evolutionstheorie" (Mellin, S. 462).

Der Genfer Zoologe Ch. Bonnet, bekannt durch die Fortführung der Leibnizschen Stufenleiterkonstruktionen und Vertreter der prästabilierten Harmonie der Lebewesen, beobachtete bei Blattläusen, daß sich im Sommer mehrere Generationen von Weibchen ohne Befruchtung fortpflanzen, indem sie lebende Junge gebären. Worauf eine neue Generation im Herbst folgt, die sich paart und deren Eier

überwintern. Bonnet schlußfolgerte aus den parthenogenetisch erzeugten Weibchen, die als Imago unter der Puppenhaut zu beobachten waren, die fertige Anlage einer neuen Generation. Unter Beifall der Ovulisten wurde mit diesem „Beweis" der von Bonnet bis ins Extrem ausgebildeten Präformationslehre gegen alle epigenetischen Theorien polemisiert (Nordenskiöld, S. 245-247). Die philosophische Idee der prästabilierten Harmonie, die von Leibniz im 17. Jahrhundert begründet wurde, war gegen die Auffassung einer selbständigen Schöpfung der Welt gerichtet, wie sie vom Occasionalismus vertreten wurde. Ihm gegenüber hatte der Präformismus zwei wesentliche positive Aspekte: *Einerseits* tritt er mit der Erklärung der Entwicklung des Lebens aus präformierten Samen, mit der Existenz einer prästabilierten Harmonie der Welt gegen das wissenschaftlich nicht faßbare Chaos, das ständig neu geschöpft wird. Der Deismus, der Gott nur als ersten Anstoß zuläßt, die weiteren Vorgänge der Welt aber mit ihren eigenen Gesetzen erklärt, richtet sich gegen den Theismus mit seinen ständigen Werken des Schöpfers. Damit wird *andererseits* die theoretische Möglichkeit begründet, die Newtonsche Theorie als allgemeine Welttheorie anzuerkennen und mittels Mathematik und Logik die natürlichen Beziehungen theoretisch zu erfassen. I. Kant setzte sich unter Nutzung dieser Vorzüge des Präformismus mit den Gründen gegen seine Entwicklungsauffassung auseinander:

„Ich nehme die Materie aller Welt in einer allgemeinen Zerstreuung an und mache aus derselben ein vollkommeneres Chaos. Ich sehe nach den ausgemachten Gesetzen der Attraction den Stoff sich bilden und durch die Zurückstoßung ihre Bewegung modoficiren. Ich genieße das Vergnügen, ohne Beihülfe willkürlicher Erdichtungen unter der Veranlassung ausgemachter Bewegungsgesetze sich ein wohlgeordnetes Ganzes erzeugen zu sehen, ... Diese unerwartete Auswickelung der Ordnung der Natur im Großen wird mir anfänglich verdächtig, da sie auf so schlechtem und einfachen Grunde eine so zusammengesetzte Richtung gründet. Ich belehre mich endlich aus der vorher angezeigten Betrachtung, daß eine solche Auswickelung der Natur nicht etwas Unerhörtes an ihr ist, sondern daß ihre wesentliche Bestrebung solche notwendig mit sich bringet, und daß dieses das herrlichste Zeugnis ihrer Abhängigkeit von demjenigen Urwesen ist, welches sogar die Quelle der Wesen selber und ihrer ersten Wirkungsgesetze in sich hat" (Kant, S. 44f).

Das war der Wendepunkt von der Präformation zur Evolution als Qualitätssprung. Nach Naturgesetzen entsteht Neues. C. F. Wolff zeigte in seiner 1759 erschienenen „Theoria generationis", daß sich die Teile der Tiere und Pflanzen erst im Verlaufe ihrer Entwicklung bilden und umgruppieren, also nicht präformiert sind. Die Individualentwicklung wird als Epigenese, als Aufeinanderfolge von Neubildungen verstanden und durch eine „Vis vegetabilium essentiales"

erklärt, die materiell existent und wissenschaftlich erforschbar sein sollte.

Die „Theoria generationis", die Haller gewidmet war und die dieser unbeachtet, wie viele Naturforscher, beiseite legte (Nordenskiöld, S. 251), verfehlte zunächst ihre Wirkung, wurde erst nach Wolffs Tod (1794) wiederentdeckt und im 19. Jahrhundert als grundlegend für die Entwicklung der experimentellen und vergleichenden Embryologie erkannt (Löther, S. 310).

Entscheidende Anstöße für das Entwicklungsdenken und die theoretische Interpretation der zahlreichen während Bergbauarbeiten, bei Baugrundaushebungen und in Steinbrüchen gefundenen Ablagerungen und organischen Reste, kamen aus der Paläontologie und Geologie. Der dänische Arzt N. Stensen setzte den aus der Bibel immer wieder zurückgerechneten Angaben aufeinanderfolgender Generationen, die als Sintflut- und Schöpfungsdeutungen grassierten, die erstmalige Erkenntnis entgegen, daß die Schichtung der Erde nicht durch das spezifische Gewicht im Moment der Schöpfung erfolgte, sondern als Ausdruck eines langwährenden geschichtlichen Werdeprozesses zu verstehen sei. Fossilien wurden lange Zeit als mißlungene Entwürfe des Schöpfers angesehen bzw. als Produkt einer auf Aristoteles zurückgehenden „plastischen Kraft". Nachdem die Reste in den verschiedenen Erdschichten durch L. da Vinci und G. Agricola als Überreste von Tieren und Pflanzen gedeutet, sie später aber noch als Sintflutbeweise angesehen wurden, erregte die Behauptung von J. J. Scheuchzer großes Aufsehen, das Skelett eines „Sintflutmenschen" gefunden zu haben. G. de Cuvier, der Begründer der wissenschaftlichen Paläontologie, identifizierte Schauchzers Fund als fossilen Riesensalamander (Löther, S. 312).

Cuvier, der verschiedene Faunen in den Schichten der Erde entdeckte, gab die Sintfluterklärung und die einmalige Schöpfung auf. Er interpretierte den Faunenwechsel in der Erdgeschichte als Folge ungeheurer Katastrophen, die die Meere und Kontinente veränderten.

Mit den von Hoff und Lyell begründeten Erkenntnissen, daß die Veränderungen auf der Erde in heutigen wie in vergangenen Zeiten durch die gleichen, noch heute tätigen Kräfte erfolgen (geologischer Aktualismus) und der Entdeckung der Leitfossilien durch W. Smith wurden die paläontologischen und geologischen Voraussetzungen für eine wissenschaftliche Abstammungslehre geschaffen.

Die charakteristische Strukturvorstellung von der Stufenleiter der Dinge als Charakteristikum des metaphysischen Weltbildes, die F. Engels als Ansicht *„von der absoluten Unveränderlichkeit der Natur"* treffend bezeichnete (Engels, S. 314), wurde durch eine „Ver-

zeitlichung" ihrer Stufen zum Programm für den Entwicklungsgedanken. Ansätze dazu sind bereits bei Leibniz, Bonnet, Kant, Maupertius, Buffon, Diderot, Robinet und Herder zu finden. Die Philosophie Hegels, die naturphilosophischen Entwicklungskonzeptionen Schellings und L. Okens sind typisch für diese Zeit und stellvertretend für viele andere zu nennen. Obwohl in den Arbeiten dieser Naturphilosophen der progressive Versuch nach der zeitlichen Umdeutung des Stufenleiterkonzepts und der Artikulation des Entwicklungsdenkens steckt, hatten ihre Gedanken, vor allen die Methode ihres Herangehens, nicht zu unterschätzende negative Wirkungen auf die noch zu verdeutlichenden Entwicklungsauffassungen unter Biologen in der Mitte des 19. Jahrhunderts. Das umfangreiche empirische Material biologischer Forschung wurde evolutionstheoretisch noch nicht zu einer in sich konsistenten Theorie verarbeitet. Die Synthese der bisherigen Befunde erfolgte auf spekulativem Wege der Naturphilosophie. Mit der Orientierung der biologischen Forschung auf experimentell nachprüfbare Ergebnisse wurde auch das Entwicklungsdenken, da der objektive Prozeß keiner experimentellen Überprüfung zugänglich war, als spekulativ zurückgewiesen. An der Wende vom 18. zum 19. Jahrhundert ist zu konstatieren, „daß die Idee der Entwicklung jedenfalls mit in der Wiege des neuen Jahrhunderts lag und in den Köpfen wühlte. Das Unglück wollte nur, daß sie in den ersten fünf Jahrzehnten dieses Jahrhunderts sich mancherlei Freunde gerade da gewann, wo ihr schwacher Kredit erst recht gefährdet werden mußte" (Bölsche, 195f.).

Das 18. Jahrhundert bereitete den Siegeszug von Evolutionstheorien vor, der im 19. Jahrhundert begann. Die auf der Konstanz der Arten basierende Klassifizierung zeigte ihre Grenzen an den Übergängen von einer Grundqualität zur neuen und höheren Grundqualität. Das gesammelte Material wurde nicht mehr nur unter dem Gesichtspunkt des Seins, sondern mehr unter dem Aspekt des Werdens analysiert.

Zu Anfang des 19. Jahrhunderts hatte G. R. Treviranus, Schüler Blumenbachs, eine sich auf vergleichende Kriterien der „lebenden Natur" stützende Definition und Benennung der Biologie vorgelegt (1802). Seine neue Definition der Biologie, die zugleich von Kants „Metaphysischen Anfangsgründen der Naturwissenschaft" (1786), der „Kritik der Urteilskraft" (ab 1790) und Schellings „Ideen zu einer Philosophie der Natur" (1797) beeinflußt war, stellte das „Leben" wieder in den Mittelpunkt der Biologie. Er hob die Kontinuität der Gesetzmäßigkeiten anorganischer und organischer Materie hervor und stellte in Fortführung „Leibnizscher Gedanken die Aktion, Tätigkeit, stetige Umwandlung und Entwicklung und die Beziehungen des Lebendigen zur Umwelt (heraus), das innerhalb eines gewissen Variationsraumes seine Harmonie, Ordnung und Zweckmäßigkeit zu wahren vermochte, so daß „das physische Leben" als ein Zustand erschien, „den zufällige Einwirkungen der Aussenwelt hervorbringen und unterhalten, in welchem aber, dieser Zufälligkeit ohngeachtet, dennoch eine *Gleichförmigkeit der Erscheinungen* herrscht" (Hoppe, S. 138f).

Ähnlich der späteren Kritik Hegels am „denkfaulen Empirismus" der Naturwissenschaften wendete sich Treviranus gegen den flachen Empirismus, gegen formales Registrieren und Systematisieren sowie den herrschenden Antievolutionismus in der Biologie.

Die Natur wurde in ständiger Bewegung divergierender Kräfte verstanden. Von den Polypen und Mollusken bis zu hochentwickelten Landpflanzen vollzieht sich die Entwicklung der Formen vom Einfachen zum Komplizierten. „Eine Stufenleiter bilden jene Gestalten, sobald man nur auf einzelne Theile ihrer Organisation Rücksicht nimmt, sie machen ein Netz und nicht eine Stufenleiter aus, wenn man ihre gesammte Organisation in Anschlag bringt" (III., 1805, S. 224f). Nach Schellings Vorbild eines „Gesamtorganismus", der Natur, werden die Individuen von Treviranus in die Gesamtnatur in Rekonstruktion ihrer Veränderungen in der Vergangenheit aus den „Ruinen der Vorwelt" eingegliedert.

Der Entwicklungsprozeß wird vorangetrieben, indem „alle lebenden Gestalten Producte physischer, noch in jetzigen Zeiten stattfindender und nur dem Grade oder der Richtung nach veränderter Einflüsse sind" (II, 1803, S. 264). Jeder Organismus besitzt nach Treviranus die Fähigkeit, sich endlos mannigfaltig zu gestalten und „das Vermögen, seine Organisation den Veränderungen der äusseren Welt anzupassen" (III, 1805, S. 423).

E. Darwin, der in seinen nach dem Vorbild von Lukrez abgefaßten Lehrgedichten „Der botanische Garten" (1789). „Der Tempel der Natur" (1803) eine allgemeine, alle Lebewesen umfassende Deszendenzlehre aufstellte, faßte in seiner dreibändigen „Zoonomia oder die Gesetze des organischen Lebens" (1794–1796) ein umfangreiches Material der Anatomie, Paläontologie und vergleichenden Embryologie zum Beweis für die Artumbildung zusammen. Als Evolutionsursachen postulierte er neben dem Klima, der Nahrung, der Bastardierung vor allem einen Vervollkommnungstrieb, den Gott in den Urstoff impliziert habe. Mit dieser Evolutionserklärung rückte E. Darwin in die Nähe von J. B. de Lamarck, dessen Entwicklungskonzeption die Veränderungen der Pflanzen- und Tierwelt in direkter Auswirkung der Umwelt auf den Organismus versteht.

Lamarck stellt mit der in seiner „Philosophie zoologique" (1809) gegebenen Erklärung der Veränderungen der Organismen durch die Umwelt den bedeutendsten Versuch der theoretischen Verarbeitung des empirischen Materials im Sinne der Entwicklungslehre dar. Die direkte Verursachung erblicher Veränderungen faßte Lamarck in zwei „Naturgesetzen" zusammen:

1. „Bei jedem Tier, welches das Ziel seiner Entwicklung noch nicht überschritten hat, stärkt der häufigere und bleibende Gebrauch eines Organs dasselbe allmählich, entwickelt und vergrößert es und verleiht ihm eine Kraft, zu der die Dauer dieses Gebrauchs im Verhältnis steht; während der konstante Nichtgebrauch eines Organs dasselbe allmählich schwächer macht, verschlechtert, seine Fähigkeit fortschreitend vermindert und es endlich verschwinden läßt."
2. „Alles, was die Tiere durch den Einfluß der Verhältnisse, denen sie während langer Zeit ausgesetzt sind, und folglich durch ein Einfluß des vorherrschenden Gebrauchs oder konstanten Nichtgebrauchs eines Organs erwerben oder verlieren, wird durch die Fortpflanzung auf die Nachkommen vererbt, vorausgesetzt, daß die erworbenen Veränderungen beiden Geschlechtern oder denen, welche diese Nachkommen hervorgebracht haben, gemeinsam seien." (Lamarck, S. 121)

Entscheidend ist bei Lamarck die Annahme eines „inneren Bedürfnisses" (Cannon, S. 51f), das zur Entstehung neuer Organe führt, wenn es die Beziehungen zwischen Organismus und Umwelt erfordern.

Die von Lamarck erkannte Angepaßtheit der Organismen und ihre Veränderlichkeit verband er mit der Annahme eines „Vervollkommnungstriebes", der in der Auseinandersetzung um Darwins Selektionstheorie eine bedeutende Rolle spielte. Lamarcks Entwicklungskonzeption fand zumindest in der ersten Hälfte des 19. Jahrhunderts keinen Anklang. Die Gründe dafür sind vielschichtig und liegen teilweise auch in den gesellschaftlichen Verhältnissen. Günstling der Bourbonen war Cuvier und machte den am gleichen Nationalmuseum wirkenden Lamarck und seine Hypothese lächerlich. Das Bürgertum hatte nach dem Bündnis mit der von ihr vor der bürgerlichen Revolution bekämpften katholischen Kirche kein Interesse mehr am Entwicklungsdenken.

In der vordarwinschen Epoche des Entwicklungsdenkens wirkte auch Geoffroy de St.-Hilaire, der Antagonist Cuviers, der Einheitlichkeit des Bauplanes (Typus) verfolgte und diesen in „bewußt phylogenetischer Fassung" (Zimmermann, S. 354) in ihren Abwandlungen erkannte. Die Ursache für die Mannigfaltigkeit der Organismen sah er in den Einwirkungen der sich verändernden Umwelt auf die Tiere im Verlaufe der Jahrhunderte. Diese Einflüsse der Umwelt wurden von Geoffroy nicht vermittelnd über einen inneren Mechanismus psychischer oder mechanischer Art, sondern in direkter Wirkung der Umwelteinflüsse verstanden (Geoffroyismus). Beeinflußt durch Buffon, Lamarck und L. Oken postulierte er auch sprunghaft auftretende Veränderungen. Geoffroy griff häufig Cuviers Lehre der vier Grundbaupläne des Tierreichs an, deren Auseinandersetzungen 1830 im berühmten „Akademiestreit" ihren Höhepunkt fanden.

Mit den verschiedenen Evolutionstheorien wurde das gesammelte Material zur biotischen Evolution theoretisch verarbeitet. Die Entstehung von Neuem wurde erkannt, aber auf verschiedene Weise erklärt. Der allmählichen Entstehung des Neuen wurde der plötzliche qualitative Sprung entgegen gehalten. Die Rolle der Umwelt wurde berücksichtigt, aber ein biotischer Mechanismus der Evolution war nicht bekannt. In Wörterbüchern des 18. Jahrhunderts taucht der Begriff Entwicklung erst später auf. Nur Veränderung (Walch 1775) wird beschrieben. Mellin vermerkt den Evolutionsbegriff 1799 und Lossius (1803) konstatiert erneut nur Veränderung. Im 19. Jahrhundert taucht dann der Entwicklungsbegriff in Wörterbüchern umfassender auf:

„*Entwickelung* oder *Entfaltung* wird sowohl von Begriffen als von Dingen gebraucht. Ein Begriff wird entwickelt, wenn man sich nach und nach seines Inhalts und Umfangs, so wie seines Zusammenhangs mit andren Begriffen oder seines Verhältnisses zu ihnen, bewußt wird. Ein Ding aber entwickelt sich, wenn das, was in ihm bloß als Anlage oder Keim enthalten war, nach und nach im bestimmteren Zügen oder Formen hervortritt. So entwickelt sich der Mensch sowohl körperlich als geistig; und so auch jedes Ding in der Natur, vermöge eines ihm gebornen *Entwicklungstriebes,* den man auch einen Bildungstrieb nennen kann, weil das Ding sich eben durch seine Entwickelung bildet. Das *Gesetz der Entwickelung* geht daher durch die gesammte Natur; ja es läßt sich annehmen, daß die Natur selbst sich nach und nach aus einem uns unbekannten Zustand entwickelt habe; und daß alle besonderen Entwickelungen der Dinge nur ein fortlaufender *Entwicklungsproceß* der Natur überhaupt seien, von dem wir aber freilich wenig oder nichts verstehen" (Krug, S. 666).

Evolution wird synonym mit Entwicklung verwendet. „Evolution (von evolvere, aus- oder entwickeln) ist *Entwickelung. Evolutionstheorie* aber ist diejenige Ansicht von der Zeugung, wo man annimmt, daß alle Keime organischer Wesen, schon völlig präformiert, ursprünglich in einander eingewickelt gewesen (weshalb man auch dafür *Involutions-* oder spöttische *Einschachtelungstheorie* sagt) und nach und nach wider ausgewickelt würden, indem ein Keim aus dem anderen hervorgehe" (Ebenda S. 744). R. Eucken stellt in seiner „Geschichte der philosophischen Terminologie" fest:

„Auch Entwicklung bedurfte längerer Zeit, um siegreich durchzudringen ... In der ersten Hälfte des 18. Jahrhunderts ward „entwickeln" und „Entwicklung" namentlich von der Darlegung eines Lehrsatzes, Beweises usw. gebraucht, bis es in der zweiten Hälfte auf das reale Geschehn überging und

nun rasch allgemeinste Verbreitung fand". Er ergänzt das durch die Anmerkung: „Auch bei Evolution liege zwischen Entstehung und allgemeiner Aufnahme ein beträchtlicher Zeitraum. *Nikolaus von Cues* nimmt es technisch explicatio, Leibniz aber setzt es durch" (S. 187).

Eucken vermerkt beim Terminus „Entwicklung" eine gewisse Skepsis in der Ausformung des semantischen Inhalts des Begriffes:

„Weil wir das Organische höher stellen als das Unorganische, die Entwicklung als eine Zusammensetzung, erscheinen die Lehren als besser und richtiger, welche sich durch Ausdrücke bezeichnen, die von dort entlehnt sind. Ob aber der Begriff selber deutlich sei oder er das in der That leiste, was die Ankündigung verheisst, wird nach einmal angeregter Stimmung oft wenig untersucht; ja es kann geschehen, daß die Theorien gerade das Gegentheil von dem enthalten, was das Wort in seiner eigentlichen Bedeutung besagt" (Ebenda S. 183).

Die in einigen philosophischen Wörterbüchern gebrauchten Termini „Entwicklung" enthalten unterschiedliche, dieser nicht immer gerecht werdende Auffassungen, spiegeln aber den Stand naturwissenschaftlicher Forschung und naturphilosophischer Spekulation in eingeschränktem Maße wider. So wird das Entwicklungsdenken nach und nach ins *allgemeine* wissenschaftliche Bewußtsein getragen.

3. Evolutionsauffassungen in der Mitte des 19. Jahrhunderts

Der revolutionäre Prozeß der Umwälzung der Naturwissenschaften seit der Industrialisierung und ihrer Förderung durch das aufstrebende Bürgertum fand erst in der Mitte des 19. Jahrhunderts einen vorläufigen Abschluß. Der innere Zusammenhang der Entwicklungsprozesse in der Natur wurde vorerst nur erahnt und spekulativ erdacht. An empirischem Material aus den sich rasch entwickelnden Naturwissenschaften und ihren Spezialdisziplinen fehlte es nicht. Bis zum ersten Drittel des 19. Jahrhunderts hatte die Geologie bewiesen, daß die Erde einem ständigen Veränderungsprozeß unterworfen ist und die sie gestaltenden Kräfte heute ebenso wie in früheren Erdepochen wirken (geologischer Aktualismus). Durch die Paläontologie wurden die in verschiedenen Erdschichten gefundenen organischen Reste als Fossilien, Reste ausgestorbener Organismen, identifiziert, die in bestimmten geologischen Schichten in charakteristischer Weise wiederkehren (Leitfossilien).

Die ungeheure Formenmannigfaltigkeit der verschiedenen Lebensformen und ihre unterschiedliche Verbreitung auf der Erde wies die Tier- und Pflanzengeographie nach, ohne dafür eine ausreichende Erklärung geben zu können.

Taxonomie, vergleichende Morphologie und Embryologie hatten trotz der Verschiedenheit der Organe ihre Zusammengehörigkeit er-

kannt und in natürlichen Klassifikationssystemen unterschiedlicher Prägung geordnet, wobei das „Element der Abstammung auch das geheime Band ist, das die Naturforscher als ‚natürliches System' gesucht haben" (Darwin, C.R., S. 479). Das wurde erst von Darwin wissenschaftlich begründet. Die klassische deutsche Naturphilosophie hatte mit zahlreichen Beobachtungstatsachen, die kaum evolutionstheoretisch verarbeitet waren, den Entwicklungszusammenhang in der Natur empirisch plausibel gemacht und spekulativ ausgebaut. So gingen vom jungen Schelling zahlreiche Entwicklungsgedanken aus. Er wurde dabei von C. F. Wolffs epigenetischem Gedankengut beeinflußt und von Kielmeyers Entwicklungslehre, die mit organischen Grundkräften das Fortschreiten von der anorganischen zur organischen Natur erfaßte. Als Aufgabe der Naturphilosophie sah Schelling den ideellen Nachvollzug des Werdens in der Natur, die sich nach ihm in einem ständigen Bildungsprozeß und in geschlossenen Kreisläufen auf jeder Stufe befand:

„Die Natur wird so durch einen Kreislauf wieder zu dem Produkte zurückgekommen sein, welchen sie verlassen hatte, das Produkt wird gleichsam selbst zurückgekehrt sein und den allgemeinen Charakter seiner Entwicklungsstufe wieder angenommen haben" (Schelling, I., 3. Bd., S. 51).

Der Entwicklungsprozeß vollzieht sich nach Schellings Auffassung als eine dynamische Stufenfolge der Natur, deren Elemente im anorganischen Bereich Magnetismus, Elektrizität und chemischer Prozeß sind und in der organischen Natur Sensibilität, Irritabilität (unter Einfluß von Hallers Theorie der Irritabilität der Muskeln und Sensibilität der Nerven) sowie der Bildungstrieb (nach Blumenbachs Theorie). Die Natur durchlaufe in jedem seiner Produkte alle genannten anorganischen und organischen Stufen, wobei in jeder höheren Stufe die niedrige enthalten sein soll. Die Naturdialektik entwickelt Schelling auf transzendental-idealistischer Basis, wobei materialistische Traditionen tangiert und materialistische Denkelemente spürbar werden (Förste, S. 175ff).

Oken deutete die Identitätsphilosophie Schellings pantheistisch-materialistisch um und verläßt die transzendental-philosophischen Spekulationen zu gunsten der für die Naturforschung bedeutsamen Elemente philosophischen Denkens. Auf naturphilosophischem Gebiet gab Oken die umfassendsten entwicklungstheoretischen Darstellungen seiner Zeit. Die als stufenweise entstanden dargestellte Welt wird durch Oken von der idealistisch-vergleichenden Biologie betrachtet. Aus einer Beobachtungstatsache leitet er, nach eigener Darstellung, die Aufstellung der Wirbeltheorie des Schädels (gleichzeitig mit Goethe) ab. Die Entwicklung tritt nach Oken als selbständiger Prozeß nach Schöpfung erster Urkeime auf, wobei der Schöpfer

„Gott" als identischer Begriff wie „Absolutes" und „Nichts" zu verstehen ist.

„Es ist mithin kein Organismus erschaffen, der größer als ein infusorialer Punkt ist. Es wird kein Organismus erschaffen, und ist nie einer erschaffen worden, der nicht mikroskopisch ist. Alles Größere ist nicht erschaffen, sondern entwickelt. Der Mensch ist nicht erschaffen, sondern entwickelt" (Oken, II, S. 32).

Der von Oken verdeutlichte Übergang von der naturphilosophischen Spekulation zur empirisch naturwissenschaftlichen Forschung bringt auch Positives an Erdachtem. Die „Infusorien" als elementare Einheiten bilden das „Zellgewebe" der Pflanzen und im „Urschleim" wird das Protoplasma bereits ideel vorweggenommen.

„Oken entdeckt auf dem Gedankenweg das Protoplasma und die Zelle, aber es fällt niemand ein, die Sache naturwissenschaftlich zu verfolgen – das *Denken* soll's leisten", schrieb F. Engels in der „Dialektik der Natur" (1973 a, S. 477f).

In der Verbindung von Materialismus und Entwicklungsidee in Gestalt einer stufenförmig aufgefaßten Progression der Natur wird das Ende des sich auf dem Höhepunkt befindlichen spekulativen naturphilosophischen Denkens im Übergang zur empirischen Naturforschung deutlich.

Als genereller Trend evolutionstheoretischer Betrachtungen, der sich abzeichnenden Zustandsänderungen, Qualitätssprünge und Übergänge zeichnet sich die Annahme einmaliger Schöpfung ab, wobei in pantheistischer Weise Gott und Natur identifiziert bzw. materialisiert werden. Die weiteren Entwicklungsprozesse in der als Ganzheit aufgefaßten Natur werden als eigengesetzliche Entwicklungsprozesse verstanden. Die aus vergleichenden Betrachtungen abstrahierte Idee, im sich durch die ganze Organismenwelt projizierenden Bauplan (Typus) ist Leitmotiv der Stufenleiter der Organismen, die immer mehr „verzeitlicht" wird.

In seinen „Vestiges of the natural History of Creation" (1844) erläutert Chambers die Aufeinanderfolge der Fossilien in den geologischen Formationen, die morphologische Einheit der tierischen Organisation, rudimentäre Organe, die Ontogenie und die Modifizierbarkeit der Species. Die Anfänge der Organismen gelten Chambers als Schöpfungen, die Arten selbst hält er für veränderliche Erscheinungen.

„Die höheren Tiere erscheinen nur als Verbesserungen der niederen – als fortgeschrittene Formen desselben Wesens; dasselbe gilt auch von den Pflanzen. In Übereinstimmung mit dieser Stufenfolge der Formen steht die Aufeinanderfolge der wirklichen Tiere während der geologischen Zeiten" (Chambers, S. 160)

Die Ursachen für die Entwicklung der Organismen sieht Chambers in einem den Lebensformen innewohnenden Trieb, sich zu entwikkeln und einem anderen inhärenten Trieb, der in Verbindung mit den Lebenskräften die organischen Strukturen modifiziert in Übereinstimmung mit den äußeren Verhältnissen (S. 163f).

Trotz ähnlicher Formulierungen wie bei Lamarck lehnt er dessen Hypothese ab. Darwin schätzte den Wert der in mehreren Auflagen erschienenen Arbeit Chambers, daß „es nach meiner Meinung England große Dienst geleistet (hat), indem es die Aufmerksamkeit auf den Gegenstand lenkte, Vorurteile zerstreute und so den Boden für ähnliche Ansichten vorbereitete" (S. 9).

H. G. Bronn, der als erster Darwins „Origin of Species" ins Deutsche übersetzte (1860), stellte das Auftreten und Erlöschen der fossilen Lebewesen chronologisch mit Hilfe eines noch heute gültigen Schema dar und versuchte die Phänomene kausal zu erklären. In seinen „Untersuchungen über die Entwicklungsgesetze der organischen Welt" (1858) führte er den Ursprung der verschiedenen Arten auf das Wirken einer „Schöpfungskraft" zurück, die er aber pantheistisch als „Naturkraft" definierte. Die Tätigkeit dieser noch unbekannten „Produktionskraft" werde „durch die Natur und Veränderungen der äusseren Existenz-Bedingungen" reguliert und äußere sich in successiven Neubildungen von Arten. Diesen Vorgang hat Bronn durch ein „bauförmiges Bild des Systems" veranschaulicht. Obwohl seine Ergebnisse die richtige Erfassung der historischen Tatbestände, basierend auf paläontologischem Material anzeigen, vollzog er keine, der progressiven Zeitströmung entsprechende evolutionstheoretische Synthese. Ganz im Sinne Schellings und Hegels entwickelte A. Fr. Spring seine Grundgedanken von der Ganzheit der Natur, die nach Teilung und Vervielfachung strebt.

Aus dem Streben nach „Individualisierung mußte in der Natur der Dinge eine grenzenlose *Mannigfaltigkeit* entstehen; ... Die *Mannigfaltigkeit* in der Natur wird also durch eine *Einheit,* ... gewissermaßen wieder aufgewogen, so daß jeder Naturkörper, obgleich er keinem andern durchaus *gleich,* dennoch allen anderen mehr oder weniger *ähnlch* ist" (Spring, S. 4). In der Idee sucht Spring ähnlich naturphilosophischen Auffassungen die Verwirklichung der Natur, sie „ist mit einem Baume zu vergleichen, der seinen Stamm in Aeste, diese in Zweige, und die Zweige in Blätter ausgehen läßt. Jene Einheiten sind gleichsam Stufen, welche unmittelbar zum höchsten Einen selbst führen und die Werke der Natur zur schönen, göttlichen Harmonie, zum reinen, lebendigen System vereinigen" (S.5).

Die gestaltenden Kräfte der Entwicklungsvorgänge treten bei Spring noch in den Hintergrund, dennoch spricht er sich deutlich für die Wandelbarkeit der Arten aus.

„Die Arten sind nicht, sondern sie werden ... Was in einem früheren Weltalter und nach den Lebensmedien derselben Abart war, ist durch das Auftreten neuer Bedingungen der Abänderung in unserer Periode *Gattung* geworden" (S. 49–83).

Als einer der wenigen Biologen Anfang des 19. Jahrhunderts nennt Spring erste Kriterien für Höherentwicklung: „Individualisirung" und „Differenzirung".

Der Schelling-Schüler A. Braun, der die Metamorphosenlehre Goethes zur botanischen Morphologie ausbaute und in der die „idealistische Morphologie" ihren Höhepunkt und zugleich einen Übergang zu realhistorischen Betrachtungsweise erreichte, bekannte sich ebenfalls zur Ganzheitsauffassung der Natur und ihrer Entwicklung. „Die Einzelwesen der Natur sind Glieder in der Entwicklung der Naturreiche, denen sie angehören, und in der weitesten Fassung Glieder in der Entwicklung des ganzen Naturlebens" (Braun, 1851, S. 8). Die Durchgängigkeit und Einheit der die überall durchziehenden Einzelwesen wird durch den einheitlichen Bauplan (Typus) als Idee verwirklicht. Diese Idee äußert sich bei Braun in der Gegenüberstellung des „Typus" und der abgewandelten Metamorphose der (geheimen Verwandtschaft, S. 64).

Aus der Suche nach einem Zusammenhang in der Entwicklungsgeschichte ergibt sich für Braun die dialektische Widersprüchlichkeit von „Jugend" und „Alter", deren Lösung für ihn in einem Trend zur „Verjüngung in der Natur" liegt. In Anlehnung an den sich ontogenetisch vollziehenden Individualisierungsprozeß der Pflanzen (Keimzellen, Seitensprosse als Brutzwiebeln) werden diese Gedanken phylogenetisch zu bewußten Evolutionsvorstellungen verarbeitet. Die Art wird als sich „fortentwickelndes Ganzes, gleichsam als ein Pflanzenstock höherer Art" verstanden und das Individuum in enkaptischer Verflechtung „als Glied der Gattung (Genus), die Gattung als Glied der Familie, der Ordnung, der Klasse des Reichs ..." aufgefaßt (Braun, 1851, S. 343–346).

Die Anordnung der Pflanzen wird von Braun als evolutive Stufenfolge erfaßt und auf die ganze Natur ausgedehnt. Evolutionsursachen treten hinter phänomenologischen Beobachtungen zurück.

Der Botaniker F. Unger nimmt als typisch für die vordarwinschen Jahre nach ersten Schöpfungsperioden eine eigengesetzliche Entwicklung der Pflanzen und Artübergänge an, die eingebettet sind in die gesamten Entwicklungsvorgänge von anorganischen zu organischen Wesen (1852 b, S. 140ff).

Zunehmend werden in die evolutionstheoretischen Betrachtungen Ergebnisse der Geologie, Tier- und Pflanzengeographie (A. Braun) und Paläonotologie einbezogen.

Der Anthropologe H. Schaafhausen, der den Entwicklungsgedanken konsequent vertritt und Entwicklung als Kriterium für den Unterschied zwischen „organischen Körpern" und den „leblosen Dingen" aufführt, bildet in der Reihe der Naturforscher, die zumindest am Anfang Schöpfung der ersten, kleinsten Lebensformen annehmen bzw. nicht ausschließen, keine Ausnahme. Die Einwände gegen eine Wandelbarkeit der Arten lehnte Schaafhausen mit der Begründung ab:

„Man darf die Umwandlung der Arten nicht deshalb läugnen, weil uns recht auffallende Beispiele derselben fehlen, denn das Entstehen der Spielarten oder Varietäten ist keine Andeutung, oder vielmehr ein Anfang derselben in der kurzen Zeit unserer Beobachtungen ..., weil wir keine Umwandlung der Arten sehen, so können auch die lebenden Thiere nicht aus denen der Vorzeit hervorgegangen sein" (1853, S. 146–148).

Die geologischen und tier- und pflanzengeographischen Erkenntnisse sind Schaafhausen u.a. Beweis der Entstehung der Arten aufgrund eines Entwicklungsprozesses:

„Spricht nicht endlich die Thatsache ganz entschieden für ein allmähliches Entstehen der mannigfaltigen Arten, dass die Organismen der ältesten Schichten der Erde fast identisch sind, und dass bis zur Gegenwart die Arten im Ganzen immer zahlreicher geworden sind, wie d'Orbigny selbst für sehr einfache Thiere, die Foraminiferen, und Unger für die ganze Pflanzenwelt nachgewiesen hat ... Mit Unrecht hat man die Entwicklung es organischen Lebens von den einfachsten zu stets vollkommneren Formen deshalb läugnen wollen, weil in den ältesten Schichten neben den niedersten Typen auch die Wirbelthiere schon durch die Fische vertreten sind. Diese Thatsache ... beweist nur, dass für den einfachsten Wirbelthiertypus die Lebensbedingungen schon früh vorhanden waren ... Auch in der Entwicklungsgeschichte bildet sich das Besondere aus allgemeiner Anlage hervor ... Was für die der Forschung am meisten zugänglichen jüngsten Alter der Vorwelt gilt, hat aber auch wohl für die früheren Geltung, und dann erscheint die ganze Schöpfung als eine durch Fortpflanzung und Entwicklung zusammenhängende Reihe von Organismen" (Schaafhausen, 1853, S. 150–163).

Im Entwicklungsdenken der ersten Hälfte des 19. Jahrhunderts wird ein Überschreiten der mechanisch-metaphysischen Denkweise deutlich. Spekulativ naturphilosophisch geprägte Entwicklungsvorstellungen erscheinen charakteristisch. Die Entwicklung wird bewußt als im ganzen „Naturoganismus" waltender Mechanismus der metaphysischen Auffassung des Kosmos gegenübergestellt. Die starr verstandene Stufenleiter des 16. und 17. Jahrhunderts wird durch die „Verzeitlichung" ihrer „Sprossen" zum Nachweis für Entwicklung vom Niederen zum Höheren, vom Einfachen zum Komplizierten.

Der den ganzen „Naturorganismus" durchziehende, vom Niederen zum Höheren aufsteigende „Entwicklungsprozeß" wird panthei-

stisch eines sich in „göttlicher" Verwirklichung und auf den Menschen projizierten Planes verdeutlicht. Die prozeßgestaltenden Kräfte finden ihren Ausdruck im „Bildungstrieb", „inneren Vervollkommnungstrieb", „Progress", in Umweltveränderungen und -bedingungen u.a. Entwicklung wird als Explikation von der Naturbeobachtung zur Idee abstrahiert und als Idee eines „Typus" überall in der Natur empiristisch verfolgt.

Die seit der Mitte des 18. Jahrhunderts nachzuweisende Anreicherung des Entwicklungsbegriffs mit dialektischen Elementen erfolgt durch die Erkenntnis der Widersprüchlichkeit der Entwicklungsprozesse. In den Entwicklungsauffassungen werden erste Tendenzen des Verständnisses im Sinne von Höherentwicklung deutlich (Individualisierung, Differenzierung als deren Kriterien, vgl. Spring).

Das Entwicklungsdenken wird durch mehr oder weniger ausgeprägte finalistische Elemente, als pantheistisch interpretierte, von „Gott" auf den Menschen projizierte göttliche Vernunft, die sich durch den ganzen „Naturoganismus" als Gesetzmäßigkeit zieht, verstanden. Die gesetzmäßigen Zusammenhänge der Entwicklungsprozesse blieben noch ungeklärt. Erst Ch. Darwin führte den Evolutionsprozeß durch folgerichtige Verarbeitung des umfangreichen empirischen Materials auf gesetzmäßige Vorgänge zurück. In der natürlichen Selektion von individuell erblichen Variationen erkannte Darwin den Grundvorgang der biotischen Evolution. Das Individuum trat zugunsten einer statistischen Betrachtung größerer evolvierender Einheiten (Population, Art) zurück. Evolution wird als selbstregulierender Prozeß verstanden, wobei die Einheiten der Evolution durch die Selektion in Rückkopplung zur Umwelt nicht mehr direkt, sondern vermittelt evolvieren.

4. Empirie und Theorie

Die Veränderungen der Entwicklungsauffassungen bis zur Mitte des 19. Jahrhunderts stehen in unmittelbarer Verbindung mit dem Nachdenken der Naturforscher (Biologen) über die erkenntnistheoretischen Grundlagen und Ziele, über den Gegenstand, die Kriterien und Methoden ihrer Wissenschaft. In der Biologie erweist sich im 19. Jahrhundert das Verhältnis von Empirie und Theorie, von Resultaten der Erfahrung durch induktive Forschung und ihrer theoretischen Interpretation als besonders relevant (vgl. Hoppe, S. 106ff). Zu Beginn des 19. Jahrhunderts wurde eine neuartige Definition der Biologie durch Lamarck und G. R. Treviranus gegeben, die zu einem neuen Bewußtsein über den Gegenstand der Biologie für die nächsten Jahrzehnte führte. Aus der erkannten Kluft zwischen abiotischer und

biotischer Materie, die sich in Diskussionen um eine mechanistische bzw. vitalistische Deutung der Lebensphänomene offenbarte, wurde die Biologie neu formiert. Das „Leben" selbst wurde zum eigentlichen Gegenstand der Biologie (Treviranus) und der sich spezialisierenden Disziplinen. Mit der gemeinsamen Abstammung und Entwicklung, der Organisation und physiologischen Verhältnisse sowie der Organspezialisierung waren wesentliche Kriterien der Betrachtung der Organismen hervorgehoben (Lamarck). Der von da an benutzte Lebens- und Organismusbegriff bestimmte künftig die Betrachtungen vieler Biologen von Cuvier über Schleiden, Nägeli, Virchow bis O. Hertwig.

Das erste Drittel des 19. Jahrhunderts wurde durch die Verbindungen dieser neuen Auffassung der Biologie mit idealistischen erkenntnistheoretischen Auffassungen verbunden. Neben der spekulativen naturphilosophischen „Errichtung" einer „ideellen" Natur (Schelling, Oken) und der transzendental-metaphysischen Systembetrachtung der Natur (Kant) tendierte die biologische Forschung zu einer empirischen Richtung.

C. G. Carus forderte in Verbindung von empirischer Naturbetrachtung und spekulativer Betrachtung, daß die Naturphilosophie die Erkenntnis der Naturbetrachtung fördern und den Nachweis für den organischen Entwicklungsprozeß inspirieren soll. Darin wird ein Übergang von der Anhäufung von Einzelbeobachtungen zur naturphilosophischen Verallgemeinerung deutlich, die in einer einheitlichen Naturbetrachtung unter Einbeziehung des durch Kant (1786) vertretenen Systemgedankens der Natur kulminierte. Die Richtung der „philosophischen Naturgeschichte" bediente sich vor allem der vergleichenden Methode, die von Goethe hervorragend repräsentiert wurde. Da der Mensch nach wie vor im Mittelpunkt der Welt- und damit auch der Naturbetrachtung stand, war es auch Ziel des sich auswoltenden „einheitlichen Organisationsplanes" der Natur, den Menschen als Finalprodukt der „harmonischen Entfaltung von Vernunftgesetzen und Naturbildungen" zu demonstrieren und die Strukturen seiner biotischen Organisation durch das Tier- und Pflanzenreich bis zu ihm zu verfolgen.

In der unter dem Einfluß der spekulativen Naturphilosophie stehenden Biologie des ersten Drittels des 19. Jahrhunderts lassen sich einige spezielle Methoden charakterisieren: die induktiv vergleichende; die synthetische Betrachtung, deren Gegenstand die historische Methode ist und die „genetische Methode" (C. G. Carus), die sich auf die dynamische Naturauffassung gründete und der einheitlichen Darstellung und Deutung der Entwicklungsgeschichte nach einheitlichen „Entwicklungsgesetzen" diente.

In Ablehnung idealistischer Naturdeutungen wurden gegenüber dem empiristischen Sammeln die Aufstellung von Gesetzmäßigkeiten und Theorien gefordert. Neben der teleologischen Betrachtungsweise der organischen Natur wurde die Kausalität (das Gesetz) der Erscheinungen nunmehr zum modernen Prinzip bei der Aufklärung der Ursache-Wirkungs-Beziehungen. Dabei ging es darum, wie in der Physik wesentliche Anfangsursachen für die untersuchten Endanalysen zu finden, um Gesetze biotischer Evolution zu entdecken. Zur Ermittlung der materiellen Determination der Lebenserscheinungen diente das physiologische Experiment, das zumindest in der Physiologie zum entscheidenden „Gewißheits"-Kriterium analog den Entwicklungen in Physik und Chemie zu „exakten" Wissenschaften wurde. Arbeitshypothesen, hypothetische Sätze, Systeme und Theorien wurden zu einem wesentlichen Forschungsinstrument und bildeten den Anfang eines modernen Wissenschaftsverständnisses. Auch eine empiristische Strömung, die ihre Erkenntnisse allein aus der Erfahrung ableitete, wurde der idealistischen gegenübergestellt.

In den 50er Jahren des 19. Jahrhunderts war trotz der Herkunft von unterschiedlichen Methodenauffassungen, klar, daß das Sammeln empirischen Materials ebenso wie die deduktive Spekulation in der Naturforschung allein nicht ausreiche, sondern eine Verbindung von Induktion und Deduktion erstrebenswert war (z.B. Schwann, Schleiden, Nägeli) (vgl. Hoppe, S. 167f). „Was durch Beobachtung und Experiment erlangt ist, führt, auf Analogien und Induction gegründet zu Erkenntnis empirischer Gesetze" (Humboldt, A., S. 66f).

Aus der sich zur modernen Gesetzesforschung entwickelnden Biologie, die spekulative Deduktionen naturphilosophischer Art immer mehr in den Hintergrund drängte und experimentelle Daten als „Gewißheits"-kriterien forderte, resultiert auch z.T. eine gewisse Ablehnung des Entwicklungsdenkens, dessen Überprüfung bis zu Darwins Hervorhebung biotischen meßbaren Entwicklungskriterien kaum möglich war.

5. Konsequenzen

Erstens: Das Entwicklungsdenken in der Biologie wandelte sich bis zur Mitte des 19. Jahrhunderts aus der Präformationstheorie und dem Occasionalismus als (spontanes oder bewußtes) Eindringen in das dialektische Wesen der natürlichen Entwicklung. Das ist ein Ausdruck für den objektiven Zwang zur Dialektik. Entwicklungsdenken anerkennt qualitative Veränderungen der Natur, die Entstehung des Neuen. Es bildete sich im 19. Jahrhundert in verschiedener Hinsicht heraus: Einheit von Progression, Stagnation und Regression; Komplexität und Kompliziertheit von Entwicklungslinien; Einwirkungen der Umwelt auf den Organismus.

Darwin schloß diese Periode des Entwicklungsdenkens durch seine auf Variation und Selektion basierende Erklärung des Entstehens der Arten ab, indem erste Evolutionsfaktoren zur kausalen Deutung herangezogen wurden. Die wissenschaftlich exakte Interpretation der Variabilität, als phänomenologischer Teil der Darwinschen Theorie, vollzog sich mit den Einsichten in andere Elementarmechanismen der Vererbung als Grundlage der Evolution erst später.

Zweitens: Die Darwinsche Theorie hatte ein umfangreiches evolutionstheoretisches Vorfeld, in dem wesentliche Beiträge zum Entwicklungsdenken mit Evolutionstheorien erarbeitet wurden. Die Genese des Entwicklungsdenkens vollzieht sich dabei selbst dialektisch. Unterschiede und Gegensätze objektiver Entwicklung werden erkannt und teilweise verabsolutiert. Die Einsicht, daß die Natur qualitative und quantitative Veränderungen im Rahmen einer Grundqualität durch die Existenz gegensätzlicher Tendenzen vollzieht, was zum Entstehen anderer, neuer und höherer Qualitäten führt, setzt sich in einem komplizierten Erkenntnisprozeß durch. Darwins Leistung war ein wesentlicher Schritt in diesem Prozeß.

Drittens: Das Entwicklungsdenken kann nicht nur die genetischen Zusammenhänge zwischen Ausgangs- und Endqualität erfassen, es muß auch die Entwicklung der Entwicklungsmechanismen berücksichtigen.

Viertens: In der Mitte des 19. Jahrhunderts treffen sich verschiedene Tendenzen in der Geschichte des Denkens zum Durchbruch von Evolutionstheorien: das in Evolutionstheorien verarbeitete empirische Material; die spekulative Naturphilosophie mit ihren Entwicklungstheorien; das Suchen nach wesentlichen Anfangsursachen für Entwicklungen im biotischen Bereich und die Einsicht in die Unausweichlichkeit gesellschaftlicher Veränderungen. Wissenschaftsgeschichtlich ist so eine wesentliche Beziehung zu einer philosophischen Entwicklungstheorie vorhanden.

Literaturverzeichnis

Baer, K. E. v., Zwei Worte über den jetzigen Zustand der Naturgeschichte. Zwei Vorträge bei Gelegenheit der Errichtung eines zool. Museums zu Königsberg, Königsberg 1821.

Bölsche, W., Entwicklungsgeschichte der Natur, Bd. I, Neudamm o.J.

Braun, A., Betrachtungen über die Erscheinung der Verjüngung in der Natur, insbesondere in der Lebens- und Bildungsgeschichte der Pflanzen, Leipzig 1851.

—, Das Individuum der Pflanze in seinem Verhältnis zur Species, Berlin 1853.

Bronn, H.G., Untersuchungen über die Entwicklungsgesetze der organischen Welt während der Bildungs-Zeit unserer Erd-Oberfläche. Eine von der französischen Akademie im Jahre 1857 gekrönte Preisschrift, Stuttgart 1858.
Cannon, H.G., Lamarck and Modern Genetics, Manchester 1959.
Carus, C.G., Grundzüge allgemeiner Naturbetrachtung, in: Gesammelte Schriften, Bd. II, Berlin 1938.
Chambers, R., Vestiges of the natural History of Creation, London 1844, dt. Ausg. v. C. Vogt, Braunschweig 1851.
Darwin, C.R., Die Entstehung der Arten durch natürliche Zuchtwahl, Berlin 1980.
Darwin, E., Zoonomia, London 1794, dt. Ausg. Hannover 1795/99; Phytologia, London 1800.
Engels, F., Dialektik der Natur, in: Marx/Engels/Werke (MEW), Bd. 20, Berlin 1973 a.
–, Herrn Eugen Dührings Umwälzung der Wissenschaft (Anti-Dühring), in: Marx/Engels/Werke (MEW), Bd. 20, Berlin 1973 b.
Eucken, R., Geschichte der philosophischen Terminologie, Leipzig 1879, Repr. Hildesheim 1960.
Förster, W., Die Entwicklungsidee in der deutschen Naturphilosophie am Ausgang des 18. und zu Beginn des 19. Jahrhunderts, in: Veränderung und Entwicklung, hrsg. v. G. Stiehler, Berlin 1974.
Haeckel, E., Der Kampf um den Entwicklungsgedanken. Drei Vorträge, geh. am 14., 16. u. 19. April 1905 im Saale der Sing-Akademie zu Berlin, Berlin 1905.
Hagberg, K., Karl Linnaeus, übers. v. Dohrenburg, Hamburg 1940. Historisches Handwörterbuch der Philosophie, Hrsg. J. Ritter, Bd. II, Basel/Stuttgart 1972, Stichwort: Entwicklung von G. Mühle.
Hegel, G.W.F., Encyclopädie der philosophischen Wissenschaften im Grundrisse, hrsg. v. J. Hoffmeister, Leipzig 1949.
Hegel, G.W.F., Die Vernunft in der Geschichte, Berlin 1966.
Hoppe, B., Umbildungen der Forschung in der Biologie im 19. Jahrhundert, in: Studien zur Wissenschaftstheorie *12*, 1977, Meisenhein am Glan, S. 104–188.
Hörz, H., Der dialektische Determinismus in Natur und Gesellschaft, Berlin 1971.
–, Marxistische Philosophie und Naturwissenschaften, Köln 1974.
–, Mensch contra Materie? Berlin 1976.
–, Zufall als philosophisches Problem, Berlin 1980.
Humboldt, A. v., Kosmos. Entwurf einer physischen Weltbeschreibung, Bd. I, Stuttgart/Tübingen 1845.
Jacob, F., Die Logik des Lebenden, Frankfurt/Main 1972.
Kauf, I., Allgemeine Naturgeschichte und Theorie des Himmels, Berlin 1955
Kohlbrugge, J.H.F., War Darwin ein originelles Genie?, in: Biol. Centralblatt *35* (1915), S. 93.
Krug, W.T. (Hrsg.), Allgemeines Handwörterbuch der philosophischen Wissenschaften, nebst ihrer Literatur und Geschichte, Leipzig 1827.
Lamarck, J.B., Zoologische Philosophie, übers. v. A. Lang, Leipzig o.J.
Lossius, J.Ch., Neues philosophisches allgemeines Reallexikon oder Wörterbuch der gesammten philosophischen Wissenschaften, Bd. II, Erfurt 1803
Löther, R., Grundlinien der Geschichte der Abstammungslehre, in: Beiträge zur Genetik und Abstammungslehre, hrsg. v. Böhme/Hagemann/Löther, Berlin 1976, S. 299–325.
Lukrez, Über die Natur der Dinge (Ausg. J. Martin), Berlin 1972.

Mann, G. (Hrsg.), Biologismus im 19. Jahrhundert, in: Studien zur Medizingeschichte d. 19. Jahrhunderts, Bd. 5 Stuttgart 1973.
Mayr, E., Artbegriff und Evolution, Hamburg u. Berlin 1967.
Mellin, G.S.A., Encyklopädisches Wörterbuch der kritischen Philosophie, Jena/Leipzig 1779.
Müller, J., Handbuch der Physiologie des Menschen, Bd. I 1834, Bd. II 1837–40, Koblenz.
Nägeli, C.W., Systematische Uebersicht der Erscheinungen im Pflanzenreich, Academ. Vortr. v. 14. März 1853 Freiburg i.Br. 1853.
Nestle, W., Vom Mythos zum Logos, Stuttgart 1940.
Nordenskiöld, E., Die Geschichte der Biologie, dt. v. G. Schneider, Jena 1926.
Oken, L., Lehrbuch der Naturphilosophie 3 Bde., Jena 1809/11.
Schaafhausen, H., Ueber die Beständigkeit und Umwandlung der Arten, in: Verhandlung d. naturhist. Vereins d. pr. Rheinlande u. Westf., X, Bonn 1853.
–, Anthropologische Studien, Bonn 1885.
Schelling, F.W.J., Werke, I. Abt. 1856ff. Stuttgart.
Schmidt, H., Geschichte der Entwicklungslehre, Leipzig 1918.
Seidlitz, G., Die Darwinsche Theorie. Elf Vorlesungen über die Entstehung der Thiere und Pflanzen durch Naturzüchtung, Dorpat 1871.
Sengbusch, K., Carl von Linnè und die geschichtliche Bedeutung seines Konstanzprinzips, in: Der Falke, *25* (1978), S. 147–154, Leipzig/Jena/Berlin.
Spencer, H., The Development Hypothesis, in: Essays: Scientific, Political a. Speculative, Vol. I, London/Edinburgh 1891.
Spring, A.Fr., Ueber die naturhistorischen Begriffe von Gattung Art und Abart und über die Ursachen der Abartungen in den organischen Reichen. Eine Preisschrift, Leipzig 1838.
Treviranus, G.R., Biologie oder Philosophie der lebenden Natur, 6 Bde., Göttingen 1802–1822.
Unger, F., Versuch einer Geschichte der Pflanzenwelt, Wien 1852a.
–, Botanische Briefe, Wien 1852b.
Walch, J.G., Philosophisches Lexikon, Leipzig 1775.
Wolff, C.F., Theoria Generationis, Ostw. Klass. d. exakt. Wiss. (Bd. 85), übers. u. hrsg. v. V.P. Samassa, Leipzig 1896.
Zimmermann, W., Evolution. Die Geschichte ihrer Probleme und Erkenntnisse, (Orbis Academ.), Freiburg/München 1953.

Erika Hickel

Die industrielle Arzneimittelforschung am Ende des 19. Jahrhunderts und die Durchsetzung einer reduktionistischen Biologie

Selbst wer davon überzeugt ist, daß naturwissenschaftliche Forschungsergebnisse, die sogenannten „Tatsachen", erst im Rahmen sozialer Prozesse entstehen und auch von diesen geprägt werden, wird es schwierig finden, diesen Zusammenhang überzeugend aufzuweisen. Besonders die Naturwissenschaftler selber, die durchweg von der inneren Logik des naturwissenschaftlichen Erkenntnisprozesses überzeugt zu sein behaupten, können ihn schwerlich anerkennen. Denn nicht immer ist dieser Zusammenhang so deutlich wie etwa bei Charles Darwin (1859), der die kapitalistische Lebensweisheit des ‚survival of the fittest' auf die Interpretation der lebenden Natur übertrug und so zu seiner Selektionstheorie der Evolution kam. In vielen anderen behaupteten Fällen bleiben derartige Analogien im bloß Denkbaren stecken, manchmal kann man sie wahrscheinlich machen[1], sehr selten aber nur gelingt es[2], die Kanäle aufzuzeigen und die Wege nachzuweisen, über die gesellschaftliche Entwicklungen und Interessen prägend auf die Theorien und Gesetze der Naturwissenschaften einwirken.

Erfolge lassen sich hier noch am ehesten erzielen, wenn man in der Geschichte die Übertragung von Theorien der Soziallehre auf solche der Naturlehre verfolgt, wie beim oben zitierten Beispiel Darwin geschehen. Man läuft dabei aber Gefahr, in herkömmlicher Weise Naturwissenschaftsgeschichte als Ideengeschichte zu betreiben und die materielle Basis Beider – sowohl der sozialen wie der naturwissenschaftlichen Theorien – aus dem Auge zu verlieren. Insbesondere die möglicherweise zugrundeliegenden Bedingungen der Warenproduktion wurden bisher nur sehr selten in ihrer Verbindung mit der naturwissenschaftlichen Erkenntnisgewinnung beschrieben[3]. Dies soll im Folgenden am Beispiel der industriellen Arzneimittelproduktion des ausgehenden 19. Jahrhunderts in Deutschland geschehen; und es soll aufgezeigt werden, wie sehr sie das biologische Denken zur Zeit der Jahrhundertwende mitgeprägt hat.

Von den vermutlich zahlreichen Fällen, in denen der Umgang mit Arzneimitteln die Entwicklung naturwissenschaftlicher Anschauungen und Forschungen gelenkt hat, wurden bisher zwei historiographisch untersucht[4]. Sie beziehen sich allerdings auf die frühe Neuzeit und den damals stattfindenen Übergang vom Gebrauch natürlicher oder höchstens „präparierter"[5] zu künstlichen, damals „chemisch" genannten Arzneistoffen[6], deren überraschende Wirksamkeit neuartige Erklärungen der Lebensvorgänge und damit die Neubegründung physiologischer Vorstellungen provozierte (z.B. Jatrochemie, Gehirnphysiologie).

Demgegenüber werden hier die Jahre 1870–1905 und damit eine Zeitepoche untersucht, in der die Physiologie bereits eine ausgereifte Naturwissenschaft war. Ihr institutioneller Schwerpunkt lag damals an den medizinischen Fakultäten deutscher Universitäten[7]. In dieser Zeit erlebte die Arzneimittelproduktion in Deutschland eine entscheidende Wende: Die chemische „Groß"-Industrie, Ende der 1860er Jahre aus älteren Vorläufern aufgrund der Anilinfarbenherstellung entstanden[8], in den Gründerjahren nach 1872 stark expandierend und seitdem der fortgeschrittenste Industriezweig im Deutschen Reich überhaupt, wandte sich der Produktion der mit Hilfe der neuen Methoden der organisch-synthetischen Chemie hergestellten „synthetischen" Arzneimittel zu. Sie sollten in der Folgezeit den Arzneischatz revolutionieren. Physiologische Forschung und chemische Industrie standen dabei keineswegs unvermittelt nebeneinander: Die Vermittlung übernahmen die Wissenschaftler der organisch-synthetischen Chemie einerseits[9], die Pharmakologen andererseits[10], beides Angehörige von naturwissenschaftlichen bzw. medizinischen Disziplinen, die in den 1860er Jahren zur „Reife" gelangt waren[11]. Durch ihre Tätigkeit – so die hier vertretene These – wurden die Bedürfnisse der neuen Industrie in die theoretische Biologie, vor allem in die Physiologie, übertragen und verhalfen dort der bereits vorhandenen, aber noch keineswegs herrschenden reduktionistischen Grundhaltung zum Durchbruch.

Der Gegensatz von ganzheitlicher (holistischer) und physikalisch-chemisch reduktionistischer Biologie beherrschte die Auseinandersetzungen in den Wissenschaften vom Leben spätestens seit den „Uhrwerk"-Modellen des 17. und der Naturphilosophie des späten 18. Jahrhunderts. Im hier untersuchten Zeitraum kulminierte er in den Auseinandersetzungen zwischen den Biologen Hans Driesch und Wilhelm Roux, die kürzlich Gegenstand einer dialektisch-historischen Bearbeitung waren[12]. In der Physiologie war, trotz der starken Stellung des physikalischen Reduktionismus nach 1848 gerade in Deutschland[13], um die Jahrhundertwende die Auseinandersetzung noch offen: Ràdl zum Beispiel beschreibt 1909[14], wie der Darwinismus und die neuentstehende Bakteriologie die Rückführung der Lebens- auf physikalisch-chemisch meßbare Vorgänge als ungenügend erscheinen ließen.[15] Wenn trotzdem die physiologische Forschung des 20. Jahrhunderts besonders in Deutschland von physikalisch-chemischen Methoden beherrscht worden ist, so geschah

das aufgrund von Einflüssen, die gerade damals – kurz vor 1900 – zu wirken begannen. Einer davon war die großindustrielle Arzneimittelproduktion.

Charakteristisch hierfür[16] waren die synthetischen Arzneistoffe, die aus in der Natur nicht vorkommenden und als Arzneien nicht brauchbaren Ausgangsprodukten neuerdings hergestellt wurden. Letztere fielen gewöhnlich bei der Anilinfarbenforschung und -produktion ohnehin an, wie etwa Phenol, Anilin und Phenylhydrazin. Diese an alchemistische Zauberei erinnernde Umwandlung wertloser in wertvolle Stoffe war nur durch das Zusammenwirken mehrerer historischer Faktoren möglich geworden. Einer davon war die ausgerechnet von den Naturphilosophen der Romantik durchgesetzte Überzeugung, daß „natürliche" und „künstliche" Arzneimittel prinzipiell gleichwertig seien[17], eine andere die parallel zur chemischen Forschung im 19. Jahrhundert entwickelte Theorie, daß die chemische Konstitution[18] einer Substanz in bestimmter Relation zu ihrer pharmakologischen Wirkung stehe[19]. Eine paradigmatische Rolle spielte hierbei die Einführung des Chloralhydrats, des ersten synthetischen Schlaf- (und damit Opium-Ersatz)-Mittels im Jahre 1867, dessen Wirkung man aus seiner chemischen Ähnlichkeit mit dem Narkosemittel Chloroform vorhergesagt hatte. Obwohl diese Vorhersage sich auf eine später als falsch erkannte Hypothese über die Zersetzungswege des Chloralhydrats im Organismus stützte, leitete dieses Arzneimittel eine wesentliche historische Entwicklung ein: Hier wurde erstmals die Theorie von der Begründung der pharmakologischen Wirkung in der chemischen Konstitution mit großem Erfolg für die Einführung eines neuen Arzneimittels verwendet. Bei dem breiten Versuch, als Schlafmittel nützliche chemische Derivate des Chloralhydrats zu finden, nahm in den folgenden Jahren *„die Zusammenarbeit von Chemikern und Pharmakologen zwecks Erforschung neuer, wirksamerer Medikamente ihren Anfang"*[20].

Während beim Chloralhydrat die chemische Industrie noch keine entscheidende Rolle spielte, lag der Vertrieb der weiteren, nun rasch folgenden organischen Synthetica ganz in ihrer Hand. Die wichtigsten frühen Etappen waren[21] (vgl. auch Tafel I):

ab 1873 Salicylsäure-Verbindungen als Fiebermittel.
Hier treten erstmals einige später charakteristische Tendenzen zutage: Synthese des Arzneistoffs nach natürlichen Vorbildern (in diesem Falle dem Wirkstoff des volksmedizinisch gebrauchten Fiebermittels Weidenrinde); wirtschaftliche Ausnützung einer im wissenschaftlichen Laboratorium gefundenen organischen Synthese (hier: Salicylsäure aus Phenol nach H. Kolbe, Leipzig, 1860); pharmakologisch-klinische Untersuchung des neuen Stoffes (hier: durch Buss[22]); enge Zusammenarbeit eines Universitätsprofessors der

Chemie (Kolbe) mit der chemischen Industrie (zuerst Schering, dann Heyden); Patentstreit wegen des lukrativen Arzneimittels zwischen den beiden beteiligten Firmen[23];

ab 1882 Chinolin-Imitationen als Fieber- und Schmerzmittel.
Sie entsprangen dem Versuch, das einzige stark wirksame Fiebermittel der Zeit, das aus der Chinarinde gewonnene Alkaloid[24] Chinin, zu imitieren, ein Versuch, der unternommen wurde, obwohl man die Konstitution des Chinin-Moleküls nicht kannte, sondern lediglich die eines seiner Zersetzungsprodukte, des Chinolins. Auf dessen dem Chinin vergleichbare Wirkung wurde 1881 hingewiesen[25], kurz nachdem durch die Chinolinsynthese von Skraup die synthetische Darstellung möglich geworden war (1880). Das als „Kairin" von der Firma Hoechst in den Handel gebrachte Chinolinderivat erwies sich bald als zu giftig. Unter Verwendung neuer, in der Farbenchemie üblicher Reagentien (Phenylhydrazin und Acetessigester) führten weitere Syntheseversuche zu Präparaten wie Antipyrin(R) und Pyramidon(R), die zwar wider ursprünglicher Erwartung nicht dem Chinolin-Molekül ähnelten, aber für viele Jahrzehnte den Markt für Fieber- und Schmerzmittel beherrschten.

1886 Antifebrin(R) als Fiebermittel.
Der Stoff ist chemisch reines Acetanilid, die Verbindung von Essigsäure und Anilin, die damals schon lange bekannt war. Durch eine Verwechslung, also rein zufällig, gelangte sie in die klinische Erprobung, wo sie sich als wirksam erwies, was die Firma Kalle, Biebrich, umgehend zur Produktion als Arzneimittel veranlaßte. Antifebrin repräsentierte den Erfolg der engen Zusammenarbeit zwischen Klinikern und Industriechemikern. Die Entdeckung seiner „antifebrilen Wirkung" besaß, nach Auffassung eines führenden Pharmakologen, „hohes wissenschaftliches Interesse, weil sich hierdurch die Aussicht eröffnete, Beziehungen zwischen chemischer Constitution und physiologischer Wirkung festzustellen und ähnliche, möglicherweise noch besser wirkende Fiebermittel aufzufinden"[26];

ab 1886 Urethane und Sulfone als Schlafmittel.
Sie waren große Erfolge der Firma Bayer, Elberfeld, und gaben den Anstoß für die systematische Erforschung der Wirkungsänderungen, die eintreten, wenn das ursprüngliche Urethan- bzw. Sulfon-Molekül schrittweise auf synthetischem Wege durch Variation einzelner Atomgruppierungen verändert wird. Das wohl bekannteste synthetische Schlafmittel, das Veronal(R), resultierte 1903 aus derartigen Versuchen.

1887 Phenacetin(R) als Schmerzmittel.
Es ist das erste Beispiel für den Erfolg industrieller Forschungsplanung: Die Firma Bayer sorgte damals gezielt für die Ausbildung von Mitarbeitern, die dadurch instandgesetzt wurden, aus einem lästigen Abfallprodukt der Farbenherstellung ein äußerst gewinnbringendes Schmerzmittel zu synthetisieren und auf den Markt zu bringen.

1890 Anaesthesin(R) als Lokalanästhetikum.
Dieses Mittel leitete eine systematische Forschung bezüglich des Verhältnisses von chemischer Konstitution zu pharmakologischer Wirkung bei der Äther- und Chloroform-Narkose einerseits und der lokalanästhetischen Wirkung[27] der Cocain-Derivate andererseits ein, die 1905 zum Beispiel das viel gebrauchte Novocain(R) hervorbrachte.

Tafel I

Chemisch-synthetische Arzneimittel 1870–1905 (Auswahl)

	Antipyretica u. Analgetica (Fieber- u. Schmerzmittel)			Hyponotica Schlafmittel				Lokal- Anaesthetica (lokale Betäubgsmittel)
	Phenol- u. Anilin-Abkömmlinge	Chinolin-Imitationen	Salicyl-säure-Abkömmlinge	Alkohole u. Chloral-Abkömmlinge	Sulfone	Urethane, Carbamid-, Barbitursre.-Abk.		Cocain-Abkömmlinge u. -Imitationen
1869	(Anilin)			Chloralhydrat				
1875		Chinolin	Salicylate					
1881		Kairin						
1882		*Antipyrin*						
1884			Salol	Paraldehyd				
1886	Antifebrin							
1887	*Phenacetin*							
1888				Butylchloral		Urethan		
1889				Chloralamid	*Sulfonal*			
1890					Trional			
1891	Phenocoll				Tetronal			
1892				Amylenhydrat				
1893		Antithermin				Hedonal		
1894	Neurodin, Thermodin	Tolypyrin				Euphorin		*Anästhesin*
1895	Lactophenin							
1896	Apresolin							Norcocain
1897		*Pyramidon*						
1899						Neuronal		Eucain A u. B.
1900			*Aspirin*			*Veronal*		Tropacocain, Orthoform
1903				Ispral		Bromural, Proponal		Nirvanin
1905	Saliphen							Novocain

Die hier namentlich erwähnten Arzneimittel sind nur die ‚Spitze eines Eisbergs', nämlich die ökonomisch erfolgreichsten und marktbeherrschenden Produkte unter einer großen Serie von synthetisch hergestellten und pharmakologisch-klinisch geprüften Chemikalien. Der Eifer, mit dem in jenen Jahren versucht wurde, immer neue Varianten von Analgetica, Antipyretica, Hypnotica und Lokal-Anaesthetica herzustellen, ist nur verständlich, wenn man sich ein Bild von der Dynamik der dahinterstehenden chemischen Industrie macht[28].

Das Jahr 1884 hatte für die Farbenfabriken eine tiefe Krise gebracht; die Farbenproduktion garantierte plötzlich nicht mehr die erwarteten Gewinne, so daß es damals hieß: „Wissenschaftlicher Drang und Not treibt die Chemiker, Jagd auf neue Erfindungen zu machen"[29]. Wie sehr die Betriebsleitung in diesem Augenblick auf den neuen Produktionszweig der Arzneimittel setzte, für die sich soeben infolge der Bismarck'schen Krankenversicherungsgesetzgebung die Aussicht auf Absatzmärkte auftat, zeigt ein Schreiben der Firma Hoechst vom 12. Juli 1884 an das Kaiserliche Reichs-Gesundheitsamt[30], das damit zwar nicht zum ersten Male mit den Methoden der Industrielobby konfrontiert wurde[31], wohl aber mit den Hoffnungen, die man in die neuen organisch-synthetischen Arzneimittel setzte. Die ‚Farbwerke vormals Meister Lucius und Brüning, Hoechst' schrieben in einem Brief, der vom kaufmännischen Vorstandsmitglied A. de Ridder unterzeichnet war[32]:

„Mit der fabrikmäßigen Herstellung neuer Arzneimittel beschäftigt, glauben wir dem Reichsgesundheitsamt in vertrauensvollster Weise die offene Darlegung der uns hierbei leitenden Ideen und die Erörterung der von uns anzustrebenden Ziele unterbreiten zu dürfen. ... Es möge demnach gestattet sein, im Folgenden in Kürze ein möglichst klares Bild unserer Bestrebungen vorzulegen.

Seit wenigen Jahren beschäftigen sich die Chemiker in größerer Zahl und auf ganz anderer Basis als vorher mit der Erforschung der Constitution der Pflanzenalkaloide. Denn erst seit kurzer Zeit ist für derartige Forschungen eine festere Grundlage gewonnen worden in der Erkenntniß [!], daß die wichtigsten (voraussichtlich alle) Pflanzenalkaloide (Chinin, Morphin, Atropin etc.)[33] Abkömmlinge einer längst bekannten Gattung von Basen sind[34], die man als Pyridin- und Chinolinbasen bezeichnet. Es war dementsprechend die Synthese von Alkaloiden aus diesen Basen zu erwarten. In der That sind jetzt schon derartige Synthesen gelungen. So wurde z.B. ein in verschiedenen Pfefferarten vorkommendes Alkaloid, das Piperidin aus Pyridin auf künstlichem Wege dargestellt[35].

Bei der großen Zahl tüchtiger Chemiker, die sich augenblicklich mit diesem Gegenstande beschäftigen, ist es kaum zweifelhaft, daß in wenigen Jahren die am einfachsten zusammengesetzten Pflanzenalkaloide auf synthetischem Wege aus den billigen basischen Bestandtheilen des Steinkohlentheeres oder des Knochenoeles gewonnen werden[36].

Mit der Gewißheit, daß dermaleinst die wenigen medicinisch wichtigen Pflanzenalkaloide künstlich dargestellt werden können, da wir wissen, daß dieselben einfachere oder complicirtere Bestandtheile der Pyridin- resp. Chinolinbasen sind, ist auch die Wahrscheinlichkeit gegeben, unter den schon jetzt bekannten oder leicht erhältlichen Pyridin- oder Chinolinkoerpern, deren Zahl eine außerordentlich große ist, bei systematischem Absuchen solche aufzufinden, die ähnlich oder geradeso wirken, wie manche Pflanzenalkaloide, wie Chinin oder Morphin u.a. Ja wir dürfen sogar noch viel mehr hoffen. Die letztgenannten Alkaloide sind Arzneimittel mit oft recht unangenehmen Nebenwirkungen. Sie verdanken ihre vielfache Anwendung weniger ihren eigenen Vorzügen, als vielmehr dem Mangel an etwas Besserem. Ein Zufall war die Entdeckung ihrer Eigenschaften. Ueber die Natur dieser Basen wußte der Chemiker bis vor Kurzem gar Nichts. Heute liegt die Sache ganz anders. Heute ist es denkbar, von bestimmten Voraussetzungen und Analogien ausgehend, Pyridin- resp. Chinolinbasen zu construiren mit der physiologischen Wirksamkeit der Pflanzenalkaloide ohne deren giftige Eigenschaften. Warum soll uns gerade der Chinabaum das beste Fiebermittel liefern? Gibt es nicht hundert künstlich darstellbare Körper, die dem Chinin in ihren Eigenschaften und dementsprechend in ihrer chemischen Constitution schon sehr nahe stehen? Sollte nicht einer unter ihnen brauchbarer, weniger giftig als Chinin sein?

Das nächste materielle Interesse an der Begründung dieser Ideen hat natürlich unsere Steinkohlentheer-Industrie. Sollte es dieser, welche in Deutschland mächtiger ist, als in irgend einem anderen Lande, welcher intellectuelle und materielle Macht genug zur Seite steht, nicht gelingen, allmählich eine Emancipation von der Chinarinde und von vielen anderen ausländischen Rohprodukten (analog wie beim Alizarin)[37] durchzuführen und solche neue Steinkohlentheerproducte für Deutschland zu monopolisiren?

In der That hat auch diese Industrie bereits des neuen Gebietes mit Erfolg sich bemächtigt. Es ist das keines der geringsten Verdienste, eines der würdigsten Vertreter der deutschen Industrie, des kürzlich verstorbenen Herrn Dr. von Brüning[38].

Kaum hatte Herr Dr. Otto Fischer in München einen Chinolinabkoemmling entdeckt, der in seiner chemischen Constitution manche Analogien zeigte mit dem Chinin[39] und stark temperaturherabsetzende Wirkung besaß bei hochgradigem Fieber, wie Professor Filehne in Erlangen nachwies[40], da beschäftigte man sich sofort nach Erlangung der betreffenden Patente[41] auf den Farbwerken vorm. Meister Lucius & Brüning in Hoechst a/M mit der technischen Darstellung dieses, Kairin genannten, Körpers. Zum ersten Male wurde ein nicht auf dem Wege der gröbsten Empirie gefundenes Arzneimittel von einer Fabrik der Theerfarbenbranche aufgenommen.

Man hat die Wirkungsweise dieses Körpers, seiner besonderen chemischen Constitution wegen, vermuthet, und diese Vermuthung wurde durch das Experiment bestätigt. Die Pharmakologie steht hier einer neuen Forschungsmethode gegenüber, mit der sie allmählich rechnen muß. Es werden nicht mehr beliebige Körper aus der großen Masse auf gut Glück herausgenommen und auf physiologische Wirksamkeit nach allen Seiten geprüft, sondern ganz bestimmte Körper, aus verschiedenen Körperklassen herausgesucht, mit einer, wie der Chemiker sagt, bestimmten Atom-Gruppirung, werden auf eine bestimmte, vorher erwartete, physiologische Wirkung untersucht.

Mit anderen Worten, der Chemiker ist jetzt im Stande den Pharmakologen insofern zu unterstützen, als er durch Erzeugung einer bestimmten Atomgruppirung auch die Ursache einer bestimmten physiologischen Wirkung schaffen kann. Hierfür liegt eine ziemliche Anzahl experimenteller Beweise vor und zwar wesentlich in der Richtung der Chinin- und Atropinwirkung.

Wir betonen gerade diese hier angedeutete Methode der Forschung um so mehr, als die Möglichkeit ihrer Anwendung erst für uns die Ursache der Aufnahme des Kairins gewesen ist. Ueber das Kairin selber haben sich in der Folge viele hervorragende Ärzte ausgesprochen, bekanntlich meist in günstigem Sinne[42], keiner hat die von Filehne entdeckte physiologische Wirkung des Körpers nicht bestätigt gefunden. Daß die letztere zu kurz dauert, daß unter Umständen Schüttelfrost auftritt beim Wiederansteigen der Temperatur, sind Uebelstände, welche die Anwendung dieses Körpers trotz vieler Vorzüge deßelben sicher beschränken. Es wäre aber wohl auch wunderbar gewesen, wenn aus der großen Zahl von Fiebermitteln, welche in diese Klasse von Körpern gehören, gleich auf den ersten Griff das beste zum Vorschein gekommen wäre. Aber der Anfang war mit dem Kairin einmal gemacht und der angedeutete Weg wurde energisch verfolgt.

Die Aufgabe, ein besseres Fiebermittel als Kairin unter den Chinolinkoerpern aufzufinden ward in kurzer Zeit gelöst. Seit etwa einem Monate haben wir ein Fiebermittel unter dem Namen Antipyrin in den Handel gebracht, das wohl den meisten Ansprüchen der Ärzte an ein solches entspricht. Das Antipyrin, ein Chinolinderivat[43], wurde von Herrn Dr. Knorr in Erlangen entdeckt und von Professor Filehne daselbst physiologisch untersucht und auf den meisten deutschen Universitaetskliniken mit günstigem Erfolge durchgeprüft. Die bereits über Antipyrin erschienenen Abhandlungen (Filehne, Zeitschrift für Klin. Medicin Bd. VII Heft 6; Guttmann, Berliner Klin. Wochenschrift 1884 No. 20; Alexander, Breslauer aerztl. Zeitschrift 1884 No. 11; F. May, Deutsche medicin. Wochenschrift 1884 No. 24) betonen dessen Concurrenzfähigkeit mit dem Chinin in den Fällen, wo es sich um Temperaturherabsetzung bei hochgradigem Fieber handelt. Den Farbwerken in Hoechst a/M wurde die technische Herstellung dieses Körpers von Herrn Dr. Knorr übertragen[44].

Daß bei weiterer gegenseitiger Unterstützung von wissenschaftlicher Forschung und Technik in dieser neu erstandenen Branche nach den verschiedensten Richtungen immer Brauchbares geleistet werden wird, liegt auf der Hand. ...[45]

Schließlich bemerken wir, daß wir Kairin und Antipyrin zur Verfügung des Reichsgesundheitsamtes stellen zu allenfallsigen Versuchen gegen die Cholera, mit dem Beifügen, daß nach jüngst eingelaufenen Gutachten deutscher Aerzte in Rio de Janeiro das Kairin ein specifisches Heilmittel gegen eine andere Infectionskrankheit, das gelbe Fieber, sein soll. Vielleicht wäre bei den ausnehmend antiseptischen Eigenschaften des Kairins ebenfalls eine Wirkung gegen Cholerabacillen zu hoffen".

Dieses Dokument, das sich zufällig im Bundesarchiv in Koblenz erhalten hat, ist in vieler Hinsicht aufschlußreich; hier können nur

einzelne Punkte herausgegriffen werden. Es belegt, daß die industrielle Arzneimittelforschung zunächst an der in Deutschland traditionsreichen, seit Anfang des 19. Jahrhunderts von den Apothekern betriebenen Alkaloidforschung anknüpfte[46], die sich zunächst der Isolierung der Alkaloide aus den Pflanzen, dann der Reindarstellung und Verarbeitung, schließlich dem Versuch der Konstitutionsaufklärung gewidmet hatte[47]. Das Streben, „Arzneimittel, die nicht auf dem Wege der gröbsten Empirie gefunden sind", sondern durch Erforschung der chemischen Konstitution und Planung der pharmakologischen Wirkung, und diese Arzneimittel dann noch außerdem mit ganz anderen Indikationen als ursprünglich geplant zwecks Markterweiterung zu erproben, bleibt auch dann beeindruckend, wenn man weiß, daß das hier im Mittelpunkt stehende Antipyrin weder ein „Chinolinkörper" noch Cholera-wirksam war. Zwei der bis heute leitenden Paradigmata der industriellen Arzneimittelforschung werden hier jedenfalls erstmals deutlich.

Ein drittes bahnt sich ebenfalls bereits an: die Herstellung zahlreicher Derivate (Molekül-Varianten) ejnes einmal als wirksam gefundenen Grundstoffes. Nach de Ridder erhoffte man sich davon die Vermeidung „giftiger Eigenschaften", also möglichst nebenwirkungsfreie Präparate im Vergleich zu den Naturprodukten, und damit die „Emancipation von ausländischen Rohprodukten". Andere zunehmend wichtiger werdende Gesichtspunkte erwähnt er noch nicht. Immer neue Abwandlungen von einmal als wirksam befundenen Stoffen auf den Markt zu bringen war notwendig, um die Marktstellung zu halten oder in den vorhandenen Markt einzubrechen, so zum Beispiel wenn Anfang der 90er Jahre andere Firmen an dem Phenacetin-Erfolg der Firma Bayer teilhaben wollten. Dadurch wurde etwa *„die Schering'sche Fabrik in Berlin veranlaßt, leicht lösliche Derivate des Phenacetins herzustellen, in der Meinung, daß diesen bei gleich geringer Giftigkeit gleiche pharmakologische Wirksamkeit zukommen könne"*[48]. Durch Patent geschützt waren im Deutschen Reich nämlich nicht die Produkte, sondern die Herstellungs- (Synthese-) Verfahren. Diese Rechtslage stimulierte die Erfindungskraft der Chemiker und machte gerade solche Synthesen, die zu einer großen Variationsbreite von Produkten führen konnten, besonders wertvoll. Deshalb pries der Chemiker L. Knorr, als er im Juli 1883 mit der Firma Hoechst ins Geschäft kam, seine Erfindung mit den Worten an, er hätte *„eine einfache Chinolinsynthese aus billigen Materialien gefunden, die direkt zu Oxychinolinen führt und die Darstellung von mehr Homologen & Derivaten erlaubt als die Skraup'sche Synthese (s.o.), also wohl sehr geeignet sein wird, das Ausgangsmaterial für antipyretische Mittel zu liefern"*[49].

Im Laufe der nächsten Jahre sah man sich noch aus einem weiteren Grund, nämlich einem juristischen, veranlaßt, immer neue Arzneimittel mit gleicher Indikation und verwandter Zusammensetzung auf den Markt zu bringen: Alle den Arzneimittelumsatz einschränkenden Rechtsvorschriften im Kaiserreich, vor allem die „Kaiserliche Verordnung" über die Apothekenpflicht sowie die Pharmakopöe-Vorschriften[50] über die Rezeptpflicht, bestanden aus sogenannten negativen Listen, die diejenigen Arzneistoffe namentlich aufführten, die apotheken- oder rezeptpflichtig und damit nicht unbeschränkt verkäuflich waren. Das hieß aber, daß jedes neu auf den Markt gebrachte Produkt zunächst einmal frei – auch in den von den Fabriken favorisierten Drogerien – verkäuflich war[51]. So wurde es übliche Praxis, einem unter Apotheken- oder Rezeptzwang gestellten Arzneimittel sofort ein leicht abgewandeltes neues, damit freiverkäufliches folgen zu lassen. Ein besonders gut überliefertes Beispiel[52] ist das Migränin(R) Hoechst, das das Reichsgesundheitsamt um 1904 lange Zeit beschäftigte. Man war dort der Ansicht, daß es sich hierbei um eine einfache Mischung von Antipyrin, Coffein und Zitronensäure handelte, von der die Hersteller nur deshalb behaupteten, es sei eine neue ‚Molekülverbindung', um es von der für Antipyrin inzwischen eingeführten Rezeptpflicht auszunehmen[53].

Die alten Spekulationen über das Verhältnis von chemischer Konstitution und pharmakologischer Wirkung hatten zwischen 1882 (Kairin) und 1903 (Veronal) den Bereich des Theoretischen überschritten und waren von herausragender praktisch-ökonomischer Bedeutung geworden[54]. Besonders einflußreich war die Veröffentlichung von Baumann und Kast 1890, in der sie darlegten, in welch spezifischer Weise die Einführung von Äthylgruppen[55] ins Molekül von Schlafmitteln deren Wirkungsweise modifizierte (eine Beobachtung, die sich dann E. Fischer und v. Mering bei der Herstellung von Veronal zunutze machten). Seitdem war die Rückführung von Arzneimittelwirkungen auf chemische Atomgruppierungen Grundlage der Arzneimittelforschung. Sie stellte die Verbindung her zwischen der physiologisch-pharmakologischen Theorie, der chemischen Synthese und der klinischen Erprobung. Diese den beteiligten Disziplinen gemeinsame Grundüberzeugung ermöglicht es, trotz zahlreicher Rückschläge derartige Forschung mit Begeisterung weiterzutreiben. Die Zusammenarbeit der beteiligten organischen Chemiker, physiologischen Chemiker, Pharmakologen und Kliniker[56] wurde weiter durch das Verwertungsinteresse der chemisch-pharmazeutischen Industrie stimuliert und mußte zu einer starken Ausprägung chemisch-reduktionistischer Vorstellungen in der Physiologie führen.

Die organisatorischen Zentren, in denen dies geschah, waren zugleich die Zentren der sogenannten naturwissenschaftlichen Medizin, die damals einigen deutschen Universitäten international zur Berühmtheit verhalf[57].

Eine Schlüsselrolle nahm hier die Universität Straßburg ein. 1872 als nationale Demonstration des Wilhelminischen Deutschland gegründet, stellte sie als erste deutsche Universitätsneugründung seit der Zeit der Romantik ein Reformprogramm dar und gab einer Reihe von damals gerade erst zur wissenschaftlichen Reife gelangten naturwissenschaftlich-medizinischen Disziplinen, die anderswo nur ein akademisches Schattendasein führten, die Möglichkeit zu voller Entfaltung. Dazu gehörte nicht nur die organische Chemie[58], für die man 1872 den brillianten A. v. Baeyer berief, der später als Nachfolger Liebigs in München die Farbenforschung beherrschen sollte[59], sondern vor allem die Fächer Pharmakognosie[60], Pharmakologie[61] und Physiologische Chemie[62]. In der Kussmaul'schen Universitätsklinik fanden sie Bereitschaft zur Zusammenarbeit und das notwendige – wie man damals allgemein sagte – „Patienten-Material". Dort entdeckten Cahn und Hepp 1886 die Wirkung des Antifebrins (s.o.).

Besonders die beiden zentralen Gestalten der Pharamkologie und der Physiologischen Chemie, Oswald Schmiedeberg und Felix Hoppe-Seyler, schufen hier die Voraussetzungen für die kommende neue Arzneimittelforschung[63]: Schmiedeberg hatte als Schüler Buchheims aus Dorpat die neuen Methoden des pharmakologischen Tierexperimentes nach Straßburg gebracht und durch sein Beispiel und seine Schüler von dort aus verbreitet. Hoppe-Seyler hatte die Physiologische Chemie als eigenständige Disziplin in Tübingen zu entwickeln versucht und in Straßburg (wo er den Begriff „Biochemie" prägte)[64] damit großen Einfluß.

Wichtige Entwicklungen wurden in den allerersten Jahren der deutschen Straßburger Universität in naturwissenschaftlich-medizinischer Zusammenarbeit eingeleitet. In den zehn Jahren von 1872 bis 1882 entstand hier genau der Forschungsstil, den die chemische Industrie dann – zuerst beim Kairin – benötigte. Der Chemiker Baumann, ursprünglich Apotheker, dann Assistent von Hoppe-Seyler und Schmiedeberg in Straßburg, brachte die neuen Methoden ab 1882 nach Freiburg, wo er mit der Bäumler'schen Universitätsklinik zusammenarbeitete und in Kast, später in Treupel die Pharmakologen, in Hinsberg den organischen Chemiker hatte, wie sie für die Arzneimittelforschung benötigt wurden[65]. Hinsberg war einer der drei jungen Chemiker, die die Firma Bayer in Elberfeld 1883 gezielt zur Spezialausbildung in die Zentren der organisch und physiologisch chemischen Forschung schickten; er kehrte im gleichen Jahr in die

Firma zurück und hielt den Kontakt zur Baumann-Schule und zur Klinik von Bäumler bzw. Kast aufrecht[66]. Der andere dieser jungen Chemiker war Duisberg – später als Konzernherr berühmt geworden – den man 1883 nach Straßburg schickte[67]. In den nur drei Jahren von 1872 bis 1875, in denen A. v. Baeyer dort die organische Chemie vertreten hatte, waren auch auf diesem Gebiet richtungweisende Forschungen begonnen worden: unter anderem hatte Emil Fischer als erste seiner zahlreichen wichtigen Entdeckungen 1874 das Phenylhydrazin synthetisiert und die Bekanntschaft mit dem Hoppe-Seyler-Assistenten v. Mering begründet, der 1879 nach Halle ging und mit dem zusammen Emil Fischer die wichtigsten synthetischen Schlafmittel, die Barbiturate, plante und synthetisierte[68]. Durch Vermittlung des ihm von München her als A. v. Baeyer – Schüler bekannten Duisberg wurden diese Arzneimittel durch die Firma Bayer vermarktet[69]. Der seinerzeit gleichzeitig mit Emil Fischer in Straßburg studierende Vetter Otto Fischer synthetisierte das Kairin, das dann durch Vermittlung von Emil F. nicht zufällig in Erlangen geprüft wurde: Emil Fischer war damals in Erlangen Professor[70] und bekannt mit dem Pharmakologen Filehne[71], der von 1882 an mit dem Schmiedeberg'schen und klinischen Methoden zunächst für Otto Fischer und dann für den – als Schüler Emil Fischers das Phenylhydrazin vielseitig einsetzenden – Chemiker Knorr[72] die tatsächlichen und vermuteten Chinolinabkömmlinge (Kairin und Antipyrin u.a.) auf analgetische und antipyretische Wirkung prüfte. Otto Fischer und Knorr standen in Verbindung mit der Firma Hoechst, in der als A. v. Baeyer-Schüler ferner der Chemiker Stolz ab 1886 und als Schüler

Tafel II

Folgende Chemiker, physiologische Chemiker, Pharmakologen und Kliniker waren an der Erforschung der synthetischen organischen Arzneimittel beteiligt und

	lebten an der Universität *Straßburg* von	bis	und wirkten später in:	und arbeiteten zusammen mit z.B.
O. Schmiedeberg	1872	1918	–	Baumann, v. Mering
F. Hoppe-Seyler	1872	1895	–	Baumann, v. Mehring
C. Baumann	1872	1882	*Freiburg*	Hinsberg/Fa. Bayer, Kast u. Treupel/*Breslau*
F. v. Mering	1872	1886	*Halle*	Fa. Merck Emil Fischer
Emil Fischer	1872	1875	München, *Erlangen* Würzburg, Berlin	Filehne u. Knorr/*Erlangen*/ Fa. Hoechst
Otto Fischer	1872	1875	München	Filehne/*Erlangen*
P. Ehrlich	1873	1874	Berlin, Frankfurt	–
Duiysberg, Hinsberg	1883		Elberfeld	Fa. Bayer
K. Kussmaul	1876	1888	–	Baumann,

Beider Vongerichten ab 1881 fest angestellt waren. Filehne ging 1886 von Erlangen nach Breslau, wo inzwischen der Baumann-Schüler Kast als Kliniker arbeitete und so ein neues Zentrum der mit der Industrie verbundenen Arzneimittelforschung an Universitäten – neben Straßburg, Freiburg, Erlangen und Halle – entstand. Die vorstehende Tafel II zeigt den Zusammenhang dieser Zentren, die sich alle auf die Universität Straßburg zurückführen lassen[73].

Aus zahlreichen Äußerungen der beteiligten Forscher seit 1881, als J. Donath seinen Aufsatz *„Physiologische und physiologisch-chemische Wirkungen des Chinolins"* publizierte[74], ist ersichtlich, wie sehr sie von der Überzeugung geleitet wurden, daß man dabei sei, die chemische Konstitution als Grundlage der physiologischen und pharmakologischen Wirkung eines Stoffes erforschen, verstehen und anwenden zu lernen. Äußerungen wie die eines Mitarbeiters der Firma Bayer: *„Regeln über diese Beziehungen existieren nur im Geiste einiger besonders Begnadeter oder solcher, die sich dafür halten"*[75] müssen auf diesem Hintergrund als Resignation eines allzu Erwartungsvollen verstanden werden, der ein vor Augen stehendes Ziel als fernes Ideal erkennen muß. Andere verfolgten dieses Ideal unbeirrt, und der wirtschaftliche Erfolg bestätigte sie.

Während Donath 1881 noch betonen mußte, *„wie grundlos die ziemlich verbreitete Anschauung ist, daß die Alkaloide im Organismus keine chemische, sondern irgendeine mystische katalytische Wirkung ausüben"*[76], machten sich gleichzeitig O. Fischer und Filehne *„gemeinsam an die Lösung der Frage, in welcher Richtung die chemischen Veränderungen des Chinolinmoleküls stattzufinden haben, um fieberwidrige Arzneimittel zu erzeugen"*[77]. Untersuchungen von chemischen Stoffwechselprodukten synthetischer Arzneistoffe nach dem Muster Hoppe-Seylers[78] ermutigten zu Schlüssen wie dem von Hinsberg und Treupel 1894, die schrieben: *„Die vom Anilin abstammenden, in der Praxis gebräuchlichen Antipyretica, Antifebrin und Phenacetin, gehen bekanntlich im Organismus in solche Derivate des Paraamidophenols über ... Dieser Befund ließ uns vermuthen, daß ... das Zustandekommen der antipyretischen Wirkung mit der Bildung von Paraamidophenol oder Acetamidophenol im Organismus verknüpft sei"*[79]. Gleichzeitig beschrieb von Mering die *„Beziehungen zwischen chemischer Constitution und antipyretischer Wirkung bei den aromatischen Verbindungen"*[80] und stellte dort dar, wie er die ihm von der Firma Merck zur Verfügung gestellten diversen Abkömmlinge dieses p-Amidophenols auf antipyretische und analgetische Wirkung geprüft hatte. Resultat seiner Forschungen waren die Merck-Produkte Neurodin(R) und Thermodin(R)[81] und die im Titel der Arbeit zum Ausdruck gebrachte Über-

zeugung. Damit bestätigte sich die Behauptung von Cahn und Hepp bei der Einführung des Antifebrins (Acetanilids) 1886: *„Von großem Interesse sind die theoretischen Gesichtspunkte, die sich aus der Aufdeckung der fieberwidrigen Wirkungen dieses Körpers ergeben. Die bis jetzt bekannten Febrifuga waren entweder Phenole ... oder sie waren Basen und gehörten zur Chinolinreihe ...; hier haben wir zuerst einen indifferenten Körper*[82]*, der in seiner Zusammensetzung von den genannten weit abweicht"*[83]. Es bestätigten sich auch die Worte von Hinsberg und Kast in ihrem Artikel über die gemeinsame Erfindung Phenacetin: *„An die Entdeckung der antifebrilen Wirkung eines so einfach gebauten Körpers wie des Acetanilids ... knüpft sich ... ein hohes theoretisches Interesse. Sie eröffnet wenigstens die entfernte Aussicht, zwischen willkürlicher Veränderung der Constitution und physiologischer Wirkung Beziehungen finden zu können"*[84]. Einen entscheidenden Auftrieb bekam diese Wunschvorstellung durch die Untersuchung von Baumann und Kast über die Sulfone als Schlafmittel 1890 durch Feststellungen wie: *„Wir haben uns durch zahlreiche Beobachtungen überzeugt, daß die 3- und 4fach äthylierten Disulfone beim Hunde eine Wirkung zeigen, deren Stärke der in den Verbindungen enthaltenen Anzahl von Aethylgruppen entspricht" oder „ ... dass für das Zustandekommen der hypnotischen Wirkung bei Disulfonen eine ganz bestimmte Bindung der Aethylgruppen in Betracht kommt"*. Dadurch etablierten sie ein Muster für die Arzneimittelforschung, das sie selbst so formulierten:

> *„Es wird sich die Frage erheben, ob und wie weit die bezüglich der pharmakologischen Bedeutung der Aethylgruppen von uns befundenen Thatsachen einer Verallgemeinerung zugänglich sind. Wenn dies der Fall ist, so würde damit ein Weg zur Auffindung zahlreicher neuer Schlafmittel an die Hand gegeben sein. Man würde dann im Stande sein, innerhalb einer großen Körperklasse, aus der Constitution und dem chemischen Verhalten der einzelnen Verbindung bestimmte Schlüsse auf ihre physiologische Wirkung zu ziehen. Zu Gunsten dieser Auffassung können schon jetzt einzelne Thatsachen aufgeführt werden ..."*[85].

Schon vorher hatte Baumann's Lehrer in Straßburg, Oswald Schmiedeberg, *„Über die pharmakologischen Wirkungen und die therapeutische Anwendung einiger Carbaminsäure-Ester"*[86] hinsichtlich der chemischen und physikalischen Eigenschaften dieser Stoffe und ihrer physiologischen Wirkung gesagt: „Ein scharfes Gesetz läßt sich vorläufig über diesen Punkt zwar noch nicht formulieren ... im Allgemeinen und mit einem gewissen Vorbehalt können hinsichtlich der Wirkungen solcher Substanzen folgende Fälle von Gesetzmäßigkeit erkannt werden", die er dann einzeln bespricht[87].

Wenig später versuchte der andere gemeinsame Schüler Hoppe-Seyler's und Schmiedebergs aus Straßburger Zeit, der Hallenser

Pharmakologe v. Mering „Ueber die Beziehungen zwischen chemischer Constitution und hypnotischer Wirkung" wenn nicht „Gesetze", so doch Regeln für „einzelne Körper aus der Fettreihe" (= Aliphaten) hinsichtlich ihrer hypnotischen Wirkung aufzustellen, die mit den Worten beginnen: *„Die primären Alkohole wirken weniger narkotisch als die secundären, die secundären Alkohole weniger als die tertiären. Die Alkohole wirken im Allgemeinen um so stärker, je länger die unverzweigte Kette von Kohlenstoffatomen ist, die sie* enthalten" und so weiter[88].

Die Auswirkungen derartiger Überlegungen auf die produktbezogene Forschung läßt sich in Hunderten von physiologischen, pharmakologischen und chemischen Publikationen seit den 1880er Jahren, mit Höhepunkten um 1894 und 1903 nachweisen[89]. Selbstverständlich gab es daneben weiterhin die reine Empirie in der Arzneimittelforschung, aber von dieser traditionellen Haltung profitierte die chemische Industrie weitaus weniger.

Dem positivistischen Forschungsverständnis der Zeit entsprechend hielten sich die Autoren jener Veröffentlichungen bezüglich ihrer Ansichten zum Prinzip des chemischen Reduktionismus in der Biologie zurück; diese Ansichten treten nur selten an die Oberfläche.

Der Altmeister Buchheim hatte 1872 noch betont: *„Der Organismus ist, um mich eines Vergleiches zu bedienen, kein Laboratorium für allgemeine Chemie, sondern nur ein Laboratorium für physiologische Chemie"*[90], um vor Eingriffen mit Substanzen, die den körpereigenen allzu fern stehen, zu warnen. Einige Jahre später, als man von den natürlich vorkommenden Alkaloiden ausgehend zu zwar ebenfalls stickstoffhaltigen, aber nicht mehr – auch nicht näherungsweise – in der Natur vorkommenden Arzneistoffen fortgeschritten war (die oft ‚künstliche Alkaloide' genannt wurden), war Paul Ehrlich davon überzeugt, daß der Chemismus von deren physiologischer Wirkung zugleich mit dem Chemismus der Krankheitsprozesse zu verstehen sein werde. Zur Sichtbarmachung der chemischen Reaktionen müsse man lediglich den Umweg über Farbreaktionen mit stickstoffhaltigen, synthetischen Farbstoffen wählen, meinte er[91]. Er schrieb im Biologischen Zentralblatt 1886/87: *Es „... wendet sich das allgemeine Interesse wieder mehr der Lehre von den Gitten*[92] *und ihren Wirkungen zu, die uns nicht nur zur Bekämpfung, sondern auch zur Erklärung von Krankheitsprozessen verhelfen sollen. ... Zweck der Pharmakologie müßte es sein festzustellen, nicht nur dass, sondern warum ein bestimmtes Gift einen bestimmten Nervenendapparat affiziere ..."*[93], um dann auszuführen, daß man für diese Untersuchungen praktischerweise die Alkaloide durch die künstlichen Farbstoffe ersetzen könne[94]. Am Ende seiner folgen-

den Mitteilungen über die Methylenblau-Anfärbung der Nervenenden spricht er von deren *„Reaktion gegen Farbstoffe und Alkaloide"*. Der Organismus war, um mit Buchheim zu sprechen, zu einem Laboratorium für allgemeine Chemie geworden.

Es muß erstaunen, daß angesichts von vielen Hunderten von Arzneien, die um 1900 im Handel waren und ihre Existenz bloß der „gröbsten Empirie" und der Tradition verdankten, die paar Dutzend neuen Synthetica einen tiefgreifenden Wandel im Begriff des „Arzneimittels" herbeizuführen imstande waren. Das rein chemische Verständnis von Arzneimittelwirkung war seitdem – und blieb bis heute – beherrschend[95]. Dies stellte eine Neuorientierung dar, die wohl nur deshalb möglich wurde, weil gerade auf diesem Verständnis, und nicht auf den überkommenen Arzneien, der (vor allem in Deutschland) eindrucksvolle Aufschwung der chemisch-pharmazeutischen Industrie beruhte. Dieser Aufschwung war zunächst (bis etwa 1886) Folge, später Ursache des neuen, reduktionistischen Arzneimittelbegriffs: man hat es hier mit einem historischen Prozeß von Wechselwirkungen zu tun.

Bis heute ist der moderne Arzneimittelbegriff von den historischen und sozialen Umständen, unter denen er entstand, geprägt. Obwohl man bis zur Gegenwart die gezielte Molekülvariation zur Planung von Arzneistoffen nur sehr begrenzt anwenden kann und daneben weiterhin hauptsächlich auf das sog. ‚Screening', die moderne Form der „gröbsten Empirie" angewiesen ist[96], hält sich ungebrochen die naturwissenschaftliche Theorie der 1880er Jahre, daß es nur die chemisch-physikalischen Eigenschaften sind, die ein Arzneimittel zu einem wirksamen machen. Ebenso ungebrochen scheint die Vorstellung der 1880er Jahre zu sein, daß nur die chemische Großindustrie die enormen Lasten einer modernen Arzneimittelforschung tragen könne (die heute gerade deshalb so enorm sind, weil man unter dem Eindruck der industriellen Entwicklung versäumt hat, beizeiten „Organisationsstrukturen" zu schaffen[97], die es ermöglichen, zuerst die Grundlagen der Krankheitsprozesse so weit zu erforschen, daß dann dementsprechend Arzneimittel geplant werden können). Wichtige Charakteristika des modernen, „wissenschaftlich" begründeten Arzneimittelbegriffs, die damals entstanden und bis heute beherrschend blieben, sind etwa:

1. Die Priorität der pharmakologisch, d.h. in Vivisektion tier-experimentell nachweisbaren gegenüber den auf diese Weise nicht nachweisbaren Arzneimittelwirkungen;
2. dementsprechend eine „wissenschaftliche" Begründung nur für stark wirkende Arzneistoffe;
3. die Vorstellung von dem mit zahlreichen Molekülvariationen so-

zusagen automatisch verbundenen ‚Fortschritt', und schließlich
4. die Überbetonung der (gewünschten) Wirkung gegenüber den (ungewünschten) „Nebenwirkungen" eines Arzneimittels.

Alle diese Vorstellungen waren der älteren Arzneimittellehre fremd. Heute, da die Arzneimittelforschung in einer Sackgasse zu landen scheint, zeigt sich, daß man sich mit dem in den 1880er Jahren vollzogenen Bruch nicht hinreichend auseinandergesetzt hat.

Anmerkungen

1 So zuletzt in einigen Forschungen etwa von Roger Smith, J. Pickstone, St. Jacyna, über die auf der ‚Joint Conference for the British Society for the History of Science and the BSA Sociology of Science Study Group' unter dem Tagungsthema „New Perspectives in the History and Sociology of Scientific Knowledge" in Bath, England, im März 1980 berichtet wurde. Gute Beispiele auch in: Natural Order. Historical Studies of Scientific Culture (Hrsg. B. Barnes, St. Shapin). Berverly Hills/London 1979.
Sehr summarisch: Wolfg. Lefèvre: Naturtheorie und Produktionsweise, Darmstadt/Neuwied 1978.

2 Ein interessantes Beispiel ist Ludwik Fleck: Entstehung und Entwicklung einer wissenschaftlichen Tatsache. Basel 1935. Neuerdings herausgegeben und eingeleitet von Lothar Schäfer u. Thomas Schnelle (Frankfurt 1980, Suhrkamp Taschenbuch 312) und in Englisch von Th. J. Trenn und R. Merton (Chicago/London 1979).
Ein anderes Beispiel wäre: Die gesellschaftliche Orientierung des wissenschaftlichen Fortschritts (Hrsg. G. Böhme u.a.) Frankfurt 1978 (= Suhrkamp Taschenbuch Wissenschaft). Vgl. dazu Mikulaš Teich: Essay Review. In: Annals of Science *37* (1980), S. 101–106.

3 Etwa von Wilhelm Strube: Die Chemie und ihre Geschichte, Leipzig 1976.

4 Wolfg. Schneider: Chemiatry and Jatrochemistry. In: Science Medicine and Society in the Renaissance (Hrsg. A. G. Debus). New York 1973. S. 141–150, dt. in: Dt. Apotheker-Zeitung *113* (1973), S. 1117–1119. – Erika Hickel: Der Spiritus-Begriff in der Pharmazie des 17. Jhs. und die Neuorientierung der Hirnforschung. In: Cassella-Riedel Archiv, Wissenschaftl. Reihe ‚Cerebrum' *1* (1977), S. 2–18.

5 Durch Waschen, Schlämmen, Glühen u.ä. Operationen veränderte sog. Praeparata, im Gegensatz zu einfachen natürlichen Drogen, sog. Simplicia.

6 Durch Auflösen, Ausfällen, Destillieren, Glühen u.ä. Operationen hergestellt; umfaßten nur anorganische Chemikalien.

7 K. E. Rothschuh: Physiologie. Der Wandel ihrer Konzepte, Probleme und Methoden vom 16. bis 19. Jh., Freiburg/München 1968. – H. H. Eulner: Die Entwicklung der medizinischen Spezialfächer an den Universitäten des dt. Sprachgebietes, Stuttgart 1970. S. 46–94.

8 Hermann Schulze: Die Entwicklung der chemischen Industrie in Deutschland seit dem Jahre 1875, Halle 1908. – Weitere Literatur in Erika Hickel: Das Kaiserliche Gesundheitsamt und die chemische Industrie im Zweiten Kaiserreich (1871–1914): Partner oder Kontrahenten? In: Medizin, Naturwissenschaft und Technik und das Zweite Kaiserreich (Hrsg. G. Mann, R. Winau), Göttingen 1977. S. 64–86. – G. Baader, G. Jüttner: Zur Frühgeschichte der pharmazeutischen Industrie. In: Forum f. Medizin u. Gesundheitspolitik Nr. 10–12 (1979).

9 D.h. die Chemie der Kohlenstoffverbindungen, soweit sie nicht aus der Natur, sondern durch künstliche Synthese aus einfachen Grundstoffen gewonnen wurden. Synthetische Arzneimittel kommen im Gegensatz zu den bis dahin bekannten Organica nicht in natürlichen Rohstoffen, wie z.B. Pflanzen, vor. Die Wahrscheinlichkeit, daß sie nicht in den physiologischen Stoffwechsel integriert werden können, ist daher bei ihnen größer.

10 Pharmakologie = Wissenschaft von der (vornehmlich an Tieren beobachteten) Wirkungsweise der Arzneistoffe.

11 „Reife" hier etwa im Sinne von T. S. Kuhn. Paradigmatisch waren für die organisch-synthetische Chemie von M. Berthelot: La Chimie Organique Fondée sur la Synthèse. Paris 1860, und – für die „aromatischen" Verbindungen – die Aufstellung der Benzolformel durch A. Kekulé 1865, sowie für die Pharmakologie die Wirksamkeit R. Buchheims und O. Schmiedebergs in Dorpat. Vgl. Aron Ihde: The Development of Modern Chemistry, New York 1964, S. 330 ff. – Eulner l.c. (vgl. Anm. 7), S. 112–138. – J. Lindner: Zeittafeln zur Geschichte der pharmakologischen Institute, Aulendorf 1957, S. 30.

12 Reinhard Mocek: Wilhelm Roux – Hans Driesch. Jena 1974.

13 Die Forderung der 1848er Medizinalreformer nach einer ‚naturwissenschaftlichen Medizin' wurde von allen ihren Forderungen noch am ehesten verwirklicht. Hierzu K. E. Rothschuh: Konzepte der Medizin, Stuttgart 1978. Kap. 13 („Jatrotechnisches Konzept der Medizin im 19. u. 20. Jh."). Ders.: Ursprünge und Wandlungen der physiologischen Denkweisen im 19. Jh. In: Naturwissenschaft, Technik und Wirtschaft im 19. Jahrhundert (Hrsg. W. Treue, K. Mauel), Göttingen 1976. S. 135–160, bes. 146. – Ch. A. Culotta: German Biophysics, Objective Knowledge, and Romanticism. In: Historical Studies in the Physical Sciences *4* (1975), S. 3–38.

14 .E. Radl: Geschichte der biologischen Theorien in der Neuzeit Bd. I, Leipzig/Berlin 1909. S. 551.

15 Zur Reaktion auf den physiologischen Reduktionismus vgl. auch Rothschuh l.c. (vgl. Anm. 7).

16 Neben den neuartigen Synthetica stellte die chemische Industrie auch andere, aus der Apothekenpraxis übernommene Arzneimittel her, siehe Hikkel l.c. (vgl. Anm. 8).

17 Dieter Oldenburg: Romantische Naturphilosophie und Arzneimittellehre 1800 bis 1840 (=Veröff. aus d. Pharmaziegeschichtl. Seminar der T. U. Braunschweig Bd. 20), Braunschweig 1979. S. 34 u.a.

18 =Anordnung der Atome im Molekül.

19 John Parascandola: Structure-Activity – Relationships: The Early Mirage. In: Pharmacy in History *13* (1971), S. 3–10. – William F. Bynum: Chemical Structure and Pharmacological Action: A chapter in the History of 19th Century Molecular Pharmacology. In: Bull. Hist. Med. *44* (1970), S. 518–538.

20 Béla Issekutz: Die Geschichte der Arzneimittelforschung, Budapest 1971, S. 79.

21 Zusammenstellung der wichtigsten Daten bei Issekutz l.c. (Vgl. Anm. 20) und Wolfg. Schneider: Gechichte der pharmazeutischen Chemie, Weinheim 1972.

22 C.E. Buss: Ueber die Anwendung der Salicylsäure als Antipyreticum. In: Dt. Archiv f. klinische Medizin *15* (1875), S. 457–501.

23 Wilh. Vershofen: Wirtschaftsgeschichte der chemisch-pharmazeutischen Industrie, Teil III 1870–1914, Aulendorf 1958. S. 25.

24 Alkaloide = alkalisch (basisch) reagierende, weil stickstoffhaltige Aminogruppen enthaltende Inhaltsstoffe von – meist starkwirkenden oder gifti-

gen, altbekannten – Arzneipflanzen. Das erste Alkaloid, Morphin, wurde 1817 aus Opium isoliert.

25 J. Donath: Physiologische und physiologisch-chemische Wirkungen des Chinolins. In: Berichte d. dt. chem. Gesellschaft *14* (1881), S. 178–187, 1769–1774.
Das Zeichen (R) steht für „eingetragenes Warenzeichen". Der damals im Deutschen Reich eingeführte Warenzeichenschutz erwies sich für die Firmen oft wichtiger als der Patentschutz, da die patentierten Syntheseverfahren meist leicht zu umgehen waren.
Zur Skraup'schen Synthese und zur Naturstofforschung um 1880 siehe Paul Walden: Geschichte der organischen Chemie seit 1880. Berlin 1941, S. 435 ff.

26 J. v. Mering: Beiträge zur Kenntnis der Antipyretica. In: Therapeut. Monatshefte *7* (1893), S. 577–587.

27 = Erzeugung einer vorübergehenden örtlichen Empfindungslosigkeit, zuerst ab 1882 mit dem Alkaloid Cocain, dem Inhaltsstoff der Cocablätter hervorgerufen und untersucht.

28 Ihre Rolle für die Prägung der Forschung wird in den vorhandenen Darstellungen unterbewertet, vgl. Anm. 13, 19, 20, 21 und Ch. D. Leake: An Historical Account of Pharmacology to the 20th Century. Springfield 1975, Kap. 10 u. 11. – Einen Versuch, die Bedeutung der chemischen Industrie auch für die Forschung herauszustellen, unternahm Vershofen l.c. (vgl. Anm. 23).

29 H. Pinnow: Werksgeschichte... der Farbenfabriken vorm. Friedr. Bayer & Co., München 1938, S. 63. – Das „Gesetz betr. die Krankenversicherung der Arbeiter" war vom 15. 6. 1883.

30 Zur Entstehung und Geschichte des Reichsgesundheitsamtes siehe Hikkel 1977 (vgl. Anm. 8); dort weitere Literatur.

31 Hickel l.c. (vgl. Anm. 8).

32 Eine zweite Unterschrift ist unleserlich. A. de Ridder gehörte seit 1863 der Firma an und starb 1911. Siehe: Farbwerke vorm. Meister Lucius & Brüning 1863–1913. Hoechst (1913) (Jubiläumsschrift). S. 4, 11.
Der Brief wird im Bundesarchiv in Koblenz unter R-86 (Reichsgesundheitsamt) Nr. 1642 („Antipyrin") aufbewahrt und ist datiert „Hoechst am Main den 12. Juli 1884". Die edierten Passagen umfassen fol. 48r–51r und 52v.

33 Morphin = Alkaloid aus Opium, Atropin = Alkaloid aus Tollkirschenblättern (von Atropa Belladonna). – Zur Alkaloidforschung siehe Schneider 1972 und Walden 1941 (vgl. Anm. 21, 25). Entscheidend für die Alkaloidforschung wurde die Tätigkeit A. W. v. Hofmanns in Berlin.

34 Basen = im Gegensatz zu den Pflanzensäuren alkalisch reagierende Stoffe.

35 Die Einteilung der Alkaloide in Pyridin- und Chinolinbasen stammt von Ladenburg 1879. Zu den ersten Alkaloidsynthesen siehe Walden (vgl. Anm. 25), S. 435 und Schneider (vgl. Anm. 21), S. 265.

36 Beide enthalten Anilin und andere basische Amine. Die systematische Erforschung des Steinkohleteers, Abfallprodukt der Leuchtgasgewinnung, wurde von A. W. v. Hoffmann eingeleitet. Ihde l.c. (vgl. Anm. 11), S. 454 ff.

37 Der aus der in Frankreich angebauten Krappwurzel gewonnene Farbstoff Alizarin wurde seit 1869 synthetisch hergestellt und damit die natürlichen Resourcen überflüssig. Ihde l.c. (vgl. Anm. 11), S. 456.

38 Adolf (von) Brüning (1837–1884) war 1863 einer der Mitbegründer der späteren Firma Hoechst.

39 Otto Fischer (1852–1932): Zur Geschichte der Oxychinoline. In: Berichte d. dt. chem. Gesellschaft *15* (1882) (Siehe Schneider l.c. (vgl. Anm. 21), S. 283 f.).

40 Wilhelm Filehne: Ueber neue Mittel, welche die fieberhafte Temperatur zur Norm bringen. In: Berliner Klinische Wochenschrift *19* (1882), S. 681–683. Auch abgedruckt in: Dokumente aus Höchster Archiven. Heft 8, Höchst 1965, S. 13–16.

41 Das Patentrecht stammte von 1877. Vgl. Vershofen l.c. (anm. 23).

42 Diese Behauptung ist eine Übertreibung, denn die starken unangenehmen Nebenwirkungen und die Giftigkeit des Kairins waren damals allgemein bekannt und führten bereits nach etwa 2 Jahren wieder zur Aufgabe des Präparates.

43 Das Antipyrin war kein Chinolinderivat, wie hier noch vermutet wird. Der Irrtum über seine Konstitution brachte manche Schwerigkeit, hinderte aber nicht, das Präparat in den Handel zu bringen. Vgl. dazu eine Notiz aus den Farbwerken Hoechst von Dr. Vongerichten vom Mai 1885, abgedruckt in: Dokumente aus Höchster Archiven, Heft 8, Höchst 1965, S. 42.

44 Ludwig Knorr: Einwirkung von Acetessigester auf Phenylhydrazin. In: Berichte d. dt. chem. Gesellsch. *16* (1883), S. 2597–2599 und Ders.: Ueber die Constitution der Chinizinderivate. In: Berichte d. dt. chem. Gesellsch. *17* (1884), S. 2032–2049, bes. S. 2037.
Der aufschlußreiche Brief Knorrs, in dem er am 11. 7. 83 bei der Firma Hoechst (Dr. Vongerichten) wegen der „technischen Verwerthung" seiner neuen Synthese anfragte, ist abgedruckt in Dokumente l.c. (vgl. Anm. 40) S. 26–29.

45 Die hier ausgelassene Passage des Briefes ist abgedruckt in Hickel l.c. (vgl. Anm. 8), S. 68, Anm. (16). – Unterstreichungen im Original.

46 Ausgehend von der Entdeckung des Morphins im Opium durch Apotheker Fr. Sertürner in Hameln 1817.

47 Vgl. Schneider, Anm. 21.

48 V. Mering 1893 l.c. (vgl. Anm. 26), S. 579.

49 Brief Knorrs l.c. (vgl. Anm. 44).

50 Pharmakopöe = offizielles Arzneibuch, damals Pharmacopoea Germanica Editio altera. Berlin 1882. Über die weiteren Ausgaben siehe Hickel (vgl. Anm. 8).

51 Die in der Phartmakopöe als „(sehr) vorsichtig aufzubewahrende" Arzneimittel (lateinisch: „Venena" bzw. „Separanda") gekennzeichneten waren rezeptpflichtig, die in der Kaiserlichen Verordnung aufgeführten Zubereitungsarten waren Apothekenpflichtig. Siehe Ulla Meinecke: Apothekenbindung und Freiverkäuflichkeit von Arzneimitteln. Nat. Wiss. Diss., Marburg 1972.

52 Bundesarchiv Koblenz (BA), Rep. 86, Nr. 1587, Bd. 3: Jan. 1901–30. 6. 1906.

53 Aufgrund der vom Gesundheitsamt gesammelten Beobachtungen, zuerst aufgeführt in: „Zusammenstellung der aus der Gesamt-Literatur bis zum Ende des Jahres 1889 entnommenen Notizen über die toxischen Wirkungen (Nebenwirkungen) des Antipyrin und Phenacetin". BA R-86, Nr. 1654 (nicht paginiert).
Gerade die Chemiker plädierten aufgrund der chemischen Ähnlichkeit von Antipyrin und Migränin für die Rezeptpflicht auch des Migränin, so z.B. Emil Fischer in einem Gutachten an das Reichsgesundheitsamt: BA R-86, Nr. 1587, Bd. 3, Brief vom 4. 12. 1904 (nicht paginiert).

54 Ein Höhepunkt war die sog. Seitenkettentheorie Paul Ehrlichs bezüglich

des Angriffspunktes eines Arzneistoff- oder Farbstoff-Moleküls am „Protoplasma" der Zelle bzw. die von Emil Fischer dazu formulierte Schlüssel- und Schloß-Theorie für Arzneimittel- und Enzymwirkungen. Vgl. Paul Diepgen: Geschichte der Medizin. Bd. I, 2., Berlin 1965, S. 136.

55 Äthylgruppe = Atomgruppe aus 2 Kohlenstoff- und 5 Wasserstoff-Atomen (C_2H_5), die auch im (Äthyl-)Alkohol vorkommt.
E. Baumann, A. Kast: Ueber die Beziehungen zwischen chemischer Constitution und physiologischer Wirkung bei einigen Sulfonen. In: Ztschr. f. physiolog. Chemie *14* (1890), S. 52–74.

56 Zur Entwicklung dieser Disziplinen siehe Ihde und Eulner l.c. (vgl. Anm. 11 u. 7).

57 Thomas N. Bonner: American Doctors and German Universities. A. Chapter in International Intellectual Relations 1870–1914, Lincoln 1963.

58 Im Sinne der Kohlenstoffchemie (vgl. Anm. 11), die ihre Reife als wissenschaftliche Disziplin z. B. mit den Institutsneugründungen in Berlin und Bonn (1864/65) für A. W. Hoffmann und A. Kekulé erlangte.

59 In seinem Laboratorium waren die Alizarin- und die Indigosynthese entwickelt worden, die den Farbtoffmarkt revolutionierten. R. Willstätter: Adolf von Baeyer. In: Das Buch der großen Chemiker (Hrsg. G. Bugge), Weinheim Nachdruck 1965. Bd. II, S. 321–335.

60 Lehre von den pharmazeutisch verwendeten, vor allem pflanzlichen Rohstoffen. Ihr Begründer war Friedr. Aug. Flückiger, 1873–1892 Professor der Pharmakognosie in Straßburg. Für Literatur siehe Deutsche Apotheker-Biographie (Hrsg. W. H. Hein, H. D. Schwarz), Bd. I, Stuttgart 1975. S. 167–169.

61 Begründet von Rudolf Buchheim in Dorpat und seinem Schüler Oswald Schmiedeberg, der 1872 bis 1918 Prof. in Straßburg war. Vgl. Anm. 11. Die biographischen Daten sind, wenn nicht anders vermerkt, entnommen aus J. C. Poggendorff: Biographisch-literarisches Handwörterbuch zur Geschichte der exacten Naturwissenschaften. Bd. I–VII. Leipzig/Berlin 1858–1971., und: Biographisches Lexikon der hervorragenden Ärzte aller Zeiten und Völker (Hrsg. E. Gurlt u.a.) 3. Aufl., München/Berlin 1962.

62 Begründet von Felix Hoppe-Seyler, 1872 bis 1895 Professor in Straßburg. Eulner l.c. (vgl Anm. 7).

63 Die Schlüsselrolle der frühen Jahre der Straßburger deutschen Universität für die Arzneimittelforschung wurde in der vorliegenden Historiographie nicht erkannt, sie wird auch in den Jubiläumsschriften, die die beteiligten Professoren nennen, nicht erwähnt. Gustav Anrich: Die Kaiser Wilhelms Universität Straßburg in ihrer Bedeutung für die Wissenschaft 1872–1918. Berlin 1923. S. 12, 13, 15, 16, und Ernst Anrich: Die Geschichte der deutschen Universität Straßburg, Joh. Stein: Aus der Geschichte der Straßburger Medizin. In: Zur Geschichte der deutschen Universität Straßburg (Festschrift), Straßburg 1941, S. 124–139, 201–207.

64 Im Vorwort zu der von ihm 1877 begründeten „Zeitschrift für Physiologische Chemie".

65 Eugen Baumann, s. Deutsche Apotheker-Biographie l.c. (vgl. Anm. 60), Bd. I, S. 29f. – Alfred Kast (1856–1903), 1879 Dr. med. in Freiburg, ab 1881 Assistent bei Bäumler und Baumann. – Gustav Treupel (1867–1926), habilitierte sich 1894 in Freiburg.

66 O. Hinsberg (1857–1939), Schüler Baumanns in Freiburg, ab 1883 in der Firma Bayer tätig. – Publikationen von Hinsberg, Kast u. Treupel s. Anm. 79 u. 84.

67 Carl Duisberg (1861-1935): Werksgeschichte l.c. (vgl. Anm. 29), S. 66 f., 88–91.

68 Emil Fischer (1852–1919), siehe Buch der großen Chemiker l.c. (vgl. Anm. 59), Bd. II, S. 408–420. – Josef Frhr. von Mering (1849–1908), 1873 Dr. med., 1874 und 1876–1886 Assistent in Straßburg.
Emil Fischer, J. v. Mering: Ueber eine neue Klasse von Schlafmitteln. In: Die Therapie der Gegenwart *44* (1903), S. 97–101.

69 Auf dem Umweg allerdings über die Firma Merck, mit der v. Mering verbunden war, siehe Werksgeschichte (vgl. Anm. 29), S. 128.

70 Seit 1882.

71 Wilhelm Filehne (1844–1927), von 1876 bis 1886 Professor der Pharmakologie in Erlangen, später in Breslau. Nach Lindner l.c., (vgl. Anm. 11).

72 Ludwig Knorr (1859–1921), Chemiker, bis 1884 in Erlangen, 1885 Professor in Würzburg, ab 1889 in Jena. – Friedrich Stolz (1869–?), Chemiker bei Höchst. – Eduard Vongerichten (1852–1930), Chemiker bei Höchst, von 1902 bis 1922 Professor in Jena.

73 Eine hiervon unabhängige Forschungsstätte dieser Art war Leipzig, wo der Chemiker Hermann Kolbe (1818–1884) unter anderem mit dem Kliniker Karl Thiersch (1822–1895) zusammenarbeitete, vor allem auf dem Gebiet der Salicylate.

74 Vgl. Anm. 25.

75 Werksgeschichte l.c. (vgl. Anm. 29), S. 126.

76 Donath l.c. (vgl. Anm. 25), S. 183.

77 Filehne l.c. (vgl. Anm. 40), S. 681.

78 Zum Beispiel: Ueber die Wirkung des Phenylhydrazins auf den Organismus. In: Ztschr. f. physiolog. Chemie *9* (1885), S. 34–39.

79 O. Hinsberg, G. Treupel: Ueber die physiologische Wirkung des P-Amidophenols und einiger Derivate desselben. In: Archiv f. experimentelle Pathologie und Pharmakologie *33* (1894), S. 216–250.

80 J. v. Mering: Beiträge zur Kenntnis der Antipyretica. In: Therapeutische Monatshefte *7* (1893), S. 577–587.

81 A.a.O., S. 579, 582f., 587.

82 „indifferent" = in Lösung weder sauer noch basisch, also neutral reagierend.

83 A. Cahn, P. Hepp: Das Antifebrin, eine neues Fiebermittel. In: Centralblatt für klinische Medicin *7* (1886), S. 561–564, bes. S. 564.

84 O. Hinsberg, A. Kast: Ueber die Wirkung des Acetphenetedins (= Phenacetin). In: Centralblatt für die medicinischen Wissenschaften *145* (1887), S. 145–148, bes. S. 145.

85 Baumann und Kast l.c. (vgl. Anm. 55), S. 73.

86 In: Archiv f. experimentelle Pathologie u. Pharmakologie *20* (1886), S. 203–216.

87 A.a.O., S. 205.

88 Publiziert zusammen mit A. Schneegans in: Therapeutische Monatshefte *6* (1892), S. 327–332, bes. S. 331f.

89 Höhepunkte waren z. B. die Arbeiten von Paul Ehrlich u. Alfred Einhorn: Ueber die physiologische Wirkung der Verbindungen der Cocainreihe. In: Berichte d. dt. chem. Gesellsch. *27* (1894), S. 1870–1873, und von Fischer u. Mering l.c. (vgl. Anm. 67).

90 Rud. Buchheim: Die Heilmittellehre und die organische Chemie. In: Arch. f. pathologische Anatomie u. Physiologie *56* (1872), S. 1–14, bes. S. 4.

91 P. Ehrlich: Ueber die Methylenblaureaktion der lebenden Nervensubstanz. In: Biolog. Zentralblatt *6* (1886/87), S. 214–223.

92 „Gift" hier im Sinne des griech. „pharmakon", das sowohl Arzneimittel wie Gift bedeutete.

[93] A.a.O., S. 214f.
[94] Mit diesen Untersuchungen leitete Ehrlich seine berühmt gewordenen Forschungen ein, die zum Konzept der „Chemotherapie" führten. Siehe Schneider l.c. (vgl. Anm. 21), S. 295.
[95] Charakteristisch: W. Heubner: Chemische Reaktionen als Grundlage pharmakologischer Wirkungen. In: Klinische Wochenschrift *13* (1934), S. 163–169.
[96] Screening = systematisches, aber nicht ausgewähltes Durchprüfen einer größeren Anzahl von Stoffen an verschiedenen Versuchstieren unter Beobachtung einer Vielzahl von physiologischen Reaktionen; Grundlage der pharmakologischen Prüfung in der pharmazeutischen Industrie.
[97] Das Wort ist zitiert nach einem Interview mit einem Vertreter der Industrieforschung, L. Flohé, in: Apotheker-Journal Heft 6 (1980), S. 17.

Edgar Gärtner

Die Evolutionstheorie und die Entwicklung der Ökologie

1. Darwinismus und Entstehung der allgemeinen Ökologie

Wir wissen nicht, wer den Begriff „Ökologie" zum ersten Mal in einem seiner heutigen Bedeutung verwandten Sinn gebraucht hat. Der Begriff scheint bereits seit Jahrzehnten bekannt, wenn auch nicht verbreitet gewesen zu sein, als ihm der deutsche Darwinist und materialistische Monist Haeckel 1868 in seinen populärwissenschaftlichen Vorlesungen zur „natürlichen Schöpfungsgeschichte" folgende noch heute gültige Definition gab: „Die Oecologie ... ist die Wissenschaft von den gesamten Beziehungen der Organismen zur umgebenden Außenwelt ... die sogenannte ‚Oeconomie der Natur', die Wechselbeziehungen aller Organismen, ... ihre Umbildung durch den Kampf ums Dasein." Ohne die theoretische Umwälzung, die Charles Darwin 1859 mit der Veröffentlichung seines Hauptwerkes „Die Entstehung der Arten durch natürliche Zuchtwahl" einleitete, erscheint diese Definition und das davon ableitbare Forschungsprogramm, dessen Realisierung erst im 20. Jahrhundert möglich wurde, kaum vorstellbar. Darwin gilt (zumindest in der Geschichte der Zoologie) unumstritten als der Stammvater der Ökologie. Ausgehend vom darwinistischen Ansatz Haeckels werden bis in die dreißiger Jahre des 20. Jahrhunderts alle wesentlichen Begriffe der das Pflanzen- und das Tierreich sowie die Mikrolebewelt umfassenden allgemeinen Ökologie von Zoologen geprägt, die sich ausdrücklich auf Darwin beziehen. Währenddessen betrieben Geobotaniker ausgehend von A. v. Humboldt (1868), de Candolle (1838), Griesebach (1872), Warming (1896), Schimper (1898), Clements (1905, 1916 und 1928) und Braun-Blanquet (1928) eine ökologisch-pflanzensoziologische Forschung, die die Tierwelt nicht nur begrifflich, sondern meist auch praktisch ausschloß. Es handelte sich hier also nicht um eine interdisziplinäre Ökosystemforschung im heutigen Sinne.

Lange bevor die u.a. durch Darwins theoretischen Ansatz möglich gewordene Gesamtbetrachtung der Lebewelt und der Lebensbedingungen in der terrestrischen Ökologie verwirklicht wurde, war sie in der durch fischerei- und wasserwirtschaftliche Interessen geförderten marinen und limmnischen Ökologie bereits gang und gäbe. In der Entwicklung der Ökologie zu einer synthetischen Naturwissenschaft erzielten also die am stärksten anwendungsorientierten Forschungsrichtungen die größten theoretischen Fortschritte. Darwins Prinzip der natürlichen Selektion, das selbst ausgehend von der Züchterpraxis erarbeitet worden war, gab dabei die wichtigste Orientierung. (Ehe man versucht, aus dem in der Geschichte der Ökologie allgemein zu beobachtenden positiven Einfluß der Anwendungsorientierung weiterreichende wissenschaftssoziologische Schlußfolgerungen zu ziehen, sollte man bedenken, daß beispielsweise die frühzeitige Anwendungsorientierung der Chemie theoretische Fortschritte in der Chemie lange Zeit gehemmt oder gar verhindert hat.)

Die theoriefördernde Wirkung der Anwendungsorientierung ist besonders deutlich bei der Definition eines der wichtigsten Grundbegriffe der Ökologie, des Begriffs „Biozönose" (Lebensgemeinschaft), die der deutsche Zoologe Karl Möbius 1877 in seinem Büchlein „Die Auster und die Austernwirtschaft" formulierte:

„Jede Austernbank ist gewissermaßen eine Gemeinde lebender Wesen, eine Auswahl von Arten und eine Summe von Individuen, welche gerade auf dieser Stelle alle Bedingungen für ihre Entstehung und Erhaltung finden, also passenden Boden, hinreichende Nahrung, gehörigen Salzgehalt und erträgliche und entwicklungsgünstige Temperaturen.

Jede daselbst wohnende Art ist durch die größte Zahl von Individuen vertreten, die sich den vorhandenen Umständen gemäß ausbilden konnten; denn bei allen Arten ist die Zahl der ausgereiften Individuen jeder Fortpflanzungsperiode kleiner, als die Summe der erzeugten Keime war. (...)

Die Wissenschaft besitzt noch kein Wort für eine solche Gemeinschaft von lebenden Wesen, für eine den durchschnittlichen äußeren Lebensverhältnissen entsprechende Auswahl und Zahl von Arten und Individuen, welche sich gegenseitig bedingen und durch Fortpflanzung in einem abgemessenen Gebiet dauernd erhalten. Ich nenne eine solche Gemeinschaft Biozönosis oder Lebensgemeinde."

Möbius erkannte auch schon, daß die Umgestaltung des Biotops, des Lebensraumes der Biözonose, infolge der chemischen und physikalischen Aktivität ihrer Glieder oder infolge künstlicher Eingriffe über die veränderte natürliche Selektion eine charakteristische Besiedlungsfolge (Sukzession) des Biotops auslöst.

Solche ökologischen Sukzessionen wurden seit dem Ende des 19. Jahrhunderts von Botanikern und Zoologen verfolgt. Den besten Anlaß dazu bot ein gigantisches natürliches Experiment, der Ausbruch des Vulkans Rakata auf der zwischen Java und Sumatra gelegenen Insel Krakatau im Jahre 1883, wodurch der größte Teil der Insel in die Luft gesprengt wurde. Der Rest der Insel und die Nachbarinsel waren danach von einer 30 bis 60 Meter dicken Schicht heißer Asche bedeckt. Alles Leben war vernichtet. Die Wiederbesiedlung des sterilen Landes konnte über mehrere Jahrzehnte verfolgt werden, wobei offenkundig wurde, daß die endgültige Artenzusammensetzung einer solchen Insel auch davon abhängig ist, welche Pflanzen- und Tierarten *zufällig* als erste dorthin verfrachtet wurden.

Der amerikanische Pflanzensoziologe F. E. Clements leitete aus der langjährigen Beobachtung von Pflanzen-Sukzessionen die Vorstellung ab, diese führten in Zeiträumen von Jahrhunderten über verschiedene relativ artenarme Jugendstadien schließlich zu einer stabilen artenreichen Schlußgesellschaft (Klimax), die mit dem Großklima des betreffenden Standorts harmoniert (Clements, 1916 und 1928). Diese Konzeption wurde kritisiert, weil sie nicht nur die edaphischen Faktoren (Bodenbeschaffenheit) vernachlässigte, was später von Du Rietz (1930) und Braun-Blanquet (1951) berichtigt wurde, sondern den Einfluß der Tierwelt auf die Struktur der Pflanzengesellschaft weitgehend oder völlig ausklammerte, obwohl es ins Auge springen mußte, daß etwa die Struktur der amerikanischen Graslandschaften (Prärien) nur unter Berücksichtigung des überragenden Einflusses der dort heimischen Bisonherden erklärbar war.

Der Pflanzen und Tiere gleichermaßen einschließende Biozönose-Begriff von Möbius wird erst seit den dreißiger Jahren unseres Jahrhunderts von Tier- *und* Pflanzenökologen verwendet. Vorher hatten die einen von „Zoozönosen" und die anderen von „Phytozönosen" gesprochen. Diese teilweise auch noch heute gebräuchlichen Begriffe besitzen aber nach Meinung von Stugren (1972, S. 115), der sich dabei auf Gams (1918) bezieht, lediglich einen gewissen operationellen Wert, entbehren jedoch eines objektiven Inhalts. (Innerhalb einer Biozönose sind die Beziehungen zwischen bestimmten Pflanzen und Tieren oft sehr viel enger als zwischen verschiedenen Pflanzen oder verschiedenen Tieren untereinander. Im allgemeinen bezeichnet also nur der Begriff „Biozönose" ein System

wesentlicher Beziehungen. In der Praxis kann aber eine Biozönose höchstens im Ausnahmefällen unmittelbarer Forschungsgegenstand der Naturwissenschaftler sein. Sie müssen sich notwendigerweise auf Teilbereiche des Tier- oder Pflanzenreiches oder der anorganischen Umwelt spezialisieren. Im Zuge dieser unumgänglichen Spezialisierung können die Begriffe „Phytozönose" und „Zoozönose" einen empirisch-pragmatischen Wert erhalten.)

Der 1935 von Tansley eingeführte Begriff „Ökosystem", der das Beziehungsgefüge der Lebewesen untereinander und mit ihrem Lebensraum bezeichnet, relativierte schließlich auch den Begriff „Biozönose", da er die enge gegenseitige Durchdringung von Biozönose und Biotop hervorhebt.

In den Begriff der Klimax wird die Tierwelt erst seit den fünfziger Jahren einbezogen, und zwar in der „Climax-pattern-theory" von Whittaker (1953). Stugren (1972, S. 116) meint unter Berufung auf Shelford (1931), die frühere Vernachlässigung der Tierwelt sei wohl der Tatsache zuzuschreiben, daß die meisten Ökologen in der von den Eiszeiten geprägten gemäßigten Zone der nördlichen Hemisphäre arbeiteten. Hätte sich die Ökologie zuerst in den Tropenlandschaften mit ihrer weitaus reicheren Tierwelt entwickelt, wäre diese Entwicklung wahrscheinlich vermieden worden. Es gibt auch Hinweise dafür, daß die bis heute fortbestehende institutionalisierte Disziplinentrennung zwischen Botanik und Zoologie diese begrifflichen Schwierigkeiten stark gefördert hat.

So konnte sich auch ein anderer zentraler Begriff der Ökologie, der von Elton (1927) und Kendeigh (1961) geprägte Begriff „ökologische Nische", der nicht die „Anschrift", sondern den „Beruf" einer Art im arbeitsteiligen Gefüge des Ökosystems kennzeichnet, in der Pflanzen-Ökologie in diesem Sinne nie recht einbürgern. Nische und Standort werden hier oft gleichgesetzt (z.B. bei Walter, 1977). Der Nischen-Begriff von Elton konnte nur im Kontext der Darwinschen Theorie entstehen. Seine experimentelle und mathematische Begründung wurde 1934 von Gause geliefert. Er demonstrierte durch Experimente an Paramecien-Kulturen, daß zwei Arten mit gleichen oder sehr ähnlichen ökologischen Ansprüchen im selben Biotop nicht koexistieren können. In der mathematischen Analyse der experimentellen Befunde zeigte er, daß eine der beiden Arten im „Kampf ums Dasein" unterliegen muß. Dieser Zusammenhang ist als „Prinzip von Gause" (Konkurrenz-Ausschluß-Prinzip) in die ökologische Grundlagenliteratur eingegangen. Gause konnte sich bereits auf die Arbeiten von Lotka (1922) und Volterra (1931) stützen, die den „Kampf ums Dasein" in Konkurrenz-Verhältnissen und Räuber-Beute-Beziehungen durch Systeme von Differentialgleichungen dar-

stellten. Das Modell Volterras erklärt, auf welche Weise sich in einem hypothetischen abgeschlossenen Räuber-Beute-System ein Gleichgewichtszustand einstellen kann.

Diese vom Darwinismus ausgehenden Anstöße für die Entwicklung einer Theorie der Ökosysteme fallen zeitlich zusammen mit dem Beginn des Siegeszuges der neodarwinistischen „Synthetischen Theorie der Evolution", d.h. der Verbindung der Darwinschen Selektionstheorie mit der Mutationstheorie und der Mendelschen Genetik, die auf Fisher (1930), Haldane (1932) und Wright (1931) zurückgeht. Dieser theoretische Ansatz wurde zunehmend mit dem Darwinismus schlechthin identifiziert und von einem Großteil der Biologen (einschließlich der an ökologischen Fragestellungen arbeitenden) als allgemeiner theoretischer Interpretationsrahmen konkreter Untersuchungen akzeptiert. Der Einfluß der „synthetischen Theorie" auf die ökologische Forschung manifestiert sich u.a. im Entstehen der Spezialdisziplin „ökologische Genetik".

Dennoch ist der Zusammenhang zwischen der Darwinschen bzw. der neodarwinistischen Evolutionstheorie und der Entwicklung der Ökologie durchaus nicht so eindeutig, wie das die voranstehenden Ausführungen nahelegen können; denn schon seit der Jahrhundertwende hatte sich im Umkreis der Hydrobiologie eine Arbeitsrichtung der Ökologie herausgebildet, die dem darwinschen Ansatz ablehnend und z.T. sogar offen feindselig gegenüberstand. Nichtsdestoweniger verdanken wir dieser Arbeitsrichtung nicht nur wegweisende empirische Untersuchungen (aquatischer) Ökosysteme, sondern auch begriffliche Fortschritte, ohne die die moderne komplexe Erforschung von Ökosystemen undenkbar ist.

2. Absage an den Darwinismus – „ganzheitliche" Naturmythologie

Im Unterschied zur terrestrischen Ökologie kam in der Hydrobiologie niemals zu der die analytische und synthetische Ökosystemforschung behindernden Trennung von Botanik, Zoologie und Mikrobiologie. Die im Vergleich zu den meisten terrestrischen Ökosystemen (etwa Wäldern) relativ übersichtlichen Verhältnisse abgeschlossener Binnenseen erleichterten es, die drei Organismenreiche als Einheit zu begreifen. (Diese Aussage ist nicht so zu verstehen, als habe die Übersichtlichkeit der Binnenseen im Sinne eines naiven Realismus ihre ökologische Systembetrachtung provoziert. Vielmehr fand die ökologische Herangehensweise, die auf recht unterschiedliche theoretische Quellen zurückgeht, in den Binnenseen Objekte, auf die sie am leichtesten anwendbar war.) In der Limnologie (Binnengewässerkunde) wurden auch sehr früh Zusammenhänge zwischen der Artenzusammensetzung der Organismen und der physikalischen und chemischen Beschaffenheit der Gewässer aufgedeckt. Schon im 19. Jahrhundert untersuchte Forel den Genfer See nicht nur biologisch, sondern auch physikalisch und chemisch. Die Amerikaner Birge und Juday untersuchten zu Beginn unseres Jahrhunderts den Zusammenhang zwischen den im Wasser gelösten Gasen und der Organismenbesiedlung des Lake Mendota in Wisconsin. Der deutsche Pionier der Limnologie Thienemann schlug 1915 aufgrund eigener physikalischer und chemischer Untersuchungen in den Maaren der Eifel und auf der Basis der Untersuchungen des Bodensees durch den bekannten Physiologen Hoppe-Seyler sowie der Untersuchungen von Birge und Juday ein erstes Seetypensystem vor. Der Russe Winogradski hatte schon Ende des 19. Jahrhunderts auch die Rolle der Mikrorganismen im Stoffkreislauf der Gewässer berücksichtigt. Und Kolkwitz und Marsson benutzten bereits zu Beginn des 20. Jahrhunderts Pflanzen und wirbellose Tiere für den Aufbau eines Indikatorsystems (Saprobiensystem) zur biologischen und hygienischen Gewässerbeurteilung (Zur Geschichte der Limnologie vgl. Schwoerbel, 1974; Elster, 1974).

Diese Entwicklung ermöglichte es nicht nur, sofort und unmittelbar mit dem Biozönose-Begriff von Möbius zu operieren, sondern erlaubte es auch, die Biozönose mit ihrem Biotop als Einheit zu betrachten. Die Gesamtschau von „Lebensgemeinschaft und Lebensraum" wurde insbesondere von Thienemann propagiert. Obwohl Thienemann unmittelbar am Biozönose-Begriff von Möbius anknüpfte, der – wie es zunächst schien – nur von einer darwinistischen Position aus definiert werden konnte, und unter Naturwissenschaftlern und in der breiten Öffentlichkeit lange Zeit vergebens für die Anerkennung dieser Begriffe warb, wurden die wesentlichen theoretischen Leistungen Darwins bei ihm nur in sehr eingeschränkter Weise fruchtbar, weil er von teleologischen und holistischen bzw. harmonistischen Deutungen der Regelungsvorgänge in Ökosystemen ausging. Der Rückgriff Thienemanns auf die vom Burengeneral Smuts (1925) begründete und später in Deutschland vor allem von Meyer verbreitete idealistische, romantisch-reaktionäre Philosophie des Holismus (vgl. dazu Küppers/Lundgreen/Weingart, S. 72ff.) muß verstanden werden als eine Reaktion auf das sture Festhalten der meisten seiner Naturwissenschaftler-Kollegen am Ideal der klassischen Physik, die Vielfalt der Naturerscheinungen auf eine möglichst geringe Zahl einfachster streng deterministischer Prinzipien zurückzuführen. Der ökologische Ansatz setzte demgegenüber die Anerkennung der Individualität, der Komplexität, der gegenseitigen

Abhängigkeit und der Irreversibilität der Entwicklungen in der Natur voraus. Thienemann und einige seiner Kollegen nahmen also Zuflucht zu einer auf den romantischen Protest gegen die Entzauberung der Natur durch die klassische Mechanik zurückgehenden Naturphilosophie in einer Situation, in der das Weltbild der Newtonschen Physik sich bereits als unzulänglich erwiesen hatte, das sich aus der Thermodynamik irreversibler Prozesse und der Quantenmechanik herleitende neue materialistische Weltbild (vgl. Prigogine/Stengers, 1979), das – wie noch zu zeigen sein wird – auch dem ökologischen Ansatz in besonderer Weise gerecht wird, aber noch nicht zum Durchbruch gelangt war.

Ein bemerkenswertes Dokument für die eigenartige Vermischung vorwärtsweisender Gedanken mit naturmythologischen Schwärmereien ist Thienemanns 1956 erschienenes Büchlein „Leben und Umwelt – Vom Gesamthaushalt der Natur", das einen großen Teil seiner zahlreichen empirischen und theoretischen Arbeiten gemeinverständlich zusammenfaßt. Das Bild der lebenden Natur, wie er es hier einleitend darstellt, scheint nicht im Widerspruch zur Darwinschen Evolutionstheorie zu stehen:

„Schon in der einzelnen Lebensgemeinschaft herrscht nicht nur ein Mit- und Füreinander, sondern auch ein Gegeneinander, ein Kampf ums Dasein für das einzelne Glied. Trotzdem besteht in ihr, wie auch zwischen allen Lebensstätten ein Gleichgewicht, das nicht starr, sondern labil ist, ein stetes Pendeln um einen Durchschnittszustand. Die Tatsache des Bestandes des Weltganzen durch die geologischen Zeiträume hindurch ist der beste Beweis für die Existenz dieses labilen Gleichgewichts, dieser Harmonie im Ganzen, innerhalb deren die stets vorhandenen einzelnen disharmonischen Spannungen für die Fortdauer der Bewegung und Entwicklung sorgen, deren Fehlen Ruhe, Erstarrung, Tod bedeuten würde." (S. 21)

Ausgehend von diesem Verständnis ist es durchaus logisch, wenn Thienemann seine Darstellung der Grundgesetzmäßigkeiten der Biozönosen, an deren Aufdeckung er wesentlichen Anteil hatte, mit dem Einfluß des Zufalls auf die Artenzusammensetzung der Biozönosen beginnt. Er bezieht sich dabei auf das Beispiel der Insel Krakatau und auf eigene Untersuchungen über die Besiedlung der Ende des 19./Anfang des 20. Jahrhunderts in Westfalen angelegten großen Stauseen. Doch am Ende dieses Abschnitts entschuldigt er sich dafür, den Zufall zuerst behandelt zu haben:

„Wenn wir hier den Zufall als biologischen Faktor an erster Stelle behandeln, so muß demgegenüber hervorgehoben werden, daß wir den Zufall, der gemeinsam mit der Selektion, der sog. natürlichen Auslese, die Ganzheit und Harmonie des Kosmos angeblich erklären soll, scharf ablehnen!" (S. 42).

Thienemanns Absage an den darwinistischen Ansatz wird noch deutlicher, wenn er an einer anderen Stelle zustimmend aus der „Allgemeinen Biologie" Wolterecks von 1932 zitiert:

„Heute beginnt man wieder zu empfinden, daß das Wort Zufall, auf das Werden der großen Tier- und Pflanzentypen, auf das Entstehen von Bodenbakterien, lichtbindenden Pflanzen und flüchtigen Tieren, auf das Verschiedensein von Geschöpfen des Wassers, der Luft, der Berghöhe und der Meerestiefe angewandt, bloß ein ärmliches Wort, ein Unbegriff und ein Unsinn ist, trotz der vermutlich schöpferischen Kraft, die der Begriff ‚Selektion' diesem Zufall einflößen sollte. Zufall plus Selektion als Schöpfer der Mannigfaltigkeit und planvollen Ordnung der Lebewesen (warum nicht auch der Kristalle, Gebirge, Weltkörpersysteme?), diese Vorstellung wird künftig als eine der seltsamsten Verirrungen des menschlichen Kausaltriebes gebucht werden. Heute empfinden viele wieder das von innen heraus Gesetzmäßige, Planvolle, Harmonische des Kosmos und der lebendigen Welt, ..." (S. 71).

Thienemann leitet dann über zu den Schlußfolgerungen, die er schon 1920 aus der Analyse ökologischer Sukzessionen und aus tiergeographischen Untersuchungen gezogen hatte, und die als „biozönotische Grundprinzipien" noch heute anerkannt sind:

1. „Je variabler die Lebensbedingungen einer Lebensstätte, umso größer die Artenzahl der zugehörigen Lebensgemeinschaft."
2. „Je mehr sich die Lebensbedingungen eines Biotops vom Normalen und für die meisten Organismen Optimalen entfernen, umso artenärmer wird die Biozönose, umso charakteristischer wird sie, in umso größerem Individuenreichtum treten die einzelnen Arten auf." (S. 44).

Diese Regeln waren später durch Franz (1952/53) durch ein „drittes biozönotisches Grundgesetz", das auch den historischen Faktor einbezieht, ergänzt worden:

„Je kontinuierlicher sich die Milieubedingungen an einem Standort entwikkelt haben, je länger er gleichartige Umweltbedingungen aufgewiesen hat, umso artenreicher ist seine Lebensgemeinschaft, umso ausgeglichener und umso stabiler ist sie." (Zit. n. ebenda, S. 48)

Ausgehend von diesen empirisch hergeleiteten Beziehungen, die sich durchaus mit Hilfe der darwinschen Evolutionstheorie deuten ließen, interpretiert Thienemann aber im folgenden den Binnensee unter dem Einfluß der holistischen Philosophie als „harmonisch stabilisiertes Ganzes" (S. 53). Schon 1918 hatte er unter Berufung auf den Amerikaner Forbes, der den See im Jahre 1887 als „Mikrokosmos" beschrieben hatte, den Binnensee als „Organismus höherer Ordnung" aufgefaßt. Diese heute von den meisten Ökologen nicht mehr geteilte Ansicht erlaubte aber die für die modene Ökosystemforschung grundlegende Kompartimentierung der Ökosysteme in Produzenten, Konsumenten und Destruenten durch Franz (1950) und Thienemann.

Die Tatsache, daß auf nichtdarwinistischer Basis wesentliche Fortschritte in der ökologischen Theorie möglich waren, weist darauf hin, daß der Platz Darwins in der Geschichte der Ökologie nicht so eindeutig sein kann, wie das im ersten Abschnitt dieses Beitrags na-

hegelegt wurde. In der Tat gehen die Grundideen der von Thienemann begründeten allgemeinen Ökologie jeglicher Idee einer biotischen Evolution um Jahrtausende voraus. Sie finden sich z.T. schon bei Heraklit, Hippokrates, Plato, Aristoteles und dessen Schüler Theophrast. Sie machten sich bereits Gedanken über den Einfluß des Klimas auf die Vegetation u.ä., befaßten sich aber auch schon mit Umweltschäden menschlichen Ursprungs. Auch die Vorstellung von einem „Gleichgewicht in der Natur" und selbst die Idee einer „Ökonomie der Natur" ging der Evolutionstheorie historisch voraus; denn sie findet sich bereits wörtlich bei Carl von Linné, dem bekanntesten Vertreter des Schöpfungsglaubens und der Artenkonstanz: Aufgrund seiner religiösen Überzeugung gelangte Linné zur Auffassung, die menschliche Einteilung von Pflanzen und Tieren in nützliche und schädliche müsse falsch sein; denn auch die von den Menschen als Schädlinge verfolgten Organismenarten müßten nach dem Plan des Schöpfers nützlich sein. Für Linné löste sich dieser Widerspruch dadurch auf, daß er annahm, die vom Schöpfer gewollte Harmonie in der Natur sei nicht von vornherein gegeben, sondern stelle sich als Ergebnis eines Krieges aller gegen alle in Form eines labilen Gleichgewichts ein. Er schloß in diese Überlegung auch die menschliche Gesellschaft ein: wie in der freien Natur setzten Kriege und Seuchen der übermäßigen Vermehrungsfähigkeit der Lebewesen Grenzen.

Die Idee eines Gleichgewichts in der Natur als Ergebnis eines ständigen Kampfes zwischen den Lebewesen scheint in der „natürlichen Theologie" des 17. und 18. Jahrhunderts weit verbreitet gewesen zu sein. Trotz seiner Gegnerschaft zu Linné findet sie sich fast wortgleich auch bei Buffon. Es ist durchaus möglich, daß auch Darwin, der sich in seinem Hauptwerk im Kapitel über den „Kampf ums Dasein" auf Spencer, den älteren de Candolle, Malthus und Linné beruft (vgl. Darwin, o.J., S. 39f), auch unmittelbar aus den Werken der „natürlichen Theologie" geschöpft haben kann; denn er studierte, als er sich in jungen Jahren in Cambridge auf die Laufbahn eines Landgeistlichen vorbereitete, sehr aufmerksam das Buch „Natural Theology" des Reverend Paley von 1802, wie er in seiner Autobiographie (Darwin, 1959, S. 58) vermerkt. Er weist dort auch darauf hin, daß er zum Zeitpunkt der Abfassung der „Entstehung der Arten" noch gewissen theistischen und teleologischen Vorstellungen anhing (ebenda, S. 81). Dieses Fortwirken der naturtheologischen Harmonievorstellungen neben den eigentlichen theoretischen Leistungen Darwins erklärt zumindest ansatzweise, warum Thienemann (1956) den „Kampf ums Dasein für das einzelne Glied" mit der

„Harmonie im Ganzen" verbinden konnte, ohne die darwinsche Evolutionstheorie zu akzeptieren.

Davon kann man jedoch nicht ableiten, die in Thienemanns Büchlein angesprochenen Probleme einer Synthese zwischen Reduktionismus und Ganzheitsbetrachtung sowie zwischen Systembetrachtung und historischer Betrachtung in der Ökologie seien auf einem mittleren Weg zwischen der „ganzheitlichen" Naturmythologie und der darwinschen Selektionstheorie zu lösen; denn der holistische Ansatz hat die ökologische Forschung nur zeitweise gefördert. Er ist mitverantwortlich für den Rückstand der ökologischen Grundlagenforschung im deutschen gegenüber dem anglo-amerikanischen Sprachraum, wo das nüchterne reduktionistische Vorgehen sich bisher auch in der Ökologie bewährt zu haben scheint. Natürlich soll damit der meist neopositivistisch begründete Reduktionismus nicht gerechtfertigt werden; denn gerade im Hinblick auf die praktische Anwendung der Ökologie in der Umweltgestaltung und in der Ressourcenökonomie ist eine Gesamtschau der komplizierten wechselseitigen Verflechtungen der Umweltprobleme nötig, die der Orientierung durch eine zu einem wissenschaftlichen Weltbild verdichteten Synthese der einzelwissenschaftlichen Erkenntnisse bedarf. Der Holismus, der mit dem Anspruch auftritt, eine solche Synthese hervorbringen zu können, erscheint aber in der bisherigen Geschichte der Biologie eher als feindlicher Bruder des Reduktionismus; denn *beide* Strömungen argumentieren teleologisch: die Holisten stellen der externen Finalität der Reduktionisten lediglich eine interne Finalität gegenüber (vgl. Prigogine/Stengers, S. 171). Heute ist es jedoch möglich, sowohl die mechanistische Maschinenanalogie als auch die letztlich religiös inspirierten Harmonievorstellungen durch ein konsequent materialistisches Weltbild abzulösen.

3. Noch einmal: Darwinismus, Evolution, Zufall, Ordnung

Neben der Überwindung des „platonischen Essentialismus" (Popper), d.h. der Verabsolutierung des Typus gegenüber den realen Individuen mit ihren Eigenheiten und Unterschieden, gilt die Anerkennung des Zufalls, d.h. die Ablehnung einer prästabilierten Harmonie, als wesentliche theoretische Leistung von Darwin und Wallace (vgl. Jacob, Mayr). Man kann Darwins Position auch als nominalistisch bezeichnen. Jedenfalls machte erst das Denken in Populationen unterschiedlicher Individuen eine kausale Erklärung des Ablaufs der biotischen Evolution möglich.

Die Vorläufer von Darwin und Wallace, insbesondere Buffon, Maupertuis und Lamarck beschrieben bereits zutreffend verschiede-

ne Regulations- und Evolutionsmechanismen von Organismengemeinschaften, waren aber wegen ihres Festhaltens am platonischen Essentialismus bzw. ihres Harmonieglaubens außerstande, die Entstehung neuer und das Aussterben älterer Arten einleuchtend zu erklären.

So ging bereits Buffon, im Einklang mit Linné und den Vertretern der „natürlichen Theologie", davon aus, die Umweltbedingungen setzten der Fruchtbarkeit der Arten Hindernisse. Da die Lebewelt für ihn aber nicht auf Populationen, sondern auf Typen beruhte, konnte er die durch Umwelteinflüsse ausgelösten Variationen nur als Degeneration interpretieren, wodurch sich die Organismen von ihrem Originaltyp entfernen und an Reinheit verlieren.

Maupertuis sah in der Züchterkunst bereits das Modell, an dem man erkennen könne, was in der Natur bei der Entstehung neuer Arten spontan geschehe. Von den in der Natur zufällig entstehenden Kombinationen überlebten nur die, die bestimmte harmonische Verhältnisse aufwiesen. Sowohl bei ihm als auch bei Buffon gab es aber keine Entwicklung vom Einfachen zum Komplizierten. Es war für sie undenkbar, das Bild der lebenden Natur könne einmal vom heute sichtbaren grundsätzlich verschieden gewesen sein.

Mit Lamarck kam schließlich die Idee einer vom Einfachen zum Komplizierten fortschreitenden Entwicklung in die Diskussion. Da er aber die Tendenz zum Komplexerwerden der Organismen einer geheimnisvollen inneren Kraft zuschrieb, konnte er in den Umweltbedingungen nur störende Einflüsse auf die Regelmäßigkeit des Fortschritts sehen. Durch die Anpassung der Organismen an ihre Lebensbedingungen über die Vererbung der durch Begierden, Gewohnheiten, Notwendigkeiten usw. erworbenen Eigenschaften würde die vorherbestimmte Harmonie, das Gleichgewicht zwischen Organismus und Umwelt wiederhergestellt. Auch für Lamarck war also die heutige Struktur der Organismenwelt die einzig mögliche (vgl. Jacob, S. 145ff).

Darwin und Wallace überwanden die teleologischen Vorstellungen Lamarcks, wonach jedes durch Urzeugung neu entstandene Lebewesen seinen Platz auf einer Stufenleiter steigender Komplexität bereits vorfindet, indem sie die Reihenfolge von Entstehen und Anpassung der Organismen umkehrten: Die Natur kann nur das fördern oder ausmerzen, was aufgrund der zufälligen Variabilität der Individuen einer Population bereits existiert. Doch sowohl in Darwins Hauptwerk als auch in den populationsgenetischen Modellen der Neodarwinisten im Anschluß an Fisher, Haldane und Wright stellen nicht die zufälligen Variationen, die im 20. Jahrhundert als Ausdruck von Genmutationen erkannt wurden, den „schöpferischen" Faktor

der Evolution dar, sondern die natürliche Selektion. Durch sie werde der Evolutionsprozeß in eine progressive Richtung gelenkt. Der Zufall wurde also im Darwinismus und im Neodarwinismus, kaum anerkannt, sogleich auf den zweiten Rang verwiesen.

Dadurch entsteht aber ein Widerspruch, der Darwins Nachfolgern lange verborgen blieb: Durch die Selektion wird die Variabilität der Individuen einer Population ständig eingeschränkt. In einem über eine genügend lange Zeit unveränderten Milieu müßte sich der Genotyp aller Individuen also allmählich einem Idealtyp nähern, der am besten an die Umweltbedingungen angepaßt ist. Dieser Schlußfolgerung widerspricht die große genetische Variation (Polymorphismus), die man in den letzten Jahren mit der einfachen Methode der Gel-Elektrophorese in natürlichen Populationen einer Vielzahl von Pflanzen- und Tierarten nachweisen konnte. Dieser genetische Polymorphismus kann nicht auf in jeder Generation neu auftauchende Mutationen zurückgehen, wie Darwin und die neodarwinistischen Populationsgenetiker implizit annehmen mußten; denn die natürliche Mutationsrate ist viel zu gering, um trotz der ständigen Einschränkung der Variation durch die Selektion den empirisch festgestellten Grad an Polymorphismus aufrechtzuerhalten. Vielmehr muß der größte Teil dieser Variation Ergebnis der Rekombination schon lange existierender mutierter Gene sein, die durch die natürliche Selektion nicht eliminiert wurden (vgl. u.a. F. J. Ayala,; A. Jacquard). Die einfachste Erklärung für diesen Sachverhalt ist die Anerkennung selektionsneutraler Mutationen. In der Tat scheinen mathematische Modelle, in denen der Einfluß der Selektion bewußt vernachlässigt wurde, den Polymorphismus besser zu erklären als die neodarwinistischen populationsgenetischen Modelle, die zu einer Reihe komplizierter Hilfskonstruktionen greifen müssen, um der Realität näher zu kommen (vgl. Kimura/Ohta; Nei). Wie man auch zur „neutralistischen" Erklärung des Evolutionsablaufs stehen mag, man wird dem Zufall in einer zukünftigen synthetischen Theorie der Evolution sicher einen bedeutenderen Platz einräumen müssen als in der bisherigen synthetischen Theorie, die ihn nur für den Spezialfall der Gendrift in kleinen Populationen als Erklärung heranzog. Das bedeutet zunächst, daß das für die Ökologie zentrale neodarwinistische Theorem der zunehmend besseren Anpassung der Organismen an die Umweltbedingungen infolge der natürlichen Selektion (das in der Soziobiologie Wilsonscher Prägung bis zur Absurdität strapaziert wird) neu überdacht werden muß.

Der bekannte amerikanische Populationsgenetiker Lewontin hat 1974 in einer viel beachteten synthetischen Darstellung darauf hingewiesen, die auf Selektionswerten für isolierte Gene fußenden po-

pulationsgenetischen Modelle blieben formale Übungen ohne Beziehung zur realen Welt, da die Anpassung nicht meßbar sei und weil die Abhängigkeiten zwischen den Genen sowie die (noch weitgehend unbekannten) komplizierten Beziehungen zwischen dem Genotyp und dem Phänotyp unberücksichtigt blieben. Die z.T. mit einem erheblichen mathematischen Aufwand verbundenen Modelle hätten bisher wenig zum Verständnis der Speziation und nichts zum Verständnis der Extinktion beigetragen. In einem Beitrag von 1978 meint Lewontin, das Konzept der Anpassung sei bisher über Tautologien (survival of the fittest = Überleben der am besten Angepaßten) noch nicht hinausgelangt, da es unmöglich sei, eine ökologische Nische ohne eine Population, die sie bereits besetzt hat, zu definieren. Die Speziation lasse sich wenigstens teilweise auch ohne spezielle Anpassungen erklären. Die natürliche Selektion spiele jedenfalls eine größere Rolle bei der Stabilisierung bereits bestehender Populationen als bei der Entstehung neuer Arten.

Daraus ergibt sich, daß die natürliche Selektion im Evolutionsprozeß mehr konservierend als innovativ wirkt. Sie kann nur eliminieren, aber nichts neues schaffen. Eine einleuchtende und teilweise auch schon empirisch erhärtete Hypothese nimmt sogar an, im Evolutionsprozeß könnten wesentliche Innovationen, d.h. neue Gene bzw. Genkomplexe nur dann in Funktion treten, wenn sie eine Zeitlang gegenüber dem unerbittlichen Zugriff der Selektion abgeschirmt werden. Das ist möglich, wenn die neuen Gene durch die ein- oder mehrfache Verdopplung bereits vorhandener Gene entstehen. Die im selektionsneutralen verdoppelten DNS-Abschnitt möglichen Mutationen und zufälligen Rekombinationen werden erst dann wieder der natürlichen Selektion ausgesetzt, wenn sie neue funktionsfähige Strukturen hervorgebracht haben (vgl. Ohno). Auch die Ergebnisse der modernen Molekularbiologie unterstreichen also die schöpferische Rolle der zufälligen Mutationen und legen es nahe, neben den in der bisherigen „synthetischen Theorie" der Evolution ausschließlich beachteten Mikromutationen auch die Möglichkeit von Makromutationen anzuerkennen (vgl. Lövtrup).

In der Ökologie ermöglicht eine Aufwertung der Rolle des Zufalls gegenüber der von den teleologischen Theorieansätzen überbetonten Notwendigkeit eine Synthese zwischen den „biozönotischen Grundprinzipien", der darwinschen Evolutionstheorie und der thermodynamischen Interpretation ökologischer Strukturen und Regelungsvorgänge. Übersetzt in die Sprache des Neodarwinismus besagen die „biozönotischen Grundprinzipien", ein verringerter Selektionsdruck begünstige die Entwicklung von Ökosystemen in Richtung auf höhere Komplexität und Organisiertheit. So besitzen z.B.

aquatische Ökosysteme, in denen aufgrund der Abwesenheit größerer Raubfische ein geringer Selektionsdruck herrscht, eine besonders artenreiche Fischfauna. In den wenigen noch aus der Tertiärzeit stammenden tektonischen Seen, deren Milieubedingungen sich seit Jahrmillionen kaum verändert haben dürften, beobachtet man eine starke Aufspaltung (Radiation) der Organismenarten. Die „biozönotischen Grundprinzipien" widersprechen also der neodarwinistischen Annahme eines schöpferischen Charakters der Selektion. Sie widersprechen aber durchaus nicht dem theoretischen Ansatz von Darwin und Wallace, sofern man diesen von Resten der Teleologie befreit. Wie Jacob (S. 17) treffend formulierte, verhielt sich der Biologe zur Teleologie lange Zeit wie zu einer Frau, auf die er nicht verzichten kann, in deren Gesellschaft er aber nicht öffentlich gesehen werden möchte. Heute demonstriert uns die Thermodynamik irreversibler Prozesse, auf welche Weise Zufallsereignisse (Fluktuationen) Ordnungsstrukturen hervorbringen können (vgl. u.a. Tonnelat; Prigogine/Stengers). Die Konzeption des „ordre par fluctuation", in der Zufall und Notwendigkeit innigst miteinander verflochten sind, ermöglicht heute eine Vollendung der von Darwin und Wallace vollzogenen Denkrevolution. In Darwins Hauptwerk findet sich bereits ein Paradebeispiel der Erklärung einer dem naiven Beobachter als Wunderwerk erscheinenden komplexen Struktur durch die Interaktionen zwischen den Individuen einer Population ohne die Annahme übergeordneter Steuerungsmechanismen: der Wabenbau der Honigbienen (vgl. Darwin, o.J., S. 155ff.). Vergleichbare Beispiele der dezentralen Steuerung komplexer Systeme, so die Errichtung eines Termitenbaus, werden heute auf der Basis der Theorie von Prigogine quantitativ simuliert.

Die Anwendung dieser Konzeption für die Erklärung der Struktur und der Entwicklung komplexer Ökosysteme (einschließlich der menschlichen Gesellschaft) bietet sich an. Prigogine und Stengers (194) weisen in diesem Zusammenhang selbst auf die Bedeutung der Marxschen Politischen Ökonomie hin. Die „Politische Ökonomie der Natur" werde sich grundlegend unterscheiden von den ruhigen Modellen der Arbeitsteilung und der harmonischen und zentralisierten Verwaltung, mit denen die Idee des Organismus lange Zeit assoziiert war. Und der Mensch werde nicht mehr als außerhalb einer von einer geringen Zahl universeller Gesetze regierten und damit unbegrenzt manipulierbaren Natur stehend erscheinen.

Literaturverzeichnis

Ayala, F.J., The Mechanisms of Evolution, in: Scientific American Vol. 239 September 1978, S. 48–61.

Birge, F.A. and Juday, C., The Inland Lakes of Wisconsin. The dissolved gases and their biological significance, in: Bull. Wisc. geol. nat. Hist. Surv. **22**, 1–259 (1911).
Braun-Blanquet, J. Pflanzensoziologie, Berlin 1928; 2. Aufl. Wien 1951.
De Candolle, A., Anleitung zum Studium der Botanik oder Grundriß dieser Wissenschaft, Leipzig 1838.
de Candolle, A., Géographie botanique raisonnée, Paris 1855.
Clements, F.E., Research Methods of Ecology, Lincoln, Neb. 1905;
– Plant Succession, Carnegy Institution of Washington, 1916;
– Plant Succession and Indicators, New York 1928.
Chapeville, F./Grassé, P.-P./Jacob, F./Jacquard, A./Ninio, J./Piveteau, J./Ricqles, A. de/Roger, J./Thullier, P., Le darwinisme aujourd-hui, Paris 1979.
Darwin, Ch., On the Origin of Species by Means of Natural Selection, London 1859, deutsch: Die Entstehung der Arten durch natürliche Zuchtwahl; nach d. Übers. v. J. D. Carus u. d. letzten engl. Ausg. bearb. v. H. Schmidt, Kröner-Volksausgabe Stuttgart o.J.;
– Autobiographie, Hrsg. S. L. Sobol, Leipzig/Jena 1959.
Elster, H., History of Limnology,. in: Mitt. Internat. Verein Limnologie **20** (1974), S. 7ff.
Elton, Ch.S., Animnal Ecology, London 1927.
Fisher, R.A., The Genetical Theory of Natural Selection, Oxford 1930.
Forbes, S.T., The Lakes as a Microcosm, in: Bull. Peoria (Illinois) Scient. Ass. 1887, S. 77–87.
Franz, H., Qualitative und quantitative Untersuchungsmethoden in Biozönotik und Ökologie, in: Acta Biotheoretica **9**, III, S. 1011–114 (1950);
– Dauer und Wandel der Lebensgemeinschaften, in: Schriften des Vereins zur Verbreitung naturwissenschaftlicher Kenntnisse, Wien **93**, S. 27–45 (1952/53).
Gams, H., Prinzipienfragen der Vegetationsforschung, in: Vierteljahresschr. Naturf. Ges. Zürich **63**, 293–493 (1918).
Gause, G.F., Experimentelle Untersuchungen über den Kampf ums Dasein zwischen *Paramecium caudatum, Paramecium aurelia* und *Stylonichia mytilus*, in, Zool. Z. 13, S. 1–17 (1934) russ.;
– Eine mathematische Theorie des Kampfes ums Dasein und ihre Anwendung auf die Populationen von Hefezellen, in: Bull. MCIP biol. **43**, S. 69–87 (1934) russ.
Grisebach, A., Die Vegetation der Erde nach ihrer klimatischen Anordnung, Leipzig 1872.
Haeckel, E., Natürliche Schöpfungsgeschichte. Gemeinverständliche wissenschaftliche Vorträge über die Entwicklungslehre, Berlin 1868, zit. n. Kröner-Volksausgabe Stuttgart o.J.
Haldane, J.B.S., The Causes of Evolution, London 1932.
Humboldt, A. v., Ideen zu einer Physiognomik der Gewächse, Tübingen 1808.
Jacob, F., Die Logik des Lebenden, Frankfurt am Main 1972.
Jacquard, A., Éloge de la différence, Paris 1978.
Kendeigh, S.Ch., Animal Ecology, Englewood Cliffs 1961.
Kimura, M./ Ohta, T., Theoretical Aspects of Population Genetics, Princeton University Press 1971.
Kolkwitz, R./Marrson, M., Grundsätzliches für die biologische Beurteilung des Wassers nach seiner Flora und Fauna, in: Mitt. K. Prüfanst. Wasservers. Abwasserbes., Berlin-Dahlem **I**, S. 33–72 (1902).

Küppers, G./Lundgreen,P./Weingart, P., Umweltforschung – die gesteuerte Wissenschaft? Eine empirische Studie zum Verhältnis von Wissenschaftsentwicklung und Wissenschaftspolitik, Frankfurt am Main 1978.
Lewontin, R., The Genetic Basis of Evolutionary Change, Columbia University Press 1974;
– Adaptation, in: Scientific American Vol. 239, Sept. 1978, S. 157–169.
Linné, C., L'équilibre de la nature, trad. par B. Jasmin, introd. et notes par C. Limoges, Paris 1972.
Lövtrup, S., La crise du darwinisme, in: La Recherche N° 80, juillet-août 1977, S. 642–649.
Lotka, A.J., Contribution to the Energetics of Evolution, in: Proc. Nat. Acad. Sci. U.S.A. **8**, S. 147–151 (1922);
– Natural Selection as a Physical Principle, in: ebenda, S. 151–154.
Mayr, E., Evolution, in: Scientific American, Vol. 239, Sept. 1978, S. 39–47.
Möbius, K., Die Auster und die Austernwirtschaft, Berlin 1877.
Nei, M., Molecular Population Genetics and Evolution, Amsterdam 1975.
Odum, E.P. Ökologie, München 1967.
Ohno, S., L'évolution des gènes, in: La Recherche N° 107, Janvier 1980, S. 4-14.
Popper, K. R., Das Elend des Historizismus, Tübingen 1965.
Prigogine, I./Stengers, I., La Nouvelle Alliance. Métamorphose de la science, Paris 1979.
du Rietz, G.E., Classification and Nomenclature of Vegetation, in: Svens. Bot. Tidskr. **24**, S. 489–503 (1930).
Schimper, A.F.W., Pflanzengeographie auf physiologischer Grundlage, Jena 1898.
Schwoerbel, J., Einführung in die Limnologie, 2. Aufl. Stuttgart 1974.
Shelford, V.E., Some Concepts of Bioecology, in: Ecology, 12, S. 455–467 (1931).
Smuts, J.C., Holism and Evolution (1925) deutsch: Die holistische Welt, Hrsg. A. Meyer, Berlin 1938.
Stugren, B., Grundlagen der allgemeinen Ökologie, Jena 1972.
Tansley, A.G., The Use and Abuse of Vegetational Concepts and Terms, in: Ecology, **16**, S. 284–307 (1935).
Thienemann, A.F., Physikalische und chemische Untersuchungen in den Maaren der Eifel, in: Verh. naturk. Ver. Preuss. Rheinl., Teil 1, **70**, S. 249–302, Teil 2, **71**, S. 281–389 (1915);
– Die Grundlagen der Biozönotik. Festschrift für Zschokke Nr. 4, Basel 1920;
– Lebensgemeinschaft und Lebensraum, in: Naturwiss. Schr. N.F. 17, S. 282–290, 297–303;
– Leben und Umwelt. Vom Gesamthaushalt der Natur, Hamburg 1956.
Tonnelat, J., Thermodynamique et Biologie. Tome I: Entropie, désordre et complexité, Tome II: L'ordre issu du hasard, Paris 1978.
Volterra, V., Leçons sur la théorie mathématique de la lutte pour la vie, Paris 1931.
Walter, H., Vegetationszonen und Klima. Die ökologische Gliederung der Biogeosphäre, 3. umgearb. Aufl., Stuttgart 1977.
Warming, E., Lehrbuch der ökologischen Pflanzengeographie, Berlin 1896.
Whittaker, R.H., A consideration of Climax Theory: The Climax as a Population and Pattern, in: Ecol. Monogr. **23**, S. 41–78 (1953).
Woltereck, R., Grundzüge einer allgemeinen Biologie, Stuttgart 1932.
Wright, S., Evolutions in Mendelian Populations, in: Genetics, **16**, S. 97–159 (1931).

Wolfgang Friedrich Gutmann und Klaus Bonik

Muß der Darwinismus korrigiert werden? Historische Belastung des Evolutionskonzepts und ein neuer Entwurf

1. Die Evolutionstheorie von Darwin und Wallace und ihre Unzulänglichkeiten

Obgleich der Grundgedanke des graduellen – also sprunglosen – stammesgeschichtlichen Wandels schon im frühen 19. Jahrhundert von *Lamarck* formuliert und in der Reihe der Wirbeltiere von Fischen über Amphibien zu Reptilien und Vögeln bzw. Säugern dargestellt wurde, beginnt modernes Evolutionsdenken, das auf klaren Begründungen beruht, erst mit den Publikationen von *Darwin* und *Wallace* 1859. *Darlington* hat darauf hingewiesen, daß zu dieser Zeit evolutionäre Ideen weit verbreitet waren und an verschiedenen Orten in vielen Köpfen aufkeimten.

Entscheidend bei *Darwin* und *Wallace* waren die Prämissen. Beim Vorliegen einer Überzahl von Nachkommen bei allen Lebewesen konnte nur ein Teil überleben. Dieser Glaube war soziologischen Theorien von *Malthus* entnommen. Angesichts der Variabilität der Organismen erfolgte die Auswahl der Überlebenden nicht zufällig, sondern wie Herbert *Spencer* sloganhaft formulierte: in Entsprechung zur Fitness („the fittest survives"). Der selektorische Einfluß wurde so verstanden, daß die Umweltbedingungen die Auslese aus dem Angebot der Varianten treffen und dieser als natürliche Zuchtwahl bezeichnete Mechanismus für die weitere Entwicklung allein verantwortlich ist. Dieses Evolutionskonzept steht in Analogie zur selektierenden Tätigkeit des Züchters, der die ihm passend erscheinenden Varianten weiter kreuzt. Sowohl Fitness wie Selektion wurden so nicht wirklich erklärt, sondern als unklare Analogien mitgeschleppt. Darauf haben seit *Engels* und *Nietzsche* viele Autoren hingewiesen *(H. M. Peters)*.

Selektion also sollte von der Umwelt ausgehen. Von ihr wurde erwartet, daß sie bei stammesgeschichtlichen Prozessen durch den Wandel in der Organisation der Lebewesen die Veränderung bestimmt. Der Organismus, über den kaum eingehender gesprochen wurde, erschien so als ein von außen bestimmtes Gebilde, das gleichsam in Anpassung an Umweltverhältnisse zurechtgeschneidert war. Eine solche Konzeption fügte sich gut in das vorherrschende Mechanismus-Denken in der Mitte des 19. Jahrhunderts ein, in

dem man die organisatorischen Eigenheiten des Organismus gerne übersah, wobei wir gleichzeitig bedenken sollten, daß „Leben" und „Organismus" selbst von mehr vitalistisch orientierten Ideen mit Beschlag belegt waren.

Der Organismus in der idealistisch ausgerichteten Morphologie kam nur als gestalthaftes Gebilde, nicht aber als funktionierendes System vor, das Naturgesetzen unterliegt, dessen Leistung Energie benötigt und das nach inneren Zwängen und funktionellen Organabhängigkeiten konstruiert ist. Ein solcher naheliegender Gedanke ist im Zusammenhang mit Evolution recht neu.

Zwar gibt es auch ältere Äußerungen zur Energetik hinter dem Evolutionsgeschehen, doch wurde zum Beispiel nicht verstanden, daß vielzellige Tiere zumeist hydraulische Gebilde sind, deren Aufbau und Leistung entsprechend beschrieben und begründet werden müssen. Wenn man aber die biophysikalische Natur der Maschine nicht versteht, so kann man die ihr offen stehenden Wege der Abwandlung nicht abschätzen, also stammesgeschichtliche Wege nicht rekonstruieren. Schlimmer noch, da ein Verständnis von Tieren als Konstruktionen fehlte, war das Substrat für eine Evolutionstheorie gar nicht vorhanden, die den Organisationswechsel erklären sollte. Aus diesem Grunde entstanden erst seit den 50er Jahren dieses Jahrhunderts zusammen mit der Einsicht in die Hydrosklett-Natur der Tiere die vervollständigten Evolutions-Ideen, die den Wandel der Systeme einbegreifen.

Auch die Entwicklung der Molekularbiologie nahm einen Weg in Richtung auf evolutionistische Interpretationen. Es wurde hier, wie auch bei Rekonstruktionen der biochemischen Aspekte der Lebensentwicklung der interne Aspekte von Selektion teilweise gesehen. Allerdings geht man nicht fehl, wenn man auf zwei Dinge hinweist. Die meisten Molekularbiologen irren, wenn sie ihre Evolutionistik mit dem gängigen Darwinismus der traditionellen, rein morphologisch-deskriptiven Disziplinen gleichsetzen und die Neuerungen nicht sehen. Zweitens führt die Fixierung der Molekularbiologie auf ihre Betrachtungsebene dazu, daß die verschiedenen Ebenen der Organisation mit ihren Selektionszwängen nicht gesehen oder nicht beachtet werden.

Es gab zwar schon früher Ansätze, den Wandel der organismischen Konstruktion in die Evolution einzubeziehen (*Dohrn; Roux*); auch wiesen viele Autoren auf den begrenzten Erklärungswert der Evolutionstheorie hin (*Mivart; DuBois-Reymond*). Alternative Evolutionstheorien – wie die von *Naegeli* – wurden entworfen. Wegen der Unzulänglichkeiten des Darwinismus und dem unzulänglichen Organismus-Verständnis herrschten über viele Dekaden – von

1900 bis 1930 – lamarckistische Ideen vor, die durch die Vererbung erworbener Eigenschaften das zu erklären versuchten, was der Darwinismus nicht leistete, nämlich die innere Organisiertheit der Lebewesen verständlich zu machen. Nachdrücklich betonte in neuerer Zeit *Whyte*, daß der alte Selektionsbegriff unzulänglich sei und anders gefaßt werden müsse.

Der Leser mag nun fragen, wieso eine derartig umstrittene und unzulängliche Evolutionstheorie als Grundlage von Abstammungsbehauptungen des Tier- und Pflanzenreiches genutzt werden konnte, wie man glauben mochte, man könne Abwandlungen der Organisation über den Auslese-Einfluß der Umwelt allein verständlich machen oder überhaupt erklären.

Die Antwort muß neben dem Hinweis auf den außerbiologischen weltanschaulichen Sieg der Evolutionstheorie Ende des 19. Jahrhunderts auch einen Hinweis auf den Induktivismus enthalten, die noch heute in der Biologie vorherrschende Vorstellung, Theorie sei in Wissenschaft das Abgeleitete, das sich automatisch aus Beobachtung und Experiment ergibt.

Die Vorbedingung jeder Beobachtung in der durch Theorie getragenen Problemlage wird dabei vergessen. Theorie wird nicht ernst genommen, oft nicht auf die innere Logik abgeklopft, weil die Ansicht vorherrscht, die Bestätigung erbringe die Natur in der Beobachtung selbst.

Die Evolutionstheorie war also zu wenig Gegenstand der theoretischen Analyse, als daß man die theoretischen Unzulänglichkeiten hätte erkennen können. An Beispielen wollte man Sicherheit gewinnen, auch wenn die Theorie selbst Defekte hatte. Man deutete Reihen von ähnlichen Organismen oder Serien von systematischen Einheiten von Lebewesen nach Maßgabe ihrer Ähnlichkeit oder gradierten Unähnlichkeit in stammesgeschichtliche Folgen um. Die ältere Statik im Verständnis der Lebewesen, die auf platonischen oder idealistischen, goethesches Denken einbegreifenden Ordnungsversuchen beruhte, wurde in Stammesgeschichte umgedeutet. Reihen von Konfigurationen von Lebewesen wurden als beobachtbare Stadien der Stammesgeschichte aufgefaßt. Die ältere statische Biophilosophie, das nicht-evolutionäre Denken, fand so in höchst unlogischer Weise Eingang ins Evolutionsdenken.

Da die statischen Reihen von Lebewesen natürlich keinen Prozeß enthielten, bediente man sich als weiterer Hilfskriterien der Embryonalentwicklung, deren Ablauf direkter zu beobachten ist. Der Verlauf dieses Geschehens sollte verkürzt den Ablauf der Stammesgeschichte spiegeln. Dies unterstellt, wiederum ohne zureichende evolutionsbiologische Begründungen, das sogenannte biogenetische

Grundgesetz, das auf *Haeckel* zurückgeht. Formenreihen von Lebewesen und embryonale Stadien sollten das unmittelbar vor Augen führen, was sich nicht beobachten ließ; die vorevolutionäre Einteilung der Lebewesen sollte die Stammesgeschichte spiegeln. Man brauchte nichts zu rekonstruieren. Entwürfe von Theorien waren nicht gefragt. Mit älteren vorrevolutionären Theoriefragmenten, die man für faktisch gehalten hat, flickte man die insuffiziente, zur Rekonstruktion der Stammesgeschichte nicht zulängliche Evolutionstheorie. Diese Vorstellungen reichen bis heute und werden auch immer wieder verpflichtend vorgestellt.

Zwar gab es große Felder, auf denen eine Präzisierung und empirische Stützung der Evolutionstheorie erreicht wurde, wie in der Populationsdynamik, der Erklärung von Artbildungsmechanismen, der Bewertung der Genetik für das evolutionäre Geschehen. Aber die zentrale Unzulänglichkeit, das Fehlen des Organisationsaspektes, blieb bis heute bestehen. In den traditionellen Fächern der Biologie ist noch keine Veränderung in Sicht.

2. Das physikalistische Evolutionskonzept

Bei einem Versuch, die Grundlagen der Evolutionstheorie neu und weniger unzulänglich zu formulieren, können wir den *Darwin-Wallace*schen Ansatz zugrunde legen. Die Variabilität ist nun als durch Mutationen erzeugt zu verstehen, die Überproduktion von Nachkommen und die sich aus beidem ergebende Notwendigkeit von Selektion bleiben ebenfalls bestehen. Bringen wir nun aber auch die Organismen als vielfältig gestaffelte Systeme ins Spiel, als Material und Energie zehrende und sich wandelnde Systeme, so verändert sich die Evolutionistik in entscheidender Weise.

Indem der Organismus als material- und energiezehrendes System verstanden und seine vielfältige Variabilität in allen Lebensstadien beachtet wird, können die Unzulänglichkeiten des Altdarwinismus, seine anlogiehaft unerklärten Annahmen, ersetzt werden.

Variabilität im Organismus setzt Veränderungen. Diese können das System selbst behindern oder aber in der Ontogenese wie auch später destruieren. Die Grundorganisation wird also im Hinblick auf ihre basale Funktionstüchtigkeit durch den unverzichtbaren internen Aspekt der Selektion gesichert, indem dysfunktionale Varianten und ihre genetische Kombination untergehen, ohne daß primär ein Einfluß der Umwelt gegeben sein muß.

Erst die grundsätzlich funktionalen Systeme, die die ersten Klippen der Selektion passiert haben, treten in Konkurrenz und unterliegen dem Einfluß der darwinistischen Selektion. Zu aufwendige Va-

rianten, oder solche, die nicht mehr benötigte Organe beibehalten, erleiden Nachteile. Jeder exzessive Aufwand in allen Teilsystemen wird mit geringst möglicher zeitlicher Verzögerung eliminiert. Evolution erscheint als Optimierungs- und Ökonomisierungsprozeß. Wegen der Energetik ist diese Aussage unausweichlich, denn die Organismen konkurrieren in der Natur als material- und energieverbrauchende Systeme. Es gibt damit aber keine selektionsneutralen Organe oder Gebilde, keine Beibehaltung älterer Stadien wegen historischer „Nostalgie". Evolution kann zu Vereinfachungen von Teilen oder ganzen Organismen führen oder zur Zunahme der Komplexität.

Eine Trennung von Selektion in interne und externe Aspekte ist eigentlich nicht zulässig, weil die Gesamtheit der System- und Umweltbeziehungen das Überleben selektorisch bestimmt. Die einseitige Begrenzung von Selektion auf die Einwirkung der Umwelt im Sinne des Altdarwinismus macht in der heute gegebenen Situation eine antithetische Kennzeichnung, also die Scheidung in innere und äußere Aspekte der Selektion, jedoch nötig.

Wie wichtig und unverzichtbar der interne Aspekt der Selektion ist, läßt sich aus einem Gedanken-Experiment ersehen. In einer paradiesischen Umwelt könnte der Konkurrenzdruck und die äußere Bedrohung entfallen. Weniger ökonomische Varianten würden dann bestehen bleiben. Interne Selektion aber müßte es weiter geben. Dies ist leicht einzusehen, wenn man bedenkt, daß durch Mutationen erzeugte Varianten auftreten, die das organismische System in Unordnung bringen, zu tödlichen Umbildungen oder zerstörerischen Krankheiten führen. Es ist gerade dieser Aspekt, der in der Selektion nie fehlt. Er ist sehr gut belegt durch die Kenntnis der Mißbildungen bei Menschen und Tieren und durch einen Teil des Krankengutes unserer Kliniken. Die äußere Selektionskomponente engt nur das Feld möglicher organismischer Systeme weiter ein, liest nur aus dem aus, was die interne Selektion übrig gelassen hat, weil es grundsätzlich funktionstüchtig war.

Evolution insgesamt erscheint als ein durch Mutation angetriebener Prozeß. Die Entwicklung ist durch den Optimierungs- und Ökonomisierungszwang bestimmt. Die Kanalisierung des Geschehens der Selbstorganisation geschieht durch die Beziehungen im Organismus selbst und durch die Umweltbedingungen. Daß die Umweltbedingungen als Erklärung nicht ausreichen, zeigt sich daran, daß die inneren Organe vielen internen Funktions-Ansprüchen genügen, die nicht im Umweltbeziehungen aufgehen. Zudem erfolgt je nach Ausstattung und Leistungsfähigkeit der Konstruktion der Übergang in neue Lebensräume. Es sind Aufbau und Leistung der Organismen relativ zu (sich wandelnden) Umwelten, die für den Evolutionsprozeß zählen.

Die hier entworfene Evolutionsvorstellung, als physikalistisch gegen andere Konzepte abgegrenzt, hat in Teilelementen viele Väter (*Rashevsky, Eigen, Whyte, Bock* u.a.), obgleich keiner der genannten Autoren die vollen methodischen Konsequenzen und auch die Folgerungen auf die Anwendung durch Rekonstruktion der Stammesgeschichte gezogen hat.

Es ist also klar zu betonen: In der traditionellen Formulierung der Evolutionstheorie sind entscheidende Prämissen gefaßt, aber die Faktoren, die Selektion vor allem, nicht zulänglich begründet. Die Evolutionstheorie war wegen dieser Unzulänglichkeiten nicht auf den Organismus bezogen. Energetik und Organisation in den Lebewesen waren nicht zentrale Positionen der Evolutionistik und blieben auch aus der Stammesgeschichte ausgespart, die man ja nur nach Maßgabe der Evolutionsfaktoren erklären kann. Es paßt dazu, daß zum Beispiel die Mißbildungen nicht als Beleg für organismische Variabilität und den internen Aspekt der Selektion in die Evolutionistik einbezogen wurden.

3. Das Exempel: Die evolutiven Vorbedingungen in der morphologischen Konstruktion der Wirbeltiere und des Menschen

Obgleich die Grundgedanken der physikalistischen Evolutionstheorie auch im Hinblick auf die Unterschiede zum traditionellen Evolutionsdenken sich deutlich darstellen, wird die ganze Folgelast einer Neukonzipierung nur an Beispielen deutlich. Der begrenzte Druckraum zwingt uns, die Konsequenzen in extrem holzschnittartiger Form exemplarisch darzulegen. Dabei gehen wir von der Voraussetzung aus, daß alle Organismen – den Menschen eingeschlossen – mit allen ihren Leistungen im Verlaufe der Evolution nach den voranstehend skizzierten Mechanismen entstanden sind.

Als Beispiel ziehen wir die menschliche Organisation heran, die wir in ihrer einfachsten Form in einer etwas schematisierten Weise an einem Embryo demonstrieren (Abb. 1). Ein solches lebendes Gebilde, das sich in frühen Stadien kaum von einem anderen Säuger-Embryo unterscheidet, entsteht aus einer befruchteten Eizelle und baut sich im Gefolge von vielen Zellteilungen zu einem komplizierten System auf. Dieses entwickelt am Vorderende einen Kopf mit Gehirn und großen Sinnesorganen. Der Körperstamm ist durch recht gleichförmig angeordnete Wirbel gekennzeichnet. Das Nervensystem liegt auf der Rückenseite und hat Röhrenform. Das Gehirm wird am Vorderende ausgehend von blasenartigen Auftreibungen des Nervenrohres als Hohlorgan gebildet. Die inneren Organe liegen in einer sich untergliedernden Leibeshöhle, die den Freiraum für das Wachstum und die Darmperistaltik gewährleistet. Als Anhänge des Körpers bilden sich zwei Paar Extremitäten aus, die später zu den Armen und zu den Beinen werden.

Schon in einem Embryo sind höchst komplexe Organsysteme ausgebildet. Die Physiologie kann sehr viele Teilleistungen von Organen und Organ-Systemen beschreiben. Durch experimentelle Methoden lassen sich verschiedene physiologische Leistungen ermitteln. Keine der wie auch immer gearteten Forschungsmethoden ist jedoch in der Lage, Begründungen dafür zu geben, daß dieser Organismus so aufgebaut ist, wie wir ihn vorfinden. Wenn Evolution ein allmählicher Prozeß des Wandels ist, besteht das Konstruktionsprinzip organismischer Systeme darin, daß jeweils schon vorliegende Organkonstruktionen allmählich zu anderen umgebaut werden. Dies bedeutet aber, daß eine historische Komponente im Spiel ist, die von den älteren Stadien aus bestimmt, was in späteren Entwicklungsphasen entstehen kann. Die Konsequenz daraus ist, daß die Betrachtung des Endstadiums für sich alleine nicht die Erklärung für den Aufbau liefern kann.

Der Mensch läuft nun auf den Hinterextremitäten und benutzt die Vorderextremitäten als Greifwerkzeuge. Im Normalfall bewegen sich

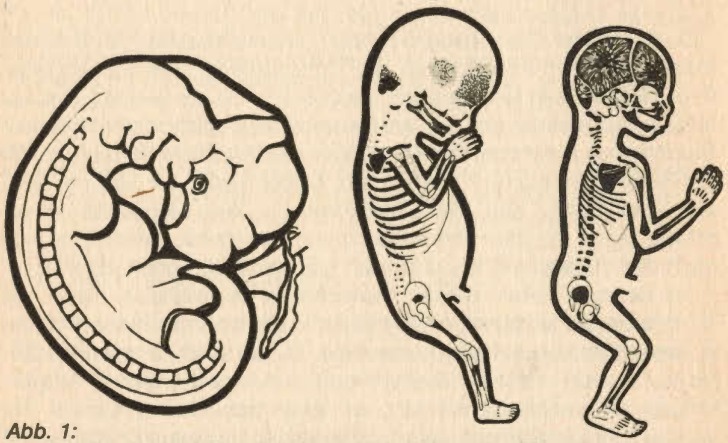


Abb. 1:
Drei Stadien in der frühen Embryonalentwicklung des Menschen.

Der Foetus ist zunächst ein rein weichkörpriges Gebilde (links), bei dem einige Organe (z.B. Kopf, Extremitätenknospen und Körperstammgliederung) schon rein äußerlich zu sehen sind. Die Falten im Halsbereich stellen keine Kiemen dar (wie bei den Fischen), sie dienen u.a. der Vorgliederung der Hals- und Gesichtsmuskulatur.

In der weiteren Entwicklung (mitte) setzen zunehmend mehr Skelettbildungen ein, die Extremitäten werden durch Knorpelwachstum gestreckt, der Oberkörper gliedert sich stärker in Kopf- und Halsbereich, so daß sich das ganze Gebilde in den Körperproportionen mehr dem uns vertrauten Menschenbild annähert.

In einem späteren Ontogenesestadium (rechts) sind alle Organe vorhanden, es findet dann praktisch nur noch Größenwachstum statt.

jedoch Säugetiere auf vier Extremitäten fort. Der Mensch stammt somit, wie in einer ableitenden Theorie gezeigt werden kann, von aufgerichteten affenartigen Säugetieren ab (Abb. 2).

Ein Überblick über das Tierreich zeigt, daß es viele Organismen gibt, die sich ebenfalls durch Nutzung von Körperanhängen über Land oder im Wasser fortbewegen, dabei aber nicht ein oder zwei Paar Extremitäten, sondern eine viel größere Anzahl benutzen. Das führt uns zu einem entscheidenden Punkt: Vom jeweils gegebenen Lebensraum her läßt sich nicht bestimmen und begründen, warum ein biologisches System so aufgebaut ist, wie wir es vorfinden. Es gibt immer auch andere Lebewesen, die die gleiche Leistung auf eine andere Weise erbringen. Wo liegen nun aber die Begründungen für die zwei Extremitäten-Paare des Menschen, wenn es ganz verschiedene Organismenformen mit einer unterschiedlichen Anzahl von Extremitätenpaaren gibt, die sich ebenfalls höchst wirksam auf dem festen Land fortzubewegen vermögen?

Nun läßt sich die Antwort relativ leicht geben, wenn man die Evolution einbezieht. Niedere Wirbeltiere, die ursprünglicheren Stadien, sind fischartige

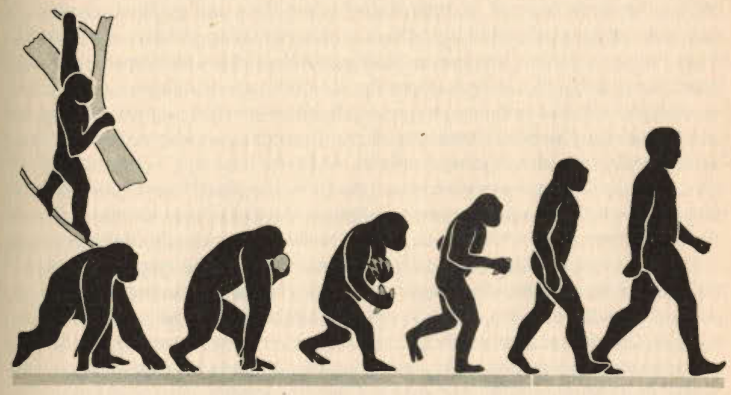


Abb. 2:
Die Evolution des Menschen aus menschenaffenähnlichen Vorfahren (nach der Theorie von *Franzen*).

Die Entwicklung beginnt bei einem baumlebenden Affen, der die verlängerten Vorderextremitäten (Arme) zur hangelnden Fortbewegung im Geäst nutzt. Nach dem Übergang auf den Boden ist eine normale vierfüßige Lokomotion nicht möglich, es kommt wegen der relativ verlängerten Vorderextremitäten zu einer halbaufgerichteten Laufstellung. Der Einsatz der Vorderextremitäten für nicht lokomotorische Aufgaben verstärkte in der weiteren Entwicklung die Aufrichtung des Körpers zum bipeden Laufen des Menschen.

Organismen. Diese bewegen sich im Wasser fort, indem sie mit dem Körperstamm Schlängelbewegungen vollführen. Sowohl der Körper selbst wie auch die unpaaren Flossen, die als Schlagflügel wirken, treiben den Organismus in seiner Umwelt voran. Unter diesen Bedingungen haben sich, wie schon im 19. Jahrhundert andeutungsweise formulierte Theorien unterstellen, Steuereinrichtungen ausgebildet. Ein Steuern nach der Seite ist natürlich leicht durch die Biegung des Körpers in die entsprechende Richtung möglich. Schwieriger ist das Steuern nach oben und unten. Dies kann primär durch die Biegung des gesamten Körpers nach oben und unten geschehen. Dieser Vorgang aber setzt einen sehr hohen Aufwand an Energie voraus, weil der ganze Vorderkörper deformiert wird.

Wenn in dieser Situation seitliche Falten am Körper entstehen, die das Absinken verhindern und bei leichten Biegungen des Körpers den Steuereffekt nach oben und unten verbessern, so konnte dies einen wesentlichen Anpassungsvorteil bewirken, der den so ausgebildeten Fischen einen großen Vorteil gegenüber anderen Varianten sicherte.

Die Steuerleistung vermochte eine weitere Steigerung zu erfahren, wenn der Aufwand der Biegung des Körpers im Dienste des Auf- und Ablenkens noch weiter vermindert wurde und an seine Stelle eine durch Muskeln kontrollierte Verformung der seitlichen Fälten trat. Die Steuerleistung konnte sich allmählich dadurch ergeben, daß Muskeln vom Körperstamm, der praktisch nur aus Muskeln besteht, auf die Falten übergriffen und sie nach der Erfordernis des Steuerns verformten. Da nun aber die Beweglichkeit in den seitlichen Falten entstand, so waren durchlaufende Falten nicht mehr günstig. Wenn sie sich nun in zwei getrennte Paare von Flossen zerlegten, konnte der Aufwand für die Steuerbewegung weitgehend vermindert werden. Getrennte und begrenzte Flossenflächen sind durch Bewegungen viel leichter zu kontrollieren als eine durchgehende Falte. Außerdem ist es – Steuerfähigkeit vorausgesetzt – sehr viel einfacher, mit Hilfe von zwei Paar Steuereinrichtungen den Körper in seiner Lage zu halten. Vereinfacht gesprochen führen die Vorderflossen den Vorderkörper, die hinteren Flossen den Hinterkörper.

Es sind in einer Fischkonstruktion Steuererfordernisse gegeben, wie wir sie auch an technischen Systemen finden. So müssen Unterseeboote vor allem bei langsamer Fahrt, solange die Formstabilität sich nicht auf den Kurs auswirkt, zwei Paar Steuereinrichtungen besitzen. Die Notwendigkeit hierzu lernte man aus der Erfahrung beim Bauen der ersten Unterseeboote vor 1900, die man zuerst mit nur einem Paar horizontaler Ruder konstruierte. Solche Systeme waren instabil, wie auch Fische, denen man ein Paar Flossen amputiert hat. Die Steuererfordernisse eines Unterseebootes und eines Fisches, der sich der Torpedoform annähert, sind also weitgehend identisch. Das Vorliegen von zwei Flossen-Paaren ist somit aus den über die Selektion wirkenden Erfordernissen der Steuerung des Körpers entstanden.

Als nun eine Gruppe von Fischen sich über das flache Wasser ausbreitete und dabei auch „auf Grund" geriet, blieben diejenigen Varianten übrig, die die Paarflossen in einer neuen Funktion nutzten, nämlich als Hilfsmittel bei der Fortbewegung auf dem Untergrund. Diejenigen Fische also, die sich mit Hilfe ihrer Flossen wieder ins tiefere Wasser retteten, die sich also von Tümpel zu Tümpel bewegten, konnten allmählich zum Leben auf dem Land übergehen.

Dort konnte nun der Körper mit Hilfe der Paarflossen vom Boden abgehoben werden. Dabei verminderte sich die Reibung. Die paarigen Flossen wurden zu Extremitäten. Da die Flossen erst kurz waren, mußte die Körperschlängelung bei der Fortbewegung unterstützend eingreifen.

Das Vorliegen von zwei Paar Extremitäten bei den Wirbeltieren ist somit durch die Steuererfordernisse der Vorfahren bedingt. Von den Bewegungsleistungen an Land allein ist nicht zu erklären, warum eine solche Konfiguration gegeben ist.

Ein weiterer konstruktiver Aspekt kann auf ähnliche Weise erklärt werden. Es wurde für die Wirbeltiere weiter oben schon auf das Vorhandensein eines Körperstammes mit einem Achsenskelett hingewiesen. Die Wirbeltiere haben entweder eine durchlaufende Körperachse (Chorda) oder eine aus Skelettelementen gebildete Wirbelsäule. Beide Organe halten den Körper bei den Biegebewegungen längenkonstant. Die Biegung des Körpers selbst wird durch kräftige Längsmuskeln bewirkt. Diese Längsmuskeln dienen beim aufrechten Gang des Menschen dazu, den Körper in der Balance zu halten.

Auch die Grundkonstruktion des Körperstammes der Wirbeltiere und des Menschen läßt sich nun nicht einfach als Anpassung an den Lebensraum erklären, denn es gibt ganz verschiedene Organismen, die ja im gleichen Biotop existieren. Wie aber wäre nun die vorliegende Organisation zu begründen? Sie ist natürlich nur in Parallele zu den paarigen Extremitäten aus einem stammesgeschichtlichen Rückschluß zu ermitteln.

Ein kleines Gedankenexperiment mag hierzu den Schlüssel liefern: Stellen wir uns die Vorfahren der Wirbeltiere vor, die noch kein Achsenskelett besaßen. Solche Organismen wären mit Längsmuskeln alleine nicht funktionstüchtig gewesen, denn die Muskeln können sich nur verkürzen, sie können den Körperstamm ziehharmonikaartig zusammenschrumpfen lassen. Es muß also bei den Vorfahren ohne Skelettelemente eine andere Organisation des Körpers existiert haben.

Wir können diese sehr leicht rekonstruieren, obgleich die Vorfahren der heutigen Wirbeltiere nicht mehr existieren und fossile Belege nicht vorliegen, wegen der Weichkörprigkeit auch nicht zu erwarten sind. Die Rekonstruktion erscheint nämlich leicht, da der Grundaufbau aller tierischen Konstruktionen sehr monoton ist. Tierische Organismen bestehen primär aus Muskeln, die sich nur verkürzen können, aber der passiven Dehnung bedürfen, aus Bindegewebe, das die Muskeln zu einer Einheit vermascht, und einer Füllung des Körpers, die von den Muskeln deformiert wird, wobei die Körperform gebildet wird. Aus Muskeln, Bindegewebe und Füllung kann man nun aus sehr naheliegenden physikalischen Gründen nur hydraulische Konstruktionen erstellen, weichkörprige Gebilde, die zu ihrer Fortbewegung den gesamten Körper einsetzen müssen. Solche Organismen sind – wenn sie lokomotorisch mobil sind – immer wurmförmige Gestalten. Ihre Fortbewegung geschieht dadurch, daß sie entweder eine Schlängelung über den Körper ablaufen lassen, oder aber wellenförmig peristaltische Aktionen betreiben.

Eine solche Wurmkonstruktion aber muß den Wirbeltieren vorangegangen sein. Solange nämlich ein Skelett fehlte, bildete die Leibeshöhle mit dem

Darm und der ihn umgebenden Flüssigkeit die Füllung der hydraulischen Konstruktion (Abb. 3 und 4).

Außer den Längsmuskeln muß es noch Ringmuskeln und Muskeln auf dichtstehenden Querwänden gegeben haben, die den Körperhohlraum untergliederten und im Querschnitt verspannten. Diese Aussage können wir mit hoher Sicherheit treffen. Längsmuskeln alleine können den Körper nicht bewegen. Sie würden ihn nur verkürzen. Eine Wiederdehnung wäre nicht mehr möglich. Nur wenn Ringmuskeln und querschnittverspannende Muskeln vorhanden sind, können den Längsmuskeln mit ihrer Verkürzungstendenz andere Muskeln über der Körperfüllung entgegenarbeiten. Beim Fehlen des Achsenskelettes ist also nur durch Ring- und querschnittverspannende Muskeln die Funktionstüchtigkeit herzustellen.

Eine solche Konstruktion ist aber als wurmförmiger Organismus zwangsläufig und unvermeidlich eine hydraulische Apparatur. Diese ist grundsätzlich in der Lage, viele verschiedene Bewegungsformen zu vollführen. Allen Bewegungen aber ist eine Eigenheit gemeinsam: es ist ein hoher Aufwand an Muskelaktivität erforderlich, weil nämlich jede Bewegung, die aus Verformungen des Körpers besteht, die Kontrolle der Körperform durch viele Muskeln voraussetzt, so daß nicht-förderliche Bewegungen unterbunden werden. Dort, wo nämlich keine Muskulatur die Verspannung sichert und Deformationen verhindert, würde es Ausbeulungen geben, die die Wirksamkeit der Fortbewegung herabsetzen.

Den Übergang zu den Chorda- und Wirbeltieren können wir nun sehr leicht dadurch erklären, daß das gesamte System in seiner Wirksamkeit beträchtlich gesteigert wurde. Wenn nämlich eine Spezialisierung des Antriebs auf Schlängelbewegung stattfand, brauchten Längenveränderungen nicht mehr durchgeführt zu werden; die Längsmuskeln sorgten für abwechselnde Biegungen, die als Schlängelwellen über den Körper liefen. Die Ring- und Dissepiment-Muskeln hielten dabei den Querschnitt und über die Volumenkonstanz der Füllung die Körperlänge konstant.

Wenn nun in dieser Situation im Inneren des Körpers oberhalb des Darmes im füllenden Gewebe ein Stab auftrat, der den Körper daran hinderte, seine Länge zu verändern, so konnte dies beträchtliche Vorteile erbringen. Ein Gewebsstab mit dichter Bindegewebshülle kann nämlich mit geringerem Aufwand als die komplizierte Muskulatur den Körper in der Länge konstant halten. Bei den Chorda- und Wirbeltieren ist offenbar eine solche Umgestaltung eingetreten, der Chordastab trat auf und mit seiner Entstehung konnten die Ringmuskeln und die den Körper untergliedernden Muskeln zurückgebildet werden. Die Querwände, nun ohne Muskeln, blieben aber erhalten. Sie verbanden nämlich die Achse mit dem kräftigen Muskelschlauch. Die Muskeln selbst konnten nun dicker werden und die wirksamste Schwimmbewegung ermöglichen, die es im Tierreich gibt.

Von dem Moment an, in dem an dem zuerst weichkörprigen Stab Skelettelemente auftraten, bildete sich die für alle Wirbeltiere typische Wirbelsäule aus. Beim Auftreten der großen Sinnesorgane und des Gehirns als Auswertungszentren für die Sinnesinformationen bildete sich auch im Schädel ein festes Skelettgerüst aus. Betrachtet man nun die im einzelnen hier nicht begründbare Entwicklung der Wirbeltiere von fischartigen Konstruktionen zu

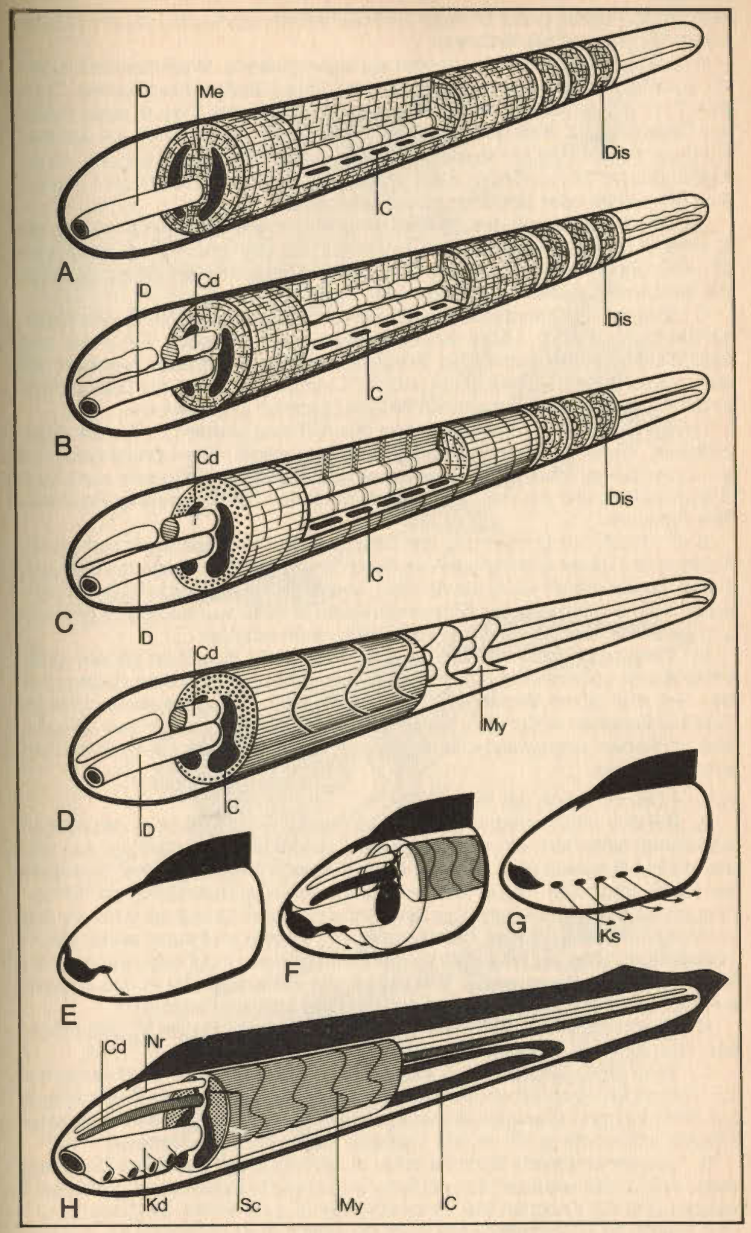


Abb. 3: Die Ableitung der Chorda- und Wirbeltiere von wurmartigen hydraulischen Vorfahrenkonstruktionen.

A.: Vielfach gleichförmig (metamer) untergliederte Wurmkonstruktionen mit durchgehendem Darm (D), vielen paarigen Leibeshöhlenräumen (Coelom, C) und Querschnittsverspannungen (Dissepimente, Dis). In einer mittleren Gewebswand (Mesenterium, Me) ist der Darm aufgehängt. Als äußerer Körperabschluß liegt ein Muskelschlauch vor, der im Zusammenhang mit der hydraulischen Körperfüllung die Formgebung bestimmt und bei der Lokomotion (Peristaltik oder Schlängeln) eingesetzt wird.

B.: Oberhalb (dorsal) des Darmes entsteht in der weiteren Entwicklung die Chorda (Cd), ein zunächst rein hydraulisches, mit transversal stehenden Muskeln versehenes Organ, das beim Schlängelschwimmen die Körperlänge mit sehr wenig Aufwand konstant hält.

C.: Wegen der Chordabildung können die Ringmuskeln als Querschnittsverspannungen und Längenkostanzsicherungen entfallen. Es bildet sich beim Schlängelschwimmen ein Wechselspiel (Antagonismus) zwischen den stark vermehrten Längsmuskeln und der Chorda aus, wobei die Dissepimente die Kraftübertragung zwischen beiden Organen übernehmen.

D.: Die Dissepimente verlieren ihre Muskeln und werden zu rein bindegewebigen, kraftübertragenden Myosepten umgebildet. Die Leibeshöhle wird als konstitutives Element im Bewegungsapparat mehr und mehr zurückgedrängt, behält aber als Frei- und Gleitraum für den Darm und seine Peristaltik ihre Funktion.

E.-G.: Nach der Entstehung der Chorda bilden sich aus seitlichen Mundbuchten und deren Untergliederung durch Stege die Kiemenspalten (Ks) aus. Diese dienen primär nicht der Atmung, sondern als Filtrierorgane der Ernährung. Solche Löcher in der Körperwand sind in einer wurmartigen Konstruktion (entsprechend Stadium A) konstruktiv nicht möglich.

H.: Fertiger Chordat mit Chorda (Cd), Neuralrohr (Nr), Kiemendarm (Kd), einheitlicher Leibeshöhle (C), Leibeshöhlenresten an der Achse (Sclerocoelen, Sc) und durch Myosepten (My) vergliederten Längsmuskeln. Diesem Konstruktionstyp entspricht, wenn man von Sonderanpassungen absieht, das im Boden eingegraben lebende und dort filtrierende Lanzettfischchen Branchiostoma.

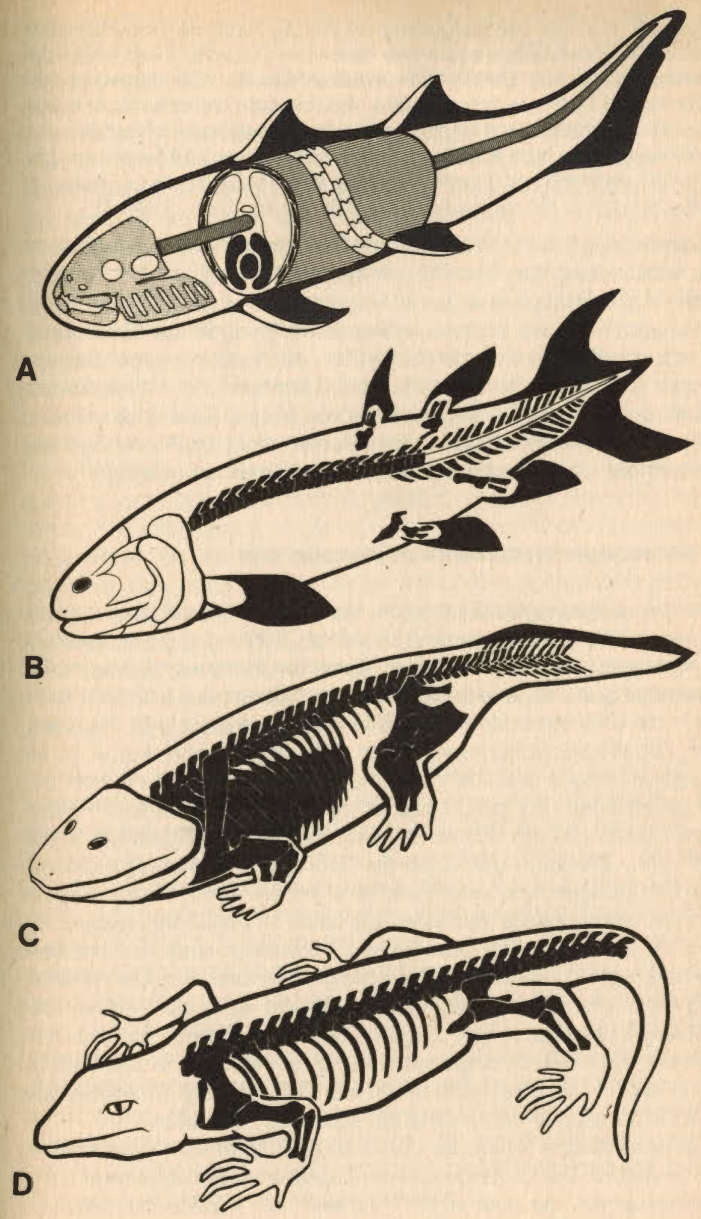
Abb. 4: Die Evolution der Wirbeltiere.

A.: Bei den urtümlichen Chordaten (entsprechend Stadium H der vorigen Abbildung) bildet sich ein erst knorpeliger, dann verknöcherter Kopf aus, der die großen Sinnesorgane (Augen, Nasen, Gleichgewichtsorgane) und auch die Kiefer trägt. Der Körper war von einem äußeren verknöcherten Schuppenpanzer bedeckt, der weniger eine Schutzfunktion besaß als vielmehr unkontrollierte Verwindungen des Körpers verhinderte, aufgrund seiner dachziegelartigen Überlappung aber Schlängelbiegungen zur Fortbewegung zuließ. Dieser Schuppenpanzer brachte so viel Walkungsruhe in das System ein, daß im Körperinneren Sklettversteifungen auftreten konnten.

B.: Eusthenopteron, ein fossil erhaltener Crossopterygier (Quastenflosser), der das sich bildende Innenskelett zeigt.

C.: Beim Übergang an Land wurden die Paarflossen der Fischvorfahren zur Lokomotion genutzt und entsprechend den Anforderungen des Laufens auf dem Untergrund umgebildet und gelenkig gegliedert. Das fossil erhaltene Amphib Ichthyostega gilt als ein Vertreter dieser Übergangsphase.

D.: Das generalisierte Schema einer zu den Reptilien gezählten Eidechse zeigt, daß in der weiteren Entwicklung an Land die Extremitäten verlängert wurden und die Knochen der Unterschenkel in zwei Stäbe zergliedert wurden. Relativ zu Ichthyostega erscheint der gesamte Knochenbau als weniger aufwendig. Abb. 3 und 4: Zeichnung: Renate Klein-Rödder.



Amphibien, Reptilien und Säugetieren, so fällt die Zunahme von Skelettgebilden auf. Die Konstruktion wird immer mehr durch knorpelige und knöcherne Elemente ausgesteift. Den Vorteil können wir nun auf dem Hintergrund der Ableitung von hydraulischen und stark verformbaren Gebilden leicht verstehen. Die Skelettelemente verhindern zunehmend wirksamer kraftzehrende Verformungen, die nicht vorteilhaft sind. Zudem können die Muskeln am Skelett selbst ansetzen und so viel wirksamer agieren. Es ist die generelle Leistungssteigerung, die die Selektionsvorteile erbringt (Abb. 3 und 4).

Dieser Ablauf ist an Fossilien teilweise (vor allem im Hinblick auf die Ausformung der Skelettelemente) gut belegbar. An Fossilien selbst – die wichtige Belege für Theorien sind – ist natürlich nicht in induktiver Weise die Evolution abzusehen. Auch an der Embryonalentwicklung läßt sie sich nicht erkennen, auch wenn es über Begründungen gelingt, manche embryonale Bildungen als Hilfseinrichtungen für den Aufbau des Lebewesens von älteren Stadien abzuleiten. Sogenannte Rekapitulationen lassen sich nicht direkt beobachten, sondern nur über stammesgeschichtliche Theorien aufzeigen.

4. Methodisch-theoretische Konsequenzen

An den aufgezeigten Beispielen, die sich auf Grundorganisationsformen der tierischen Lebewelt beziehen, dürfte das Entscheidende eines tieferen Verständnisses von Evolution klargeworden sein. Alle Abwandlungen, die in der Stammesgeschichte weiterführen, müssen in die Umweltbeziehungen und in das interne Gefüge des jeweiligen Organisationsstandes passen. Der Organismus selbst ist als maschinenartiges Gebilde zu verstehen, dessen Leistung und Leistungsverbesserung ganz bestimmte Organisationsformen voraussetzt. Dieses Gefüge bestimmt selbst mit, wie es abgewandelt werden kann. Selektion muß also als Grundlage stammesgeschichtlicher Erklärungen eine innere und eine äußere durch die Umwelt bestimmte Komponente besitzen. Es kann Wandlungen geben, die nicht mit einem Wechsel der Umwelt verbunden sind. Dies ist dann der Fall, wenn nur eine Leistungssteigerung und eine Ökonomisierung der Konstruktion stattfindet. Außerdem kann die Veränderung in einem Lebensraum den Zugang zu einem anderen Lebensraum eröffnen; nach den Bedingungen der Konstruktion kann das Vordringen in neue Lebensbereiche stattfinden. Umwelt und Umweltwandel ist nicht der alleine entscheidende Motor der Evolution.

Die Entwicklung ist immer durch eine Vielzahl von Vorbedingungen bestimmt. Die Organisation der Lebewesen enthält immer ältere Determinanten, die aber nicht „raunend" als historische Belastungen umschrieben werden können, sondern in Begriffen der Physiologie, Biomechanik und Ökologie. Nur der Rückgriff auf die Vorläuferstadien gestattet es, die Organisationsformen der Lebewesen zu erklären.

In dieser Hinsicht bestehen entscheidende Unterschiede gegenüber modernisierten Formen des Altdarwinismus, wie man ihn bei renommierten Autoren wie *Lorenz* und *Riedl* finden kann. So fehlt die konstruktive Seite, das Rekonstruierende und Erklärende bei diesen wie bei vielen anderen Autoren. Dagegen wird angenommen, der genetische Apparat könne ältere Erfahrungen speichern, obgleich etwas anderes als Aminosäuresequenzen durch die Nukleotide der DNS im Erbgut nicht festgelegt werden. Bei *Lorenz* und *Riedl* wird zwar das konstruktive Gefüge der Organismen mittels des Systembegriffes beschworen, aber naturgesetzliche und physiologische Systembeziehungen werden nicht genannt; der Organismus ist als bildhafte Konfiguration behandelt. Durch naturwissenschaftlich nicht faßbaren Formvergleich werden Beziehungen zu anderen Gebilden (nicht Konstruktionen) hergestellt. Trotz der Nennung von interner Selektion und Energie-Aspekt bleibt so *Riedl*'s Evolutionistik altdarwinistisch und zur Rekonstruktion der Stammesgeschichte ungeeignet. Daß auch die Grundidee von *Lorenz* konsequent altdarwinistisch ist, zeigt sich daran, daß er glaubt, die Anpassungen der Organismen spiegelten die Umwelt. Nichts zeigt besser die fehlgeleitete Grundidee des Altdarwinismus, wie die Ansicht, die *Lorenz* in der „Rückseite des Spiegels" vertritt, daß die Umwelt den Organismus und seine Organisation bestimme.

Weil alle Lebewesen höchst komplizierte Systeme sind, können stammesgeschichtliche Entwicklungen nur über allmähliche Umwandlungen verlaufen. Der Grund dafür liegt in der Tatsache, daß Mutationen – die eine größere Abwandlung erzeugen würden – zwangsläufig nachteilig ausfallen müßten. Nur in kleinen Schritten kann ein komplexes Gefüge bei dauernd erhaltenbleibender Funktionstüchtigkeit allmählich verändert werden. Größere Abwandlungssprünge durch Mutationen kommen zwar vor, fallen aber außer beim Abbau nutzloser Organe jederzeit der Selektion anheim. Damit wird der grundsätzliche Gradualismus – also die Sprunglosigkeit stammesgeschichtlicher Entwicklung – mit Hilfe des Selektionsmechanismus selbst begründet. Es ist typisch für die traditionelle Evolutionstheorie, daß sie die gradualistische Veränderung als selbstverständlich unterstellt, gleichzeitig aber die großen Wandlungssprünge, die Letalmutationen, gar nicht zur Kenntnis nimmt oder nicht als Teil des Selektionsgeschehens versteht.

Daß im Grunde Allmählichkeit des Wandels nur axiomatisch eingebracht ist, bemerkt man dann, wenn man beachtet, daß seit der Formulierung der Evolutionstheorie zu allen Zeiten Vorstellungen entwickelt wurden, die von großen Sprüngen in der Entwicklung ausgehen. Eine der bekanntesten Vorstellungen ist die des „hopefull monster" von *Goldschmidt*, die unterstellt, daß gelegentlich Monstrositäten glücklich so geformt sein können, daß sie völlig neue Entwicklungswege eröffnen. Ein angemessenes Verständnis von Selektion schließt allerdings solche Konzepte aus.

5. Evolution und Embryonalentwicklung

Jeder Organismus macht eine Individual-Entwicklung durch, die bei Vielzellern in der Regel mit der befruchteten Eizelle beginnt, über eine mehr oder minder lange Ontogenese oder Embryonalentwicklung führt, die Larvenstadien enthalten kann. Nach einer verschieden langen Phase des Lebens als Adultform endet die Individualentwicklung mit dem Tode. Bei erfolgreichen Varianten wurde vorher das Erbgut und mit ihm das Leben auf die nächste Generation weitergegeben.

Mutative Veränderungen können alle Stadien des Lebens, sogar die Art des Todes betreffen. Kein Stadium ist in sich stabil. Da nun aber Evolution in jeder Art aus einer langen Reihe von Individualentwicklungen besteht, die sich zeitlich überschuppen, kann stammesgeschichtlicher Wandel nur aus der selektiv gesteuerten Veränderung der Ontogenesen zustande kommen. Die Summe der mutativ veränderten Ontogenesen, die durch Selektion dezimiert und auf einer geordneten Bahn gehalten wird, konstituiert Stammesgeschichte.

Es ist erstaunlich, daß diese Sicht von Phylogenese kaum je so formuliert wird. Eine so konsequente Vorstellung würde nämlich eine Menge kurioser und mit der Evolutionstheorie nicht vereinbarer Deutungen der Embryonal-Entwicklung eliminieren, die sich um das sogenannte biogenetische Grundgesetz gruppieren. Dieses von *Haekkel* inaugurierte Gesetz, das seine nicht-evolutionistische Natur darin zeigt, daß es mit älteren vorevolutionistischen Deutungen der Embryonalentwicklung gleichgesetzt wird, legt nahe, an der Embryonal-Entwicklung ließe sich in verkürzter Form die vorangegangene Stammesgeschichte ablesen. Diese Idee ist eine primitiv-induktivistische Anleitung, die Stammesgeschichte, die von der Theorie nahegelegt wird, aber nicht direkt beobachtbar ist, doch unmittelbar empirisch zu erfassen. Die Unlogik in diesem Verfahren ist kaum zu übertreffen. Schon erkenntnistheoretisch ist dies eine erstaunliche

Fehlleistung, die wegen ihrer Unsinnigkeit und angesichts der Tatsache, daß sie über Generationen gegen den wiederholten Nachweis der Absurdität ernst genommen wurde (*Peters*), die Frage aufwirft, welcher Erfordernis sie entsprach und welche Rolle sie noch spielt.

Wenn Phylogenese aus Ontogenesesequenzen besteht, die in allen Phasen der Wandlung unterliegen, ist die Vorstellung, die Ontogenese könne die Stammesgeschichte abbilden oder nachzeichnen, unsinnig. Bei jeder einzelnen embryonalen Struktur taucht die Frage auf, ob sie im allmählichen Wandel eine Rekapitulation darstellt oder nicht. Selbst wenn man das biogenetische Grundgesetz, wie letzthin häufig geschehen, zur bloßen Regel abspeckt, ist nichts gewonnen. An der Ontogenese läßt sich nur eines ablesen: Die Ontogenese. Allerdings kann man dann die Frage stellen, wie die embryonalen Gebilde im Verlaufe der Stammesgeschichte allmählich entstanden.

Gehen wir nun aber von unserem Konzept aus, das allmählichen Wandel fordert, so gehört die Ontogenese in all ihren Teilprozessen zum energie-zehrenden und damit zum selektiv bewerteten Geschehen. Da in allen Stadien Konkurrenz stattfindet, besteht ein nicht endender Ökonomisierungsdruck. Nur solche Organe, die durch Komplizierung die Überlebens- und Fortpflanzungschance erhöhen, werden beibehalten oder erst entwickelt. Alle funktionslos werdenden Organe müssen, weil Energie-Ersparnis immer Anpassungsvorteil ist, einfacher und kleiner werden und verschwinden. Und zwar restlos, wenn auch mit gewisser zeitlicher Verzögerung. Bei Abwandlungen werden innerhalb relativ kurzer Zeit alle älteren Strukturen, die keinen Vorteil mehr bieten und die Überlebens- und Fortpflanzungschance nicht verbessern, zurückgebildet. Dies bedeutet, daß wir grundsätzlich nicht erwarten dürfen, es bleibe einfach aus „historischer Treue" in der Embryonalentwicklung die Dokumentation älterer stammesgeschichtlicher Stadien erhalten. Der Embryo ist kein Museum stattgehabter Phylogenese. Gleichzeitig läßt sich aussagen, daß nur solche älteren Bildungen erhalten bleiben, die im Verlaufe des Wandels eine neue Funktion erhalten oder eine alte Funktion beibehalten. Aber nur in Rekonstruktionen der Stammesgeschichte können wir die Rekapitulationen und die nichtrekapitulatorischen Geschehnisse über Begründungen unterscheiden.

Wir wollen dieses Grundkonzept im folgenden am Beispiel der Wirbeltier-Embryologie extrem skizzenhaft, aber klärend im Hinblick auf die theoretischen Grundlagen umreißen.

Kein Wirbeltier durchläuft das für die Stammesgeschichte rekonstruierte Wurmstadium, weil in der Embryonalentwicklung sehr frühzeitig das Achsenskelett angelegt wird. Dennoch tritt eine Untergliederung des Materials,

aus dem Wirbel und Muskeln entstehen, in metamerer Weise, also als Folge gleichartig sich wiederholender Bauteile, ein. Dieser Sachverhalt ist leicht zu erklären. Das Material wird so angeliefert, wie es für die späteren Entwicklungsstadien mit ihrer Gliederung der Wirbelsäule und Muskulatur erforderlich ist. Wenn also die gleichförmige Wiederholung stammesgeschichtlich alter Stadien eintritt, dann nur in dem Maße, wie dies für die Erstellung des fertigen Wirbeltierorganismus erforderlich ist.

Das Auftreten von Kiemen geschieht ebenfalls nicht in der Weise, wie dies für die Stammesgeschichte zu fordern ist. Es treten nämlich in der Embryonalentwicklung Poren auf, Perforationen der Körperwand, die in der Stammesgeschichte – in der nur allmähliche Entwicklungen verlaufen sein können – nicht tragbar gewesen wären. An den Kiemenbögen setzen bei fischartigen Wirbeltieren Kiemenblätter an, an denen der Gasaustausch mit dem durchfließenden Wasser geschieht. Sobald die Wirbeltiere an Land gehen und durch Lungen atmen, werden die Kiemen zurückgebildet. Selbstverständlich treten auch in Embryonen der Landwirbeltiere niemals Kiemen auf, obgleich die Bezeichnung der seitlichen Wülste im Halsbereich bei allen Wirbeltieren als „Kiemenbögen" genau diesen verkehrten Eindruck erwecken. Aus diesen wulstartigen Gebilden, zwischen denen sich taschenartige Ausbuchtungen ausbilden, werden bei Landwirbeltieren lymphatische Organe und Drüsen. Das heißt, die ältere Gliederung des Körpers im Halsbereich wird in dem Maße beibehalten, wie sie für die Erstellung von Organen im fertigen Landwirbeltier nutzbar und erforderlich ist. Die Wülste im Halsbereich lassen neben dem Kiefer die Skelettelemente, die zum Ohr gehören, und die Muskeln von Hals von Gesicht entstehen. Es handelt sich hier also um Materialvorgliederung für den Aufbau des Organismus. Von Kiemen ist keine Spur vorhanden; allerdings sind über eine stammesgeschichtliche Begründung die wulstartigen Gebilde der Landwirbeltier-Embryonen von den Kiemenbögen (also den die Kiemenblätter tragenden Strukturen) bei fischartigen Wirbeltieren ableitbar.

Es wird somit deutlich, daß wegen des allmählichen Umbaus sehr wohl das Erhaltenbleiben auch älterer Strukturen wahrscheinlich ist. Da aber ein Zwang zur Rückbildung aller nicht mehr nutzbaren Strukturen besteht, bleiben nur solche älteren Gebilde erhalten, die in der Embryonalentwicklung eine neue Funktion übernehmen. Es liegt also nicht einfach eine Nachzeichnung der Stammesgeschichte vor. Außerdem kann man nicht durch Betrachtung eines Embryo erfassen, was Rekapitulation in diesem nun neu erklärten Sinne ist. Man benötigt eine stammesgeschichtliche Ableitung und Begründung, um eine Scheidung zwischen rekapitulatorischen Gebilden, die in neuer Funktion ältere Stadien nachzeichnen, und Abweichungen zu treffen. Das biogenetische Grundgesetz als eine Anleitung, am Embryo selbst die Stammesgeschichte zu ermitteln, ist unbrauchbar, nutzlos und mit der Evolutionstheorie nicht vereinbar.

Bleibt die Frage zu behandeln, warum gegen jede Logik und angesichts des Widerspruchs so vieler Autoren das biogenetische Grundgesetz beibehalten wurde. Die Antwort erhält man, wenn man die voranstehend charakterisierten Insuffizienzen des Altdarwinismus

ins Kalkül zieht. Er ließ Ontogenese unerklärt. Das biogenetische Grundgesetz brachte wenigstens eine Grundeinsicht ins Spiel: Daß Phylogenese und Ontogenese in Beziehung zueinander stehen. Allerdings wurde dieser Punkt nicht angemessen gekärt.

Doch erinnern wir uns. Der Altdarwinismus vermag organisatorischen Wandel nicht zu rekonstruieren, weil er den Organismus mit den intern-selektorischen Mechanismen unbeachtet läßt. In dieser Not konnte nur durch Krücken die Verkrüppelung der Theorie ausgeglichen werden. Man nahm einerseits die Folge von systematisch geordneten Lebewesen und interpretierte sie, die statische Grundtheorie verletzend, evolutionistisch um. Zu dieser Unlogik kam eine zweite, die gleichsam mit einem Trick die evolutionäre Pseudodynamik ins Spiel brachte. Die phylogenetischen Abläufe, die man nicht rekonstruierte, die man wegen der Unzulänglichkeiten der Theorie nicht nachzeichnen konnte, glaubte man, sich aus der Ontogenese borgen zu können. Im Embryonalgeschehen ist Dynamik und Prozeß fast unmittelbar zu beobachten. Diese Dynamik projizierte man dorthin, wo die Evolutionstheorie die Grundlagen nicht bot, in die Phylogenese. Man flickte die defekte Evolutionistik mit Versatzstükken aus der Ontogenese. Deutlich wird somit aber über die Unzulänglichkeiten der Theorie hinaus, daß die traditionelle Biologie gar keine Theoreme für Prozeß und Dynamik als Hintergrund von Evolution hatte; es fehlte das philosophisch-theoretische Szenario, in dem sich Evolution und Phylogenese adäquat darstellen konnten.

6. Schlußfolgerungen

Durch das voranstehend umrissene Konzept sind die eingangs aufgezeigten Insuffizienzen des Altdarwinismus überwunden. Die interne Kanalisierung läßt die Entstehung komplexer Organe verständlich werden. Die Forderung, daß funktionslose Organe zurückgebildet werden, hat eine verbindliche Untermauerung erhalten. Die Embryonalentwicklung ist fest in die Evolutionstheorie eingebunden. Die gesamte Embryonal-Entwicklung unterliegt dem Selektionsdruck.

Aus dem Evolutionsdenken eliminiert sind die Reste der idealistischen Morphologie, die Formenreihen von Lebewesen. An ihre Stelle treten Modelle mit Anpassungsbegründungen und erklärten Limitierungen von Entwicklungswegen, die zu heute bekannten Organisationen von Lebewesen führen. Auch systematische Zusammenstellungen von Organismengruppen werden nicht mehr für Stammesgeschichte gehalten. Die Statik der Einteilung in Gruppen und die konfigurative Idealistik von Bauplänen werden aus der Stam-

mesgeschichte herausgelöst. Alle die Elemente entfallen, die man bisher beim Überbrückungsversuch der Defekte im Evolutionsdenken mit Stammesgeschichte gleichgesetzt hat.

Besonders tiefgreifend sind die Konsequenzen: Viele Organismenreihungen, an die man sich als Evolutionsfolgen gewöhnt hat, erweisen sich als unwahrscheinlich, willkürlich oder gar unmöglich. So hat man ohne Erklärung die Chorda- und Wirbeltiere bisher von Organismen abgeleitet, die im Boden leben und filtrieren. Viele wegen ihrer Einfachheit als urtümlich angesehene Tierformen müssen als sekundär vereinfacht angesehen werden. Die Folgen sind hier so tiefgreifend und schockierend, weil als selbstverständlich betrachtete, gar nicht mehr bezweifelte oder auch nur für erklärungsbedürftig gehaltene Grundvorstellungen hochgradig zweifelhaft werden oder fallen.

Die Beispiele für stammesgeschichtliche Rekonstruktionen waren nun so gewählt, daß sowohl die wesentlichen Aspekte einer um den Organismus als Energiewandler zentrierten Evolutionstheorie deutlich werden als auch die bis heute in Forschung und Lehre übersehenen Unzulänglichkeiten der altdarwinistischen Evolutionstheorie klar hervortreten. Folgende Konsequenzen erscheinen als besonders wichtig:

1. Als erstes ist zu betonen, daß es derzeit durchaus differente und miteinander konkurrierende Evolutionstheorien gibt, die getrennte Gültigkeitsbereiche haben. Angesichts der Popularität von Evolutionsdenken und seiner Propagation wird nicht mehr klar zwischen verschiedenen Theorien geschieden. Auch ist bei der unumstrittenen Anerkennung des Evolutionsdenkens gar kein Druck mehr gegeben, die Theorie zu präzisieren. Diese Situation ist für den wissenschaftlichen Klärungsprozeß durchaus nachteilig.

2. Trotz der Rezeption von Evolutionsdenken bleibt ein mehr philosophischer Denkhintergrund von Entwicklungstheorien bestehen, denn diese beschreiben nicht einfach Realität, sondern begründen komplizierte Theoreme, die in Verbindung zu wirtschaftlichen und sozialen Mechanismen auftreten und sich wandeln. Biologische Theorie muß auch heute innerhalb des kulturellen und ideologischen Getriebes stattfinden. Der Ökonomisierungsaspekt und die energetische Basis der physikalistischen Evolutionistik ist ohne die Optimierungs-Ideen der Wirtschaft kaum denkbar. Das in den Beispielen angedeutete Verständnis des Organismus ist durch technische Vorstellungen entscheidend mitbedingt. Biotheorie als Teil des Evolutionsdenkens ist weder von Philosophie noch von anderen zeitgleichen Grundmechanismen des Denkens abkoppelbar.

3. Bei der Ermittlung stammesgeschichtlicher Entwicklungen ist eine Trennung von Theorie und Praxis in der Biologie und Paläontologie nicht möglich. Alle Sachaussagen sind theoretisch imprägniert. Alle stammesgeschichtlichen Aussagen stellen durch Revision bedrohte Theorien dar. Die noch weit verbreitete Meinung, es gebe in den experimentellen Feldern der Biologie, der Physiologie, Biochemie und Molekularbiologie gesicherte und gegen Theorie gefeite Felder, bricht in dem Moment zusammen, in dem erkannt wird, wie breit eine strikte Evolutionistik gilt, die auch die Bereiche der Biologie einbegreift, auf die man die Evolutionstheorie noch nicht angewendet hat.

4. Im historischen Rückblick wird erkennbar, wie durch das Fehlen einer adäquaten Organismus-Vorstellung das Evolutionsdenken behindert und auf der altdarwinistischen Spur gehalten wurde. Die Physiologie nahm in ihrem wenig sinnvollen Bestreben, alle Leistungen auf Physik und Chemie zurückzuführen, die historischen Bedingungen in Lebewesen und die interne selektive Abstimmung nicht wahr. Die traditionelle Evolutionstheorie wurde so formuliert, daß sie nicht in den Bereich der experimentellen Biologie, vor allem der Physiologie mit ihrem Erklärungsanspruch übergriff. Das strikte physikalistische Evolutionsdenken aber begreift alle materiellen Strukturen und energetisch angetriebenen Mechanismen ein. Jede geordnete Struktur wird durch Selektion, also durch die Eliminierung anderer Zustände in Existenz gehalten. Jede biologische Erklärung muß, um stichhaltig zu sein, die Evolutionstheorie einbeziehen.

5. Die voranstehend umrissene Fundamentalkritik am traditionellen Evolutionsdenken verkleinert nicht die wissenschaftliche Großtat von *Darwin, Wallace, Weismann, Huxley* u.a. und bestreitet nicht, daß im Hinblick auf Populationsgeschehen, Genetik, Artentstehung etc. eine strikte Weiterentwicklung schon statt hatte. Die tiefgreifenden, die Totalität des Verständnisses ändernden Folgen sind in der Stammesgeschichte zu erwarten, in den Erklärungen der Organisationsänderungen und der evolutionären Interpretation uns vorliegender lebender Formen.

6. Wegen der tiefgreifenden Folgen einer neuen, den Organismus mit seinem systemhaften Gefüge einbegreifenden physikalistischen Evolutionstheorie ist ein tiefgreifender Streit mit der traditionellen Morphologie und Phylogenetik über viele Jahre zu erwarten. Der Sprung zum neuen Konzept ist trotz der einfachen Prämissen so groß und die Anzahl der neu konzipierten Modelle als Nachweis der Fruchtbarkeit des Verfahrens wegen der geringen Zahl der Autoren bislang so klein, daß das überkommene Verständnis auf seiner Unlogik weiter geschützt bleiben wird. Viele Buchdarstellungen der

letzten Jahre versuchen die neuen Aspekte zu umschiffen und totzuschweigen. Andere Darstellungen streben trotz logischer Unverträglichkeit kompromißhafte Verkoppelungen an (*Kämpfe; Bock*) oder setzen alte und neue Vorstellungen einander gegenüber (*Starck*).

Es sind also alle Hinweise gegeben, daß sich im Evolutionsdenken ein Paradigmawechsel anbahnt, der aus einer statischen Biologie eine dynamische werden läßt. Erst dann wird die Forderung eingelöst, die sich aus dem *Darwin-Wallace*schen Ansatz mit aller Klarheit schon ergeben hat, die aber durch Nutzung älterer metaphysischer und idealistischer Konzepte um mehr als 120 Jahre verzögert wurde, nämlich die Evolution der Organismen naturwissenschaftlich zu erarbeiten.

Kommentiertes Literaturverzeichnis

Angesichts der umfangreichen Literatur über Evolutionsbiologie erscheint es nicht möglich, in einem kurzen Aufsatz die behandelten theoretischen Strömungen umfassend zu zitieren. Eine ausführliche Gesamtschau geben:

Gutmann, W.F. & Bonik, K. (1980): Kritische Evolutionstheorie – Ein Beitrag zur Überwindung altdarwinistischer Dogmen. – ca. 220 S.; (Gerstenberg) Hildesheim.

Eine Kritik der traditionellen Vergleichsverfahren zur Evolutionsforschung, eine Übersicht über die hier benutzte Methode zur Rekonstruktion der Stammesgeschichte; eine Darstellung der physikalistischen Evolutionstheorie und eine Diskussion ihrer geistigen Vorväter findet sich in folgenden Aufsätzen:

Peters, D.S. & Gutmann, W.F. (1971): Über die Lesrichtung von Merkmals- und Konstruktions-Reihen. Z. zool. Syst. Evolutionsf. *9* (4): 237–263.

Gutmann, W.F. & Peters, D.S. (1973): Konstruktion und Selektion: Argumente gegen einen morphologisch verkürzten Selektionismus. Acta biotheoretica *22* (4): 151–180.

Bonik, K., Gutmann, W.F. & Peters, D.S. (1977): Optimierung und Ökonomisierung im Kontext der Evolutionstheorie und phylogenetischer Rekonstruktionen. Acta biotheoretica *26* (2): 75–119.

Gutmann, W.F. (1972): Die Hydroskelett-Theorie. Aufsätze u. Red. Senckenberg. naturf. Ges. *21*: 1–74; (W. Kramer) Frankfurt am Main.

Gutmann, W.F. (1979): Entwickelt sich ein neues Evolutionsverständnis? Das Analogie-Denken *Darwins* und die physikalistische Evolutionstheorie. Biol. Rdsch. *17*: 84–99.

Bonik, K. (1980): Evolution und Systematik: Versuch einer Synthese. – Aufsätze u. Red. senckenb. naturf. Ges. (im Druck); (W. Kramer) Frankfurt am Main.

Eine Übersicht der nach der physikalistischen Evolutionstheorie von *Bonik, Franzen, Grasshoff, Gutmann, Hagemann, Heine, Maier, Mollenhauer, Peters* u.a. erstellten evolutionsbiologischen Modelle geben folgende Werke:

Schäfer, W. (Hrsg.) (1973): Das Archicoelomaten-Problem. Aufsätze u. Red. senckenb. naturf. Ges. *22*: 1–111; (W. Kramer) Frankfurt am Main.

– (1973): Phylogenetische Rekonstruktionen – Theorie und Praxis. Aufsätze und Red. senckenb. naturf. es. *24*: 1–179; (W. Kramer) Frankfurt am Main.

– (1975): Ontogenetische und konstruktive Gesichtspunkte bei phylogenetischen Rekonstruktionen. Aufsätze u. Red. senckenb. naturf. Ges. *27*: 1–146; (W. Kramer) Frankfurt am Main.

– (1976): Evoluierende Systeme I und II. Aufsätze u. Red. senckenb. naturf. Ges. *28*: 1–202; (W. Kramer) Frankfurt am Main.

– (1978): Evoluierende Systeme III. Aufsätze u. Red. senckenb. naturf. Ges. *29*: 1–186; (W. Kramer) Frankfurt am Main.

Die Historie des Evolutionsgedankens findet sich z.B. bei:

Nowikoff, M. (1949): Grundzüge der Geschichte der biologischen Theorien. München.

Eine kritische Auseinandersetzung mit den evolutionsbiologisch relevanten geistigen Strömungen des 19. und 20. Jahrhunderts ist zu finden bei:

Starck, D. (1977): Tendenzen und Strömungen in der vergleichenden Anatomie der Wirbeltiere im 19. und 20. Jahrhundert. Natur u. Museum *107* (4): 93–102.

Gutmann, W.F., Bonik, K. & Grasshoff, M. (im Druck): Phylogenetisches Rekonstruieren bei *Haeckel*. Medizinhist. J.

Gutmann, W.F. & Bonik, K. (1980): Evolutionsvorstellung und Organismusbegriff bei Emil Du *Bois-Reymond*. In: *Mann, G.* (Hrsg.): Emil Du *Bois-Reymond*. Naturwissen und Erkenntnis im 19. Jahrhundert. 220 S.; (Gerstenberg) Hildesheim.

Gutmann, W.F. & Bonik, K. (1980): Die Dynamik von Selbstorganisation und Destruktion im heutigen Evolutionsverständnis. Eichstätter Hochschulreden *20*.

Den energetisch-materiellen Aspekt von Evolution behandeln unter anderem:

Cízek, F. & Hodánová, D. (1971): Evolution als Selbstregulation. 316 S.; (G. Fischer) Jena.

Eigen, M. (1971): Selforganization of matter and the evolution of biological macromolecules. Naturwiss. *58*: 465–522.

Rashevsky, N. (1960): Mathematical biophysics. Physico-mathematical foundations of biology. 3th Ed., *2*, 488 pp.; (Dover Publ. Inc.) New York.

Whyte, L.L. (1965): Internal factors in evolution. (Braziller) New York.

Volker Schurig

Die Grenzen eines „physikalistischen Evolutionskonzeptes"

Zum Aufsatz von Gutmann und Bonik

Gutmann & Bonik gehen von einer Kritik der Prämissen der Evolutionstheorie bei Darwin und Wallace aus, die ihrerseits einige kritische Anmerkungen erfordert, zumal der Anspruch der Autoren nicht gerade bescheiden ist: sie fordern eine Überführung der „statischen" Biologiekonzeption in eine „dynamische", Ausklammerung idealistischer Konzeptionen, um nach 120

Jahren der Geschichte des Darwinschen Ansatzes die Evolution der Organismen wissenschaftlich (!) zu erarbeiten. Die Kritik schließt nicht aus, daß in dem Aufsatz zahlreiche interessante Gesichtspunkte enthalten sind, denen zugestimmt werden kann.

Einen – problematischen – Einstieg liefert bereits die Interpretation der Geschichte der Evolutionstheorie als „historische Belastung", da sie nicht von einem physikalisch-energetischen Organismusverständnis ausging, wie ihn die Autoren vertreten, sondern das Selektionsprinzip allein an Beispielen der Auslesewirkung der Umwelt nachgewiesen und damit die innere Organisation der Lebewesen selbst nicht zum Gegenstand der Evolutionstheorie wurde, sondern von typologischen und lamarckistischen Erklärungspositionen besetzt blieb. Richtig an dieser Argumentation ist zweifellos, daß der Darwinistische Gedanke der Evolution als Selektionswirkung historisch nur „punktuell" innerhalb der Organismus-Umwelt-Beziehung eingeführt wurde und erst von hier aus allmählich auch in andere Gebiete vordrang, zu denen Gutmann & Bonik speziell neben der Physiologie allgemein Fragestellungen der experimentellen Biologie rechnen, in denen organismische Beziehungen quantitativ unter physikalischen Gesichtspunkten untersucht wurden. Die wissenschaftshistorisch entscheidende Frage dabei ist, ob derartige zweifellos vorhandene theoretische „Leerstellen" und ihre nichtevolutionistische Ausfüllung für die Geschichte der Evolutionstheorie tatsächlich eine „historische Belastung" darstellen, oder ob nicht einfach die Entstehung energetischer Organismusbetrachtungen historisch viel später liegt und an die Herausbildung der Biophysik gebunden ist.

Wissenschaftshistorisch mit Sicherheit nicht zu halten sind davon unabhängig zwei Auffassungen, die sich mehrfach im Aufsatz finden: daß wegen der Unzulänglichkeit der darwinschen Evolutionstheorie zwischen 1900–1930 lamarckistische Erklärungen in der Biologie dominierten, und die Vereinheitlichung so verschiedener Evolutionsvorstellungen wie die von Darwin, Wallace und Weismann als „Altdarwinismus", da sie kein evolutionstheoretisches Organismuskonzept besitzen. Der historische Höhepunkt des Lamarckismus liegt vor 1900, da die Mutationstheorie von de Vries (1900) und die Begründung der Genetik (Johannson 1906) objektiv das Ende der Annahme einer Vererbung angeborener Eigenschaften bedeutete, die nun nur noch von Außenseitern vertreten wurde. Außerdem gehen sowohl Darwin, Wallace wie auch Weismann zwar allgemein von der Selektionswirkung aus, die aber im Einzelnen teilweise sehr verschieden erklärt wird, so daß z.B. bereits die Zusammenstellung von Darwin und Wallace, die beide das Selektionsprinzip zurst empirisch nachwiesen, problematisch ist, da Wallace etwa die Erklärung tierischer Instinkte aus dem Bereich der Selektionswirkung ausschloß. Die Begriffe Altdarwinismus, der an sich schon ungebräuchlich ist, und Neodarwinismus sind für die Unterscheidung der Darwinschen und Weismannschen Selektionsvorstellungen bereits vergeben.

Unter dem Begriff „physikalistisches Evolutionskonzept", einem in der Wortbildung mißverständlichen Terminus, verstehen Gutmann & Bonik die unbestrittene Tatsache, daß auch die physiologischen Funktionen und der organismische Körperbau energetischen Wachstumsbedingungen unterliegen, die aber zu solchen Besonderheiten des Organismus führen sollen, die

sich allein aus der Selektionswirkung der Umwelt nicht mehr erklären lassen. Es wird eine mechanische Trennung von „innerer" (organismusspezifischer) und „äußerer" (umweltbedingter) Selektionswirkung eingefügt, denen beiden der Zwang zur Optimierung eigen ist, wobei die „innere" Selektion als Wirkung physikalischer Gesetze auf die Entstehung von Organismen verstanden wird.

In der Darstellung eines „physikalistischen Evolutionskonzeptes" selbst könnte der unbefangene Leser im wesentlichen zwei Gedankengänge erwarten, in denen diese Prämissen präzisiert werden. Eine Möglichkeit wäre die Diskussion des allgemeinen Verhältnisses von Physik und Biologie, dargestellt etwa am Verhältnis der Lebensfunktion zum 2. Hauptsatz der Thermodynamik. Das Problem der biologischen Evolution besteht aus der physikalischen Perspektive darin, wie sich Organismen mit ihren Wachstumserscheinungen dem Entropiegefälle der Umwelt entziehen können und ihren Energievorrat auf Kosten der Umwelt vergrößern. Der Tendenz der physikalischen Umwelt, sich einem konstanten Energieniveau anzunähern, steht die Höherentwicklung durch Ernährung von Negentropie als physikalische Erklärung des Evolutionsphänomens gegenüber.

Eine zweite Möglichkeit, dem mit „physikalistisch" überzeichneten Begriff einen Inhalt zu geben, besteht in der wissenschaftshistorischen Darstellung der Entwicklung der Biophysik. Einen Markstein bildete hier L. Bertalanffy's „Theoretische Biologie" (1930, 1932), die Organismen biophysikalisch als „offene Systeme" erklärt, in denen durch Rückkoppelungsprozesse die innere Stabilität zu einer Optimierung der organismischen Selbstorganisation führt. Der Physiker E. Schrödinger hat in seiner Schrift „Was ist Leben?" (1949) auf den Erklärungszusammenhang zwischen der Wirkung des 2. Hauptsatzes der Thermodynamik und der Lebensentstehung hingewiesen. Gegenwärtig erklärt M. Eigen am Beispiel der Funktion von „Hyperzyklen" die Problematik der inneren Selbstorganisation des Lebens quantitativ auf der Grundlage mathematischer Modelle. Schließlich zeigt die Verleihung des Nobelpreises an den belgischen Biophysiker Prigogine die Bedeutung einer physikalischen Lebenserklärung. In dem Aufsatz von Gutmann & Bonik wird leider weder allgemein auf die interessante Problemgeschichte physikalischer Ideenbildung in der Biologie hingewiesen, noch werden einzelne Ansätze genauer dargestellt.

Mit dem Begriff „physikalistisches Evolutionskonzept" bezeichnen die Autoren also keineswegs, wie man vielleicht erwarten könnte, physikalische Erklärungen von Lebens- und Evolutionsvorgängen, sondern lediglich allgemein die Existenz einer „inneren" Selektion, die – daraus leitet sich ihre Kritik der darwinschen Selektionsprämissen ab – funktionell vor dem Einsetzen der äußeren Auslesewirkung der Umwelt liegt. Hieraus resultiert ihre Aufforderung zum Umdenken: erst wenn die innerorganismischen Optimierungsbedingungen erfüllt sind, die rigoros zur Auslese nicht optimaler („dysfunktionaler") Prozesse führt, kann die „äußere" Selektion die Umwelteignung überprüfen. Die Evolution beginnt also nicht, wie Darwin in der „Entstehung der Arten" argumentierte (1859), mit der Auslese der innerartlichen Variabilität, sondern wesentlich früher mit der Ökonomisierung einzelner Struktur-Funktionsbeziehungen durch die Wirkung physikalischer, speziell energetischer

Gesetze. Die Vorordnung eines, wenn man so will, innerorganismischen physikalischen Filters gegenüber der Selektion von Arten durch Umwelteinflüsse wird dann als „physikalistisches Evolutionskonzept" bezeichnet und mit Beispielen aus einem durchaus klassischen Gebiet der Biologie, der vergleichenden Morphologie der Wirbeltiere, belegt. Das gesamte Erklärungskonzept steht und fällt mit der Entgegensetzung von „inneren" und „äußeren" Selektionsbedingungen in der Evolution, deren Trennung die Autoren allerdings auch selbst skeptisch gegenüberstehen und aus dem Überwiegen der bisherigen Erklärungen der Selektion als Umweltauslese ableiten. Tatsächlich ist die Wirkung physikalischer Gesetze nur ein besonders allgemeiner Spezialfall von Umweltselektion, die der Darwinschen Erklärung keineswegs gegenübersteht, sondern in ihr enthalten ist.

Der Ausgangspunkt, daß von einem jeweils gegebenen Lebensraum sich die Konstruktion und Leistung eines spezifischen Organismus nicht erklären lasse, wird an mehreren Beispielen der Embryologie, Morphologie und vergleichenden Anatomie nachgewiesen. Die phylogenetische Entwicklung organismischer Konstruktionsprinzipien und Baupläne wird dabei als Optimierung durch „innere" Selektion verstanden. „Umwelt und Umweltwandel ist nicht der alleine entscheidende Motor der Evolution" (s.o.).

Leider wird von Gutmann & Bonik nicht auf Konzepte eingegangen, in denen ähnliche Einwände entwickelt wurden wie dem „Orthogenesekonzept" der Evolution in einer bestimmten Richtung durch innere, zielgerichtete Faktoren, die etwa biomechanischer Natur sein können. Die Orthoevolution, auch rektilineare Evolution genannt, beschreibt den Spezialfall einer geradlinigen Aufeinanderfolge von in gleicher Richtung liegenden, relativ umweltunabhängigen Entwicklungsschritten. Eine derartige „Orthoevolution", die zu morphologischen Strukturen führen kann, die keine zweckmäßigen Umweltanpassungen mehr sind, läßt sich daraus ableiten, daß eine einmal entwikkelte Organisationsform (z.B. ein bestimmter Bauplantyp einer Tiergruppe), nicht mehr beliebig viele Freiheitsgrade der Veränderung besitzt, wenn er in sich funktionsfähig bleiben soll. Die innere organismische Konstruktion besitzt deshalb durchaus eine relative Eigengesetzlichkeit, deren letztes Funktionskritierium aber immer die Arterhaltung bleibt. In dem Problem von Makro- und Mikroevolution, speziell etwa in der Typostrophentheorie Schindewolfs, wird die Möglichkeit genereller Umstellungen von Bauplankonstruktionen in der Evolution allgemein diskutiert, so daß die Einwände von Gutman & Bonik, wenn auch jetzt unter der Flagge eines „physikalistischen Evolutionskonzeptes" vorgetragen, so neu nicht sind, sondern historisch ihren Ursprung bereits in der (lamarckistischen) Kritik Eimers am Darwinschen Evolutionskonzept im 19. Jahrhundert haben.

Wolfgang Friedrich Gutmann und Klaus Bonik

Antwort auf Schurig

Ein kurzer Kommentar zu *Schurigs* Kritik an unserem Aufsatz erscheint aus mehreren Gründen schwierig. Einerseits enthält seine Stellungnahme innere Widersprüche, zum anderen werden unsere Ausführungen nur verzerrt oder gar verfälscht wiedergegeben. Hinzu kommt noch, daß *Schurigs* sämtliche Aussagen zur Geschichte der Biologie historisch falsch sind. So gibt es lamarckistische Gedanken nicht nur vor 1900, sondern bis heute, und zwar auch bei ganz prominenten Autoren wie etwa *R. Riedl*. Auch das von *Schurig* angeführte Orthogenesekonzept gehört in die gleiche Kategorie, da es ohne weitere Erklärungen „innere, zielgerichtete Faktoren" (also lamarckistische oder vitalistische Elemente) unterstellt. Auch *Schindewolfs* Typostrophentheorie kann als Vorläufer der physikalistischen Evolutionstheorie nicht herhalten, da sie Entwicklungssprünge fordert bzw. zuläßt und damit den darwinschen Gedanken des allmählichen stammesgeschichtlichen Wandels außer acht läßt, der aber eine der basalen Forderungen in unserem Konzept darstellt.

Doch nun zu den wichtigsten inhaltlichen Verzerrungen. Unsere physikalistische Evolutionsvorstellung ist nicht dadurch gekennzeichnet, daß sie eine strikte Trennung zwischen inneren und äußeren Auslesewirkungen vollzieht oder fordert, sondern daß sie allein Strukturen und Eigenschaften der Organismen einen Selektionswert zuerkennt, der sich am jeweiligen Material- und Energieverbrauch bemißt. In der Evolutionsbiologie, besonders in der stammesgeschichtlichen Forschung „physikalistisch" vorzugehen, bedeutet deswegen, aus der Kenntnis der biologischen Bauteile und Funktionen maschinenartige Modelle von rezenten oder fossilen Organismen zu erstellen und diese dann in Richtung auf die vermuteten Selektionsvorteile hin zu optimieren. Die dabei konstruierten Modellsysteme werden dann mit real existenten Organismen verglichen, wobei sich der heuristische Wert der Modelle und der stammesgeschichtlichen Ableitungen ergibt. (Mit traditioneller Morphologie hat dieses Verfahren nichts zu tun.)

Die Grundlage der physikalistischen Evolutionstheorie ist damit nicht die Sonderung einzelner Selektionsfaktoren, sondern eine physikalisch-technische Organismusvorstellung, die in eine Maschinensicht mündet, ohne aber zu unterstellen, daß sich Lebewesen vollständig als Maschinen beschreiben oder erklären ließen.

An diesem Punkt, der Maschinentheorie der Organismen, scheidet sich übrigens unser Konzept von denjenigen physikochemischen Vorstellungen, die uns *Schurig* entgegenhält. Während nun *M. Eigen* (der als geistiger Vater unseres Konzepts übrigens genannt wird) ebenso wie *I. Prigogine* seine Modelle auf die Biochemie beschränkt und gar nicht in den biologischen Bereich der morphologisch faßbaren Konfigurationen vorstößt, enthält v. *Bertalanffys* Konzept gar keine Evolution, v. *Bertalanffy* will die Organismen rein physikochemisch erklären. Außerdem ist von denjenigen Autoren, die das in der Biologie wieder einmal modern gewordene Feld der Thermodynamik und der Entropiebetrachtungen bearbeiten, bislang nicht klar gemacht worden, wie

die übergeordneten biologischen Leistungen – etwa Bewegung, Fortpflanzung, Sexualität, Verhalten etc. – eigentlich thermodynamisch beschrieben werden sollen. Organismen sind doch insgesamt mehr als ein Haufen rein thermodynamisch aktiver Moleküle, eine so simple Einsicht, daß sie *Schurig* offenbar völlig übersieht.

Die implizit unterstellte Erwartung des Kritikers, Lebewesen ließen sich mit Hilfe der Systemtheorie auf Physik und Chemie reduzieren, ist jedoch unhaltbar, denn die dafür notwendige einheitliche und widerspruchsfreie Physik existiert gar nicht. Alle Naturgesetze sind aspekthaft und partikulär in Form von Theorien formuliert und lassen so eine vollständige wissenschaftliche Erklärung der Natur gar nicht zu. Nicht zuletzt aus diesem Grunde haben wir unser Konzept nicht „physikalisch" sondern „physikalistisch" genannt. Diesen feinen Unterschied hat der Kritiker jedoch übersehen.

Es lohnt nun wohl nicht mehr, weitere Verzerrungen *Schurig*s aufzuzeigen (das Urteil darüber muß ohnehin den Lesern überlassen bleiben), wichtiger erscheint hier jedoch ein Hinweis auf die innere Unlogik der *Schurig*schen Aussagen. So gesteht zum Beispiel der Kritiker auf der einen Seite die von uns aufgezeigten „Leerstellen" in der alt- und neodarwinistischen Version der Evolutionstheorie zu, zum anderen führt er jedoch keinen Autor an, der diese tiefgreifenden Unzulänglichkeiten der alt- und neodarwinistischen Theorien ausgeglichen hätte. Gerade der Hinweis auf *Eimer* (der *Darwin* 1888 vorwarf, daß sein „Nützlichkeitsprincip ... nicht die erste Entstehung neuer Eigenschaften" erklären könne), zeigt doch, daß dieses Problem für den Darwinismus bis heute nicht gelöst ist, weil an diesem Punkt in der Regel Hilfsannahmen wie Präadaptationen, Vervollkommnung etc. angeführt werden müssen. Neu an unserem Konzept sind ja auch nicht die Einwände, sondern die vorgeschlagenen Lösungen, die die vorevolutiven und analogiehaften Vorstellungen überflüssig machen.

Ohne auf weitere innere Unklarheiten bei *Schurig* einzugehen (wie etwa seine Interpretation der inneren Selektionsfaktoren als „besonders allgemeiner Spezialfall von Umweltselektion"), sei zum Abschluß eine weitergreifende Bemerkung erlaubt. Die Verfasser sind seit Jahren praktisch zu einem Mehrfrontenkrieg gezwungen. Auf der einen Seite wird von national und international führenden Evolutionisten nicht eingesehen, daß die darwinsche Konzeption und ihre modernen Varianten prinzipielle Erklärungslücken aufweisen; auf der anderen Seite wird genau dieser Nachweis und die sich daraus ergebenden Konsequenzen als alter Hut abgetan. Jeder Kritiker, der die klassischen, also im weitesten Sinne morphologisch ausgerichteten Disziplinen der Evolutionsbiologie nicht überblickt, übersieht, daß dort ganz andere Vorstellungen dominieren als in der Molekularbiologie oder bei *M. Eigen*. Eine in sich konsistente und widerspruchsfreie Evolutionstheorie kann jedoch erst dann erstellt werden, wenn die Brücke von dort zur Morphologie geschlagen ist. Kritiker, denen dieser Sachverhalt nicht bewußt ist und die ihre eigenen Erwartungen in die Bewertung einfließen lassen, gehen in ihrer Analyse jedoch stets am eigentlichen Problem vorbei.

Argument-Sonderbände (AS)
Die Taschenbuchreihe im ARGUMENT-Verlag
Programm 1981

Entstehung der Arbeiterbewegung (AS 63)
(erscheint: Frühjahr 1981)
Neuere Forschungen, theoretische und methodische Versuche zur gegenwärtigen Diskussion über eine 'Geschichte von unten' und generell in den historischen Sozialwissenschaften, vereinigt dieser Sammelband für Lehrer und Studenten der Politik, Soziologie, Geschichtswissenschaften sowie für die gewerkschaftliche Bildungsarbeit. (Redaktion: Lars Lambrecht)

Prävention · Gesundheit und Politik/Soziale Medizin IX (AS 64)
(erscheint: Frühjahr 1981)
Umweltverursachte Erkrankungen und Präventionsmöglichkeiten: Beispiele Krebs, Koronare Herzerkrankungen; Krankheiten im Gefolge von Luftverschmutzung und anderen Schadstoffeinwirkungen, Alkohol- und Tabakabusus, Übergewicht; Automationsmedizin, Verhaltensprävention vs. Verhältnisprävention.

Gulliver 9: 'Zweite Kultur' in England, Irland, Schottland, USA (AS 65)
(erscheint: Frühjahr 1981)
Ansätze einer Theorie »Zweiter Kultur«; Gegenüberstellung der Konzeptionen der Old and New Left in der Sozial- und Kulturgeschichtsforschung in den USA (dem berühmten US-Historiker P.S. Foner zum 70. Geburtstag gewidmet); Unterrichtseinheit über Streik; Konferenzberichte und Besprechungen.

Forum Kritische Psychologie 8: Handlungsstrukturtheorie 2 (AS 66)
(erscheint: Sommer 1981)
Beiträge u.a. von: S. Greof, W. Jantzen, M. Stadler

Projekt Automation und Qualifikation VI: Automationsarbeit: Empirie 3 (Arbeiterformen) (AS 67)
(erscheint: Sommer 1981)
Die empirischen Untersuchungsergebnisse werden resümiert und verdichtet zu Vorschlägen an Industriesoziologen und Gewerkschaften. Schwerpunkt: Arbeiterbiographie

Alternative Wirtschaftspolitik 3: Das Inflationsproblem (AS 68)
(erscheint: Sommer 1981)
1.) Kann man die Inflation mit der Monopoltheorie erklären? Wie tauglich sind Preiskontrollen als Inflationsbekämpfungsmaßnahmen? 2.) Politische Fragen im Zusammenhang mit dem Inflationsproblem: In den 70er Jahren hat es einen spektakulären Wechsel im Zielkatalog bürgerlicher Wirtschaftspolitik gegeben Nicht mehr Vollbeschäftigung, sondern Geldwertstabilität steht heute auf Platz Eins der anzustrebenden Zele — gleichgültig, ob die Regierungen sozialdemokratisch oder konservativ sind.

Gewerkschaften und Gesundheit (AS 69)
(erscheint: Sommer 1981)
Zum Thema 'Arbeitswelt und Gesundheitsgefährdung' wird der Stand der Belastungsforschung referiert (Stichworte: Monotonie, Bildschirmarbeitsplätze, Schichtarbeit u.a.) Weitere Themen sind: Gewerkschaften und Sozialpolitik, betriebliche Gesundheitspolitik, Arbeitermedizin, Gewerkschaftliche Bildungsarbeit, Ärzte und Gewerkschaften.

Projekt Ideologie-Theorie (PIT): Bereichstheorien (AS 70)
(erscheint: Herbst 1981)
In diesem Band geht es um die Ausarbeitung einer Theorie des Ideologischen für die einzelnen ideologischen Mächte und ihre Wirkungsfelder: Staat/Politik, Schule und Familie/Erziehung, Recht/Justiz, Religion/Kirche, Literatur, Kunst usw.

Gulliver 10: Women · Zwischen Voluntarismus und Revolution (AS 71)
(erscheint: Herbst 1981)
Bestandsaufnahme zum Projekt der Womens' Studies in GB/USA; aktuelle Stellungnahmen von politischen Parteien und Gewerkschaften zum Status der Frau; Diskussion zum Thema Sprache und Sexismus; Einschätzung der Theoriebeiträge und Erkenntnisleistungen der sogenannten »feministischen« Literaturkritik; Kommentare zur Darstellung der Frau im nicht-kommerziellen Film und Theater; Unterrichtseinheit.

Forum Kritische Psychologie 9: Ideologie-Diskussion (AS 72)
(erscheint: Herbst 1981)
'Subjektive' Aspekte des Faschismus

Jahrbuch für kritische Medizin 7 (AS 73)
(erscheint: Sommer 1981)

Deutsche Arbeiterbewegung vor dem Faschismus (AS 74)
(erscheint: Herbst 1981)
Themenbereiche: Arbeiterbewegung und Analyse der Weltwirtschaftskrise; Strategien der Arbeiterbewegung gegen staatlichen Demokratieabbau und heraufziehenden Faschismus; politische Spaltung der Arbeiterbewegung. (Redaktion: Heiko Haumann und Axel Schildt)

Ladenpreise: je Band 15,50 DM (f.Stud. 12,80 DM).
Preise im Abonnement: 12,80 DM (f.Stud. 11,— DM)
ARGUMENT-Verlag · Tegeler Str. 6 · D-1000 Berlin 65 · Tel. 030/4619061