

Martin Neukamm (Hrsg.)

DARWIN HEUTE

Evolution als Leitbild
in den modernen
Wissenschaften

WBG 
Wissen verbindet



Martin Neukamm (Hrsg.)

Darwin heute

Evolution als Leitbild
in den modernen Wissenschaften

Die Deutsche Nationalbibliothek verzeichnet diese Publikation in der Deutschen Nationalbibliografie; detaillierte bibliografische Daten sind im Internet über <http://dnb.dnb.de> abrufbar.

Das Werk ist in allen seinen Teilen urheberrechtlich geschützt. Jede Verwertung ist ohne Zustimmung des Verlags unzulässig. Das gilt insbesondere für Vervielfältigungen, Übersetzungen, Mikroverfilmungen und die Einspeicherung in und Verarbeitung durch elektronische Systeme.

© 2014 by WBG (Wissenschaftliche Buchgesellschaft), Darmstadt
Die Herausgabe des Werkes wurde durch die Vereinsmitglieder der WBG ermöglicht.

Lektorat: Beatrix Föllner, Nettetal

Satz: Lohse Design, Heppenheim

Einbandabbildung: Abbildung der DNA – Fotolia.com

Einbandgestaltung: Peter Lohse, Heppenheim

Gedruckt auf säurefreiem und alterungsbeständigem Papier

Printed in Germany

Besuchen Sie uns im Internet: www.wbg-wissenverbindet.de

ISBN 978-3-534-26439-1

Elektronisch sind folgende Ausgaben erhältlich:

eBook (PDF): 978-3-534-73909-7

eBook (epub): 978-3-534-73910-3

Inhalt

1 Vorwort 9

2 Zur Tragweite des Evolutionsgedankens in den Wissenschaften und in der Philosophie 13

GERHARD VOLLMER

- 2.1 „Nichts in der Biologie macht Sinn außer im Lichte der Evolution.“ 13
- 2.2 Ist wirklich alles in Evolution? 19
- 2.3 Evolution also auch außerhalb der Biologie 20
- 2.4 Übergreifende Evolutionsszenarien 21
- 2.5 Evolutionstheorien im Vergleich 22
- 2.6 Gibt es eine allgemeine Evolutionstheorie? 23
- 2.7 DARWIN und die Philosophie 30
- 2.8 Die großen Teilgebiete der Philosophie 36
- 2.9 Schlusswort 48

3 **Das aktuelle kosmologische Weltbild** 51

Ein Produkt evolutionären Denkens

JOSEF M. GASSNER/HARALD LESCH

- 3.1 Der Urknall als empirisch gesicherte Tatsache –
Warum sich der Kosmos nur evolutionär begreifen lässt 52
- 3.2 Die Evolution der Naturwissenschaft 53
- 3.3 Die Evolution des Kosmos 55
- 3.4 Fazit: Einzig währt der evolutive Wandel, im Weltbild
wie im Kosmos 86

4 **Evolutionäre Entwicklungsbiologie** 89

Die Zusammenführung von Evolutionsbiologie und Embryologie

MARTIN NEUKAMM

- 4.1 Vom hundertjährigen Schisma zur fruchtbaren Verbindung 89
- 4.2 Disziplin des Erkennens: Wie kommt der Embryo
des Bartenwals zu Beinknospen und Zahnanlagen? 91
- 4.3 Disziplin des Erklärens: Evo-Devo 94
- 4.4 Literatur 106

5 **Chemische Evolution und evolutionäre Bioinformatik** 108

Voraussetzungen zum Verständnis der Struktur des Lebendigen

MARTIN NEUKAMM/PETER M. KAISER

- 5.1 Chemische Evolution 109
- 5.2 Evolutionäre Bioinformatik 126
- 5.3 Literatur 129

6 Evolution der Moleküle 133

Von der Evolution im Reagenzglas zur Erzeugung maßgeschneiderter Moleküle

PETER SCHUSTER

- 6.1 Prolog 134
- 6.2 DARWIN'S Selektionsprinzip 1859 und heute 136
- 6.3 Theoretische Grundlagen zur DARWIN'schen Selektion
von RNA-Molekülen 143
- 6.4 Replikation und Mutation: die Evolution von Quasispezies 148
- 6.5 Von der Theorie zur Anwendung: Grundlagen und Erfolge
der Evolutionären Biotechnologie 153
- 6.6 Epilog 161
- 6.7 Verwendete molekularbiologische Begriffe 162
- 6.8 Literatur 165

7 Lebensgeschichtevolution 171

Variation von Lebensstrategien evolutionär erklären

CHARLOTTE STÖRMER/ECKART VOLAND

- 7.1 Einleitung: Vom Instinkt zur Strategie 172
- 7.2 Abgleichprobleme treiben die Lebensgeschichtevolution an 173
- 7.3 Kontingenzerfahrung und die Geschwindigkeit des Lebens 177
- 7.4 „Cultures of Risk“ 183
- 7.5 Lebensgeschichte und evolutionäre Sozialisationsforschung 187
- 7.6 Lebensgeschichte und Diskontierung der Zukunft 189
- 7.7 Kontingenzerfahrung und mentale Phänomene 191
- 7.8 Die zweite Generation und die Entstehung
von Lebensgeschichtskontinuitäten 193
- 7.9 Ausblick 196
- 7.10 Literatur 196

8 **Gesundheit und Krankheit; Altern und Regeneration** 202

Welche Erkenntnisse bringt die Evolutionstheorie für die Medizin?

ANDREAS BEYER

- 8.1 Einführung: Evolution als „ultimate“ Erklärung 202
- 8.2 Die Vorlagentreue der biologischen Vererbung 204
- 8.3 Sterblichkeit 207
- 8.4 Mechanismen des Alterns und Lebensspannen 209
- 8.5 Regeneration und Krebs 217
- 8.6 Medizin und Evolution 221
- 8.7 Schlussbemerkung 231
- 8.8 Glossar 232
- 8.9 Literatur 233

9 **Normen, Fakten und Brückenprinzipien** 238

Ethik und evolutionärer Naturalismus

BERNULF KANITSCHIEDER

- 9.1 Ethik und Metaethik 238
- 9.2 Deskriptive und präskriptive Terme 239
- 9.3 Der naturalistische Fehlschluss 240
- 9.4 Kognitivismus oder Emotivismus? 242
- 9.5 Reduktionen 243
- 9.6 Zwei Arten des Naturalismus 245
- 9.7 Die Normativität des Faktischen 246
- 9.8 Ein nichtreduktiver normativer Naturalismus 248
- 9.9 Humanität und Naturalismus 249
- 9.10 Individualität und Freiheit 251

10 **Nachlese** 257

11 **Informationen zu den Autoren** 259

12 **Register** 263

MEHR ALS 150 JAHRE sind vergangen, seit CHARLES DARWIN sein Hauptwerk „Über die Entstehung der Arten“ veröffentlichte. Die darin vorgestellte Evolutionstheorie hat unser Weltbild grundlegend verändert. Sie öffnete uns den Blick dafür, dass wir weder in einer statischen, noch in einer aus dem Nichts (*ex nihilo*) erschaffenen Welt leben, sondern in einem kreativen, sich selbst organisierenden Kosmos, der den Menschen in einer Jahrmilliarden andauernden Entwicklungsgeschichte hervorgebracht hat. Obwohl im heutigen Denken fest etabliert, hat die Evolutionstheorie nichts an Faszination eingebüßt, im Gegenteil: Das Konzept der Evolution durchdringt längst nicht nur alle Teilgebiete der Biowissenschaften. Auch in anderen Naturwissenschaften entfaltet es seine explanative Kraft und gibt Anlass zur Auflegung zahlreicher Forschungsprogramme. In technologischen Bereichen kommen evolutionäre Strategien zum Einsatz, die helfen, Probleme zu lösen. Selbst in die Philosophie hat der Evolutionsgedanke Einzug gehalten.

Freilich lassen sich nicht alle Aspekte der Bioevolution gleichermaßen auf andere Wissenschaften übertragen. So hat etwa die Evolution des Kosmos mit DARWIN und mit der Bioevolution wenig zu tun, weil es in der Kosmologie keine Vererbung, keine Konkurrenz und keine Auslese in der Weise gibt, wie sie in biologischen Systemen bestehen. Das *interdisziplinäre* Konzept der Evolution, um das es in diesem Band geht, konzentriert sich vielmehr auf die *Emergenz* neuer Systemeigenschaften, die Entstehung von *qualitativ* Neuem, zunehmend Komplexem, bedingt durch das fortwährende Wechselspiel von Zufall und Notwendigkeit. Die Mechanismen dieses Wechselspiels sind natürlich vielschichtig. So gibt und gab es in der Geschichte des Kosmos verschiedene Sternpopulationen, die in Jahrmilliarden der Entwicklung schwere Elemente hervorbrachten, anreicherten und ins interstellare Medium entließen. In nachfolgenden Sternenerationen entstanden aus diesen schweren Elementen Planetensysteme mit

unterschiedlicher Zusammensetzung und Konstellation sowie eine komplexe Chemie, die unter günstigen Voraussetzungen bis zur Entstehung von Leben führte.

In diesem Band erläutern die Autoren die Rolle evolutionären Denkens in der Philosophie, Kosmologie, Entwicklungsbiologie, Molekularbiologie und Biochemie, Biotechnologie, Verhaltensbiologie und Medizin. Zunächst verschafft uns Prof. VOLLMER einen Überblick über die meisten erfahrungswissenschaftlichen und philosophischen Disziplinen, in die der Evolutionsgedanke Einzug hielt. Im 3. Kapitel schildern Dr. GASSNER und Prof. LESCH die Geschichte des Kosmos und zeigen an vielen Beispielen, dass unser Weltall ohne evolutionären Hintergrund schlichtweg nicht verstehbar ist. Im 4. Kapitel widmet sich der Herausgeber der Evolutionären Entwicklungsbiologie und erörtert die fruchtbare Verflechtung zwischen Evolutionstheorie und Embryologie. Im 5. Kapitel widmen sich der Herausgeber und Dr. KAISER der Frage, inwieweit chemische Evolution und evolutionäre Bioinformatik zum Verständnis der Struktur des Lebendigen beitragen. Das 6. Kapitel aus der Feder von Prof. SCHUSTER macht den Schritt von der Bioevolution zur Evolution von Molekülen im Reagenzglas nachvollziehbar und beschreibt Prinzipien und Anwendungsgebiete der noch jungen Disziplin der *Evolutionären Biotechnologie*. Anschließend gehen Dr. STÖRMER und Prof. VOLAND der Frage auf den Grund, warum verschiedene Tierarten unterschiedliche Lebensgeschichten entwickelt haben und inwieweit Evolution bestimmte Formen des Sozialverhaltens begünstigte. Im 8. Kapitel von Prof. BEYER geht es dann um medizinische Fragen, beispielsweise darum, inwieweit die Evolution das Altern und die Regenerationsfähigkeit von Organen bei verschiedenen Tierarten beeinflusst. Abschließend skizziert Prof. KANITSCHIEDER die Grundlagen einer naturalistischen Ethik und erklärt, weshalb eine zeitgemäße Ethik nicht umhin kommt, auch evolutionär erworbene Verhaltensprogramme (als *Brückenprinzipien*, die zwischen dem „Sein“ und dem „Sollen“ vermitteln) in moralischen Forderungen zu berücksichtigen.

In den verschiedenen Beiträgen wird vor allem zweierlei deutlich: Zum einen, dass die Einbeziehung evolutionärer Strategien hilft, auch anwendungsorientierte Probleme zu lösen. Für die Beiträge über die Evolutionäre Bioinformatik und die Evolutionäre Biotechnologie gilt dies in besonderem Maße. Beeindruckend ist in diesem Zusammenhang auch die fruchtbare Verzahnung zwischen Evolutionsbiologie und Medizin (*Grundzüge einer „Evolutionären Medizin“*).

Zum anderen wird klar, dass sich viele grundlegende Phänomene ohne Evolution überhaupt nicht verstehen und erklären lassen. Warum beispielsweise finden wir bestimmte Dinge ästhetisch, andere hässlich? Weshalb finden wir uns in unserer Welt zurecht? Weshalb lässt sich vieles, das uns ausmacht, nur als Ergebnis chemischer Evolution auffassen? Warum finden sich in der Embryonalentwicklung vielfach Strukturen, die an die Endorgane anderer Tierarten erinnern? Das breit gefächerte Spektrum an Fragen macht das Buch zu einer guten Einführung in die Thematik. Der Band bezieht den Menschen mit all seinen Eigenschaften in die naturwissenschaftliche Kosmvision eines gesetzesartigen, sich selbst organisierenden Stufenbaus der Welt

ein, ohne das Staunen über die Komplexität und Einzigartigkeit der menschlichen Natur zu eliminieren. Um es in einem Satz zu sagen: Evolution ist nicht alles, aber ohne Evolution ist vieles nichts! Gehen Sie, liebe Leser, mit uns auf die Reise und sehen Sie sich an, wo überall evolutionäre Muster zutage treten und in welchen Lebensbereichen evolutionäre Problemlösungsstrategien zum Tragen kommen.

An dieser Stelle möchte ich ein Wort des Dankes an all jene aussprechen, die mich bei der Arbeit besonders unterstützt haben, insbesondere Prof. Dr. ANDREAS BEYER, Dr. JENS SEELING, meine Frau KATJA und THOMAS WASCHKE.

MARTIN NEUKAMM, im Februar 2014

Zur Tragweite des Evolutionsgedankens in den Wissenschaften und in der Philosophie

2

GERHARD VOLLMER

2.1 „Nichts in der Biologie macht Sinn außer im Lichte der Evolution.“

SO ÜBERSCHREIBT 1973 der russisch-amerikanische Genetiker THEODOSIUS DOBZHANSKY (1900–1975) einen Aufsatz über die Bedeutung der Evolutionstheorie für die Biologie.¹ DOBZHANSKY wird häufig zitiert, auch wenn die wenigsten den Aufsatz, der sich an Biologielehrer wendet, gelesen haben dürften. Heute, über 40 Jahre später, können, ja müssen wir ihm immer noch recht geben. Der Evolutionsgedanke reicht sogar weit über die Biologie hinaus. Wir belegen das in fünf Schritten von zunehmender Allgemeinheit:

- ◆ Evolution als Grundlage der Biologie,
- ◆ Evolution als Leitthema der Naturwissenschaften,
- ◆ Evolution als zentraler Begriff aller Erfahrungswissenschaften,
- ◆ Evolution als Element der Aufklärung,
- ◆ Evolution als tragendes Element eines modernen Weltbildes.

Diese fünf Leitideen werden zunächst vorgestellt.

2.1.1 Evolution als Grundlage der Biologie

Es ist wahr: Erst durch die Evolutionstheorie hat die Biologie ein einheitliches Fundament erhalten; erst durch die Evolutionstheorie ist die Biologie zu einer eigenständigen Wissenschaft geworden, in der alles mit allem zusammenhängt; erst die Evolutionstheo-

rie bietet die Möglichkeit, das Gegenwärtige aus dem Vergangenen zu *erklären*; erst die Evolutionstheorie macht den Rückgriff auf einen Schöpfer, auf Teleologie und Finalität, auf eine *Entelechie*, eine *vis vitalis* und andere obskure Faktoren überflüssig.

Eine weitere Grundlegung mit ähnlicher Tragweite erfährt die Biologie um die Mitte des 20. Jahrhunderts durch die Molekularbiologie. Doch wird dadurch die Evolutionstheorie als Gerüst der Biologie keineswegs entbehrlich. Denn die Erklärungsleistung der Molekularbiologie liegt, zeitlich gesehen, in der Nahzone, die der Evolutionstheorie in der Fernzone. Fragt man etwa, warum der Schneehase weiß ist, so zeigt die Molekularbiologie im Verbund mit der Physiologie, welche Vorgänge in Zellen, Geweben und Körperteilen die Farbe des einzelnen und damit aller Schneehasen bewirken; der Evolutionsbiologe sucht dagegen nach der *Funktion*, die das Merkmal Farbe für den Schneehasen erfüllt und in aller Regel auch schon in der Evolution erfüllt hat. Es geht dabei also um den individuen- oder gen-erhaltenden Wert, um die fitness-steigernde Wirkung aller oder wenigstens der meisten organismischen Merkmale.

Um die beiden Erklärungsarten deutlich zu unterscheiden, hat der deutsch-amerikanische Biologe ERNST MAYR die Begriffe *proximat* und *ultimat* eingeführt. Physiologen und Molekularbiologen bieten dann proximate, Evolutionsbiologen dagegen ultimate Ursachen und Erklärungen. Diese Redeweise ist nicht sehr glücklich; denn unter einer *ultimaten* Erklärung versteht man eher eine *letzte* oder eine *endgültige* Erklärung, die einer weiteren Nachfrage weder fähig noch bedürftig wäre. Eine solche Letzterklärung gibt es aber so wenig wie eine letztgültige Definition oder eine Letztbegründung, und in diesem Sinne ist *ultimat* bei ERNST MAYR auch gar nicht gemeint. In seinen eigenen Büchern übersetzt MAYR diese Wörter denn auch mit *unmittelbar* und *mittelbar*, doch haben die meisten deutschen Autoren seine lateinisch-englischen Bezeichnungen übernommen.

Es wäre müßig, herausfinden zu wollen, ob nun proximate oder ultimate Erklärungen wichtiger sind, ob also Molekularbiologie, Physiologie oder Evolutionstheorie der Biologie die entscheidende Grundlage geben. Wir fragen ja auch nicht, ob für ein Auto Motor oder Getriebe bedeutsamer sind. Und doch lässt sich der Evolutionsgedanke durch ein besonderes Merkmal auszeichnen: Er kann auf andere Wissenschaften verallgemeinert werden. Während Begriffe wie Stoffwechsel, Vermehrung, Vererbung, natürliche Auslese auf die Biologie beschränkt bleiben, ist der Evolutionsbegriff für viele weitere Disziplinen fruchtbar geworden. Das führt uns zur nächsten Leitidee.

2.1.2 Evolution als Leitthema der Naturwissenschaften

Die Einheit der Biologie, so erfreulich sie sein mag und so eindrucksvoll sie sich vorführen ließe, ist nicht unser Hauptthema; sie wird hier einfach vorausgesetzt. Uns geht es um mehr: Es geht um die Bedeutung des Evolutionsgedankens für die Wissenschaft

überhaupt, also auch für die nichtbiologischen Wissenschaften! Man könnte sagen, viele Wissenschaften seien vom Evolutionsgedanken „infiziert“. Das hat ihnen durchweg gutgetan. Für die Naturwissenschaften ist das leicht zu zeigen; nicht umsonst sprechen wir von kosmischer, galaktischer, stellarer, planetarer, geologischer, chemischer, molekularer Evolution als Vorstufen der biologischen Evolution, in deren Verlauf der Kosmos, Galaxien, Sterne, Planeten und Monde, die Erde, Atmosphäre und Biomoleküle entstanden sind.

Warum aber gibt es dann keine evolutionäre Geologie? Ganz einfach: Die geologischen *Prozesse* haben mit den Gesetzen der biologischen Evolution nichts gemeinsam. Von den wichtigsten Evolutionsfaktoren wie Stoffwechsel, Reproduktion und Vererbung, Variation und natürliche Auslese ist in der Geologie nicht die Rede. Geologische Systeme haben keine Nachkommen, sie vererben nichts, und sie konkurrieren nicht miteinander; deshalb spielt die natürliche Auslese bei ihnen keine Rolle. Und doch gibt es zwischen Geologie und Biologie so viele interessante Querverbindungen, dass es ein Versäumnis wäre, sie unerwähnt zu lassen.

Nimmt man es nicht gar zu genau, dann hat der Evolutionsgedanke in Geologie und Biologie nahezu gleichzeitig Fuß gefasst, in der Geologie in allgemeiner Form durch den Engländer CHARLES LYELL (1787–1875) mit seinem dreibändigen Werk *Principles of geology*, in der Biologie durch den Franzosen JEAN-BAPTISTE DE LAMARCK (1744–1829) mit seiner zweibändigen *Philosophie zoologique* und natürlich durch CHARLES DARWIN (1809–1882) mit dem *Ursprung der Arten*. DARWIN selbst hat sich für Geologie sehr interessiert. Nachdem er ein Medizinstudium abgebrochen hatte, studierte er Theologie, und das einzige Examen, das er je abgelegt hat, ist eine Bakkalaureus-Prüfung 1831 in diesem Fach. Doch besuchte er Vorlesungen zu naturwissenschaftlichen Fächern, insbesondere zu Botanik, Zoologie und Geologie. Er nahm an Exkursionen teil und knüpfte Kontakte zu vielen Naturwissenschaftlern, etwa zu dem *Botaniker* und Theologen JOHN STEVENS HENSLOW, mit dem er lebenslang freundschaftlich verbunden blieb, oder zu dem *Geologen* ADAM SEDGWICK, der ihn in gründliches wissenschaftliches Arbeiten einwies, ihm allerdings später seine Evolutionstheorie übelnahm. Auf seiner fünfjährigen Reise mit der *Beagle* trieb DARWIN auch geologische Studien. Als er auf den Höhen der südamerikanischen Anden versteinerte Muscheln fand, schloss er, dass der Andenkamm ganz allmählich aus Meereshöhe angehoben worden sein müsse. An diesem *geologischen* Befund fand er LYELLS These bestätigt, dass viele kleine Schritte über ausreichend lange Zeiträume zu großen Veränderungen führen können. Diese Einsicht übertrug er dann später auf die *biologische* Evolution; sie erlaubte es ihm, eine gradualistische Evolutionstheorie zu formulieren, nach der die Entstehung und Entwicklung der Arten ebenfalls in vielen kleinen Schritten erfolgt sein soll.

Die Geologie profitiert aber auch umgekehrt von der Evolutionsbiologie. Denken wir an die so genannten *Leitfossilien*, die es dem Kenner erlauben, Erdschichten zu identifizieren und, sobald einmal eine Chronologie der biologischen Evolution zur Verfügung

steht, zuverlässig zu datieren. Genau genommen handelt es sich bei diesem Hin und Her, wie so oft, nicht um einen Teufelskreis, einen *circulus vitiosus*, sondern um ein fruchtbares Wechselspiel gegenseitiger Unterstützung, um einen *circulus virtuosus*, den man sich am besten als Spirale vorstellt.²

Denken wir auch daran, wie viel die Plattentektonik als geowissenschaftliche Disziplin der Biologie zu verdanken hat. Schon den Geografen des 17. Jahrhunderts war aufgefallen, dass die Ostküste von Südamerika sehr gut an Afrikas Westküste passt; Gebirge im einen Kontinent scheinen eine Fortsetzung im anderen zu haben; auf beiden Seiten finden sich gleiche Tiere, die unmöglich über die weiten Wasser des Atlantiks gekommen sein können; vor allem aber deuten Fossilien darauf hin, dass diese und andere Kontinente einmal verbunden gewesen sein müssen. Der Meteorologe ALFRED WEGENER stellte schon 1915 alle verfügbaren Argumente zugunsten eines ehemaligen Superkontinents „Pangaea“ und zugunsten der Kontinentaldrift zusammen³, fand aber zu seinen Lebzeiten nur wenig Zustimmung, wurde sogar als Pseudowissenschaftler verlacht. Erst um 1970 führte die Plattentektonik zur Anerkennung von WEGENERS Theorie und zugleich zu einer Verknüpfung aller geologischen Disziplinen. So wurde die Geologie eine Wissenschaft nicht nur vom *Aufbau* der Erde, sondern auch von ihrer *Geschichte*. Seitdem ist die Geologie wahrhaft evolutionär, aber eben nicht im biologischen Sinne. Von evolutionärer Geologie im Sinne eines weltgeschichtlichen Geschehens zu sprechen wäre kein Widerspruch, sondern ein Pleonasmus: Es erübrigt sich einfach.

Solche Überlegungen gelten nun aber nicht nur für die Geowissenschaften, sondern auch für die Kosmologie, die Astrophysik, die Chemie, die Entstehung der Atmosphäre (die in ihrer heutigen Zusammensetzung dem Leben auf der Erde zu verdanken ist) und der Biomoleküle. Sie gelten insbesondere für die Entstehung des Lebens, die allerdings noch nicht zufriedenstellend geklärt ist. Diese stellt ja gerade den Übergang vom Unbelebten zum Belebten dar, also die Stelle, an der die biologische Evolution beginnt. Von da an sind alle Naturwissenschaften „evolutionär“.

2.1.3 Evolution als zentraler Begriff aller Erfahrungswissenschaften

Es sind aber wiederum nicht nur die Naturwissenschaften, die den Evolutionsgedanken übernommen und für sich fruchtbar gemacht haben. Auch die Geisteswissenschaften haben davon profitiert. Schon 1909 schreibt der amerikanische Philosoph und Psychologe JAMES MARK BALDWIN als Nichtbiologe zu DARWINS 100. Geburtstag ein ganzes Buch *Darwin and the humanities*. Er meint damit nicht DARWIN als Person, sondern dessen Theorie, eben die Evolutionstheorie. Von den Geisteswissenschaften behandelt er Psychologie, Sozialwissenschaften, Ethik, Logik (womit bei ihm die wissenschaftliche Methodologie gemeint ist), Philosophie, Religion. Wenn BALDWIN dabei von *genetischer Psychologie* spricht, so hat das (1909!) noch nichts mit Genetik

zu tun, sondern nur mit Genese, insbesondere mit Ontogenese, letztlich also mit dem, was wir heute Entwicklungspsychologie nennen.

Was BALDWIN zu diesem Zeitpunkt nicht weiß: Gleichzeitig erscheint, ebenfalls zu DARWINS 100. Geburtstag und zum 50. Jahrestag seines Hauptwerkes, in England ein Sammelband *Darwin and modern science*, herausgegeben von dem Botaniker und Geologen ALBERT CHARLES SEWARD.⁴ Von dreißig Aufsätzen sind darin zwar achtzehn der Biologie gewidmet, aber immerhin sieben den Geisteswissenschaften: Psychologie, Philosophie, Soziologie, Religion, Religionswissenschaft, Sprachwissenschaft, Geschichte, natürlich im Hinblick darauf, was sie mit der DARWIN'schen Theorie zu schaffen haben. Heute, mehr als hundert Jahre später, können wir viele weitere Geisteswissenschaften in diese Liste aufnehmen. Wir werden uns vor allem der Philosophie widmen.

2.1.4 Evolution als Element der Aufklärung

Das Zeitalter der Aufklärung als geistesgeschichtliche Epoche sehen wir vor allem im späten 17. und im 18. Jahrhundert, in Frankreich verbunden mit Namen wie DESCARTES, MONTESQUIEU, VOLTAIRE, DIDEROT und D'ALEMBERT, ROUSSEAU, in England mit HOBBS, LOCKE und besonders HUME, in Deutschland mit LEIBNIZ, LESSING und schließlich KANT. Dessen Schrift „Beantwortung der Frage: Was ist Aufklärung?“ wird noch heute an vielen Schulen gelesen. Zu wissen, was Aufklärung ist, reicht allerdings nicht aus, um aufgeklärt zu sein oder um bei anderen Aufklärung zu erreichen. Irgendwie sind wir zwar alle ihre Kinder; doch haben wir sie zugleich immer wieder nötig. Insofern ist Aufklärung eine immerwährende Aufgabe, die wohl niemals abgeschlossen sein wird. So meint auch schon KANT, er lebe nicht etwa in einem *aufgeklärten* Zeitalter im Sinne eines abgeschlossenen Prozesses, wohl aber in einem Zeitalter der *Aufklärung*. Zwar sei es für den Einzelnen schwierig, sich aus seiner Unmündigkeit herauszuarbeiten, für eine freie Gesellschaft sei es jedoch durchaus möglich, ja geradezu unausbleiblich. Nach mehr als 200 Jahren unvollendeter Aufklärung sind wir vielleicht nicht mehr ganz so optimistisch, wissen aber umso besser, wie nötig es ist, am Projekt unserer eigenen Aufklärung mitzuarbeiten.

Aufklärung soll vor allem eines: etwas klarmachen, erhellen, ans Licht bringen. In diesem Sinne bringt auch der Evolutionsgedanke *Licht* ins Dunkel, und zwar wiederum nicht nur im Bereich der Biologie, der Naturwissenschaften oder der Erfahrungswissenschaften, sondern unseres Weltbildes insgesamt. Woran liegt das? Erstens erlaubt der Evolutionsgedanke, alle Systeme unserer Welt in *Veränderung* zu sehen; zweitens regt er dazu an, die Gegenwart aus der Vergangenheit zu *erklären*; drittens leistet er dies, *ohne* dafür einen Schöpfer verantwortlich zu machen; er unterstützt also viertens ein *naturalistisches* Weltbild, wonach es *überall* in der Welt *mit rechten Dingen* zugeht, also keinerlei übernatürliche Instanz in Anspruch genommen wird. Die Evolutionstheorie

steht hier in Konkurrenz zu religiös orientierten Schöpfungsgeschichten, da sie ausschließlich auf natürliche Faktoren zurückgreift. Wir kommen damit zu der fünften und letzten Rolle der Evolutionstheorie.

2.1.5 Evolution als tragendes Element eines modernen Weltbildes

Noch vor DOBZHANSKY, schon 1958, holt der englische Biologe, Philosoph und Schriftsteller JULIAN HUXLEY (1887–1975), Mitbegründer der Synthetischen Evolutionstheorie, Enkel von THOMAS HENRY HUXLEY (DARWINS „Bulldogge“), noch wesentlich weiter aus: Nach ihm kann und soll alles Geschehen nicht unter dem klassisch-spinozistischen Aspekt der Ewigkeit, *sub specie aeternitatis*, sondern geradezu im Gegenteil unter dem Aspekt der Evolution, *sub specie evolutionis*, also eher der Vergänglichkeit gesehen werden. Hören wir ihn selbst:

„Die Menschen begannen, die Evolution von Weltennebeln und Sternen, von Sprachen und Werkzeugen, von chemischen Elementen, von sozialen Organisationen zu untersuchen. Sie gingen am Ende dazu über, das ganze Universum *sub specie evolutionis* zu betrachten und aus dem Begriff der Entwicklung ein allumfassendes Konzept zu machen. Diese Verallgemeinerung von Darwins Grundidee – der Evolution auf natürlichem Wege – vermittelt uns eine neue Sicht vom Kosmos und von unserer menschlichen Bestimmung. [...] Alles Bestehende kann in gewisser Hinsicht als Evolution bezeichnet werden. Die biologische Evolution ist nur ein Sektor oder eine Phase des allgemeinen Evolutionsprozesses.“⁵

Mit diesem Gedanken möchte JULIAN HUXLEY ein neues Weltbild begründen oder, soweit es dieses Weltbild schon gibt, zum Programm machen, den *Evolutionären Humanismus*. HUXLEYS Wunsch war es, die 1945 gegründete UNESCO, deren erster Generaldirektor er war, auf einen solchen evolutionär-humanistischen Rahmen zu verpflichten, was jedoch nicht gelang. Der Titel dieses Kapitels *Im Lichte der Evolution* ist also nicht nur eine Anspielung auf die Aufklärung, sondern auch auf JULIAN HUXLEY und seine richtungweisenden Überlegungen. Der Titel der Buchreihe *Am Zügel der Evolution* und der Titel des Buches *Darwins langer Arm – Evolutionstheorie heute* kämen für den vorliegenden Beitrag also ebenfalls in Frage.

Tatsächlich: Wenn sich heute trotz aller fachlichen Zersplitterung die Möglichkeit abzeichnet, die vielen Aspekte der materiellen Welt in einem großen Zusammenhang zu sehen, vielleicht sogar zu einem einheitlichen Weltbild zurückzufinden, dann ist dafür die Tatsache verantwortlich, dass sich bei allen realen Systemen sinnvoll nach ihrer Entstehung, ihrer Entwicklung und ihrem Ende fragen lässt. Das zentrale Element einer solchen Zusammenschau ist also die Idee der *Evolution*. Dieser Idee wollen wir nun weiter nachgehen.

2.2 Ist wirklich alles in Evolution?

Ist man erst einmal darauf aufmerksam geworden, so entdeckt man, in wie vielen Gebieten von Evolution die Rede ist. Für die Biologie ist das kein Wunder. Es gibt aber auch zahlreiche nichtbiologische Bereiche, für die der Evolutionsbegriff eingesetzt wird. Wir stellen einige solche Bereiche zusammen, der Einfachheit halber alphabetisch – was dann die Liebe mit den Mineralen zusammenbringt.

Evolution der Atmosphäre
Evolution des Bösen
Chemische Evolution
Evolution von Galaxien
Evolution des Gewissens
Evolution Gottes
Evolution von Institutionen
Evolution der Komplexität
Evolution der Kooperation
Evolution des Kosmos
Evolution der Kultur
Evolution des Lebens (im Sinne der Biogenese)
Evolution der Liebe
Evolution der Minerale
Evolution der Biomoleküle
Evolution der Moral
Evolution der Phantasie (gemeint ist die Kunst)
Evolution der Quasare
Evolution des Rechts
Evolution der Sprache
Evolution der Technik
Evolution der Wissenschaft

Diese Liste ist natürlich in keiner Weise vollständig. Aber schon unvollständig macht sie deutlich, dass der Evolutionsgedanke auf sehr vieles anwendbar ist – nicht nur in der Biologie. Eine kritische Frage lautet deshalb: Ist etwa *alles* in Evolution? Auch der Kosmos als Ganzes, auch die so genannten Naturkonstanten, vielleicht sogar die Naturgesetze, auch die Evolutionsgesetze, und am Ende auch noch die Wahrheit?

Die Antwort hängt wesentlich davon ab, wie man den Evolutionsbegriff versteht. Fasst man ihn weit, so ist die Antwort vergleichsweise einfach: Alle *realen Systeme* sind in Evolution, auch der Kosmos als Ganzes. Naturkonstanten wie die Lichtgeschwindigkeit oder die Gravitationskonstante sind dagegen keine realen Systeme, sondern *Eigenschaften* von natürlichen Systemen und als solche keine realen Objekte, sondern Abs-

traktionen. Die realen Systeme allerdings, welche diese Eigenschaften haben, *könnten* sich durchaus ändern, und in diesem Sinne *könnten* sich auch Naturkonstanten ändern. Bisher haben sie sich jedoch trotz immer genauerer Messungen nicht als veränderlich erwiesen. – Auch Naturgesetze sind Abstraktionen: Sie stellen Zusammenhänge zwischen den Eigenschaften realer Systeme dar; insofern sind sie sogar Abstraktionen höherer Stufe und damit der Evolution erst recht nicht unterworfen. – Und das gilt schließlich auch für die Wahrheit. Wahrheit kann man verstehen als eine bestimmte Eigenschaft von Aussagen oder als die Menge aller wahren Aussagen. Aber Eigenschaften sind Mengen, und Mengen sind eben keine realen Systeme, sondern Abstraktionen; auf sie ist der Evolutionsbegriff nicht anwendbar, auch wenn sich unsere *Meinungen* über das, was wahr ist, immer wieder ändern können und auch oft genau ändern.

2.3 Evolution also auch außerhalb der Biologie

Ein zentraler Abschnitt der Evolution ist natürlich die Evolution der Lebewesen; die zugehörige Theorie ist die biologische *Evolutionstheorie*. Inzwischen haben sich viele Disziplinen herausgebildet, die sich auf diese Evolutionstheorie stützen und sich deshalb *evolutionär* nennen. Dabei bedeutet jedoch *evolutionär*, wie wir gerade gesehen haben, nicht immer dasselbe. Und selbst wenn die beiden wichtigsten Faktoren der biologischen Evolution, Variation und Selektion, gemeint sind, können gerade sie sehr biologienah, aber eben auch in einem übertragenen Sinne benutzt werden.

Es lohnt sich deshalb, verschiedene Ebenen oder Phasen der Evolution zu unterscheiden. So sprechen wir von kosmischer, astrophysikalischer, chemischer, molekularer, biologischer, psychischer, sozialer, kultureller, wissenschaftlicher, technischer Evolution und könnten leicht noch weitere Unterteilungen vornehmen. Man kann nun jede dieser Phasen für sich allein behandeln, wobei sie zunächst nur den *Evolutionsbegriff* gemeinsam haben. – Man kann sie auch, der evolutionären Chronologie folgend, aneinanderhängen und ein großes *evolutionäres Szenario* entwerfen, das dann vom Urknall bis in die Gegenwart reicht oder sogar, wenn man sich Prognosen zutraut, weiter in die Zukunft des Menschen, der Erde, der Sonne, der Milchstraße, des Kosmos als Ganzen bis zu dessen Verödung oder zum Endknall. Dabei ist natürlich nicht gemeint, dass die verschiedenen Phasen einander in Form einer Kette ablösen, sondern dass sie in Form einer Pagode aufeinander aufbauen, wobei die vorhergehenden Phasen die späteren ermöglichen und stützen. – Man kann aber auch zwei oder mehr Evolutionsphasen (oder wenigstens ihre theoretischen Beschreibungen) nebeneinanderstellen und *vergleichen*, wobei man nicht nur viele Gemeinsamkeiten, sondern auch viele Unterschiede finden wird. – Und schließlich kann man versuchen, eine *einheitliche Evolutionstheorie* zu finden, die für mehrere, vielleicht sogar für alle Phasen der Evolution gilt. Um solche evolutionären Szenarien, um ihren Vergleich und um Ansätze zu einer einheitlichen Evolutionstheorie soll es im Folgenden gehen.

2.4 Übergreifende Evolutionsszenarien

Schon länger gibt es Bücher, die versuchen, Evolution als *übergreifendes* Geschehen darzustellen. Es geht dabei um die breite Anwendbarkeit des *Evolutionsgedankens*, nicht immer auch schon der *Evolutionstheorie* im DARWIN'schen Sinne. Ein frühes Werk dieser Art ist CARL FRIEDRICH VON WEIZSÄCKERS Buch *Die Geschichte der Natur*, das auf Vorlesungen aus dem Jahre 1946 zurückgeht und immer wieder aufgelegt wird. Obwohl er DARWINS „Selektionslehre“ voll anerkennt, spricht VON WEIZSÄCKER nicht von Evolution, sondern nur von Geschichte und Entwicklung. Spätere derartige Bücher stammen von Autoren wie BRYSON, BYLINSKI, CALVIN, VON DITFURTH, GRIBBIN, RENSCH, RIEDL und UNSÖLD, und von Herausgebern wie FABIAN, GESSLER, GRAFEN, JANTSCH, LASKOWSKI, PATZIG, SIEWING und WILHELM. Diese haben dann – anders als VON WEIZSÄCKER – auch keine Hemmungen mehr, durchgängig von *Evolution* zu sprechen. Wie nicht anders zu erwarten, wird dabei der Evolutionsbegriff sehr unterschiedlich verwendet. Über einen dieser Autoren – den Biologen BERNHARD RENSCH – berichten wir etwas ausführlicher.

BERNHARD RENSCH (1900–1990) war Mitbegründer der Synthetischen Theorie der Evolution. Neben zahlreichen biologischen Arbeiten schrieb er auch Bücher über allgemeinere, besonders über philosophische Themen. Eines seiner letzten Bücher ist *Das universale Weltbild. Evolution und Naturphilosophie* (1977), eine eindrucksvolle Zusammenschau seines Gesamtwerkes. Hier sieht er, wie der Titel schon erwarten lässt, überall Evolution am Werk. Er beginnt mit Kapiteln über die Evolution des Universums, der Galaxien, des Sonnensystems und der Erde, bietet später auch Kapitel über die Evolution heutiger Rassen und Völker, menschlicher Kulturen, ethischer und religiöser Vorstellungen und der Kunst, des Psychischen und sogar über die Evolution spezieller Naturgesetze. RENSCH fasst den Evolutionsbegriff also sehr weit.

Allerdings spricht er nur beim *Aufbau von Systemen* von Evolution, nicht dagegen beim Abbau. In Wahrheit gehört der Abbau genauso zur Evolution wie der Aufbau; häufig sind ja gerade die Katastrophen Voraussetzung und Chance für eine weitere Evolution. Und nicht nur das: Auch Körperteile und Fähigkeiten, die nicht mehr gebraucht werden, können verschwinden. Fische, die aus oberflächennahen Gewässern in die Tiefsee oder in Höhlen vordringen, verlieren ihre Augen; Schalentiere, die ihre Ernährung auf einfaches Filtern von Meerwasser umstellen, brauchen sich nicht mehr zu bewegen und verlieren große Teile ihres Gehirns; das menschliche Steißbein ist der unscheinbare Rest des Schwanzes, den unsere nächsten Verwandten, die Menschenaffen, noch haben, den der aufrechte Gang unserer Vorfahren aber anscheinend entbehrlich machte. Wenn man so will, ist Evolution also noch umfassender, als RENSCH sie sieht.

Insgesamt skizziert RENSCH ein umfassendes evolutionäres Bild; doch macht er nirgends den Versuch, allgemeine Evolutionsgesetze oder gar eine *allgemeine* Evolutionstheorie aufzustellen. Das gilt auch für viele andere Bücher, vor allem für Sammel-

bände: Sie fassen den Evolutionsbegriff ähnlich weit, ohne eine einheitliche Theorie in Aussicht zu stellen oder gar vorzulegen. Häufig verraten das schon die Titel, etwa *Evolution: Woher und Wohin? Antworten aus Religion, Natur- und Geisteswissenschaften*.

In solchen Büchern geht es vorwiegend um die Darstellung verschiedener Evolutionsphasen. Es ist ganz natürlich, dass dabei jeder Autor gerade jene Abschnitte der Evolution hervorhebt, für die er besonderes Interesse oder besondere Kompetenz hat. Zusammenstellungen evolutionärer Disziplinen, die über bloße Aufzählungen hinausgehen oder sogar so etwas wie Vollständigkeit anstreben, finden sich dagegen selten. Einem solchen Wunsch recht nahe kommt das Buch *Evolutionär denken* des niederländischen Philosophen CHRIS BUSKES mit 10 evolutionären Disziplinen und noch näher der hervorragende Sammelband *Evolution*, herausgegeben von den Zürcher Wissenschaftshistorikern PHILIPP SARASIN und MARIANNE SOMMER mit rund 20 evolutionären Disziplinen.⁶ Rund 50 wissenschaftliche und philosophische Disziplinen behandelt das Buch des gegenwärtigen Autors GERHARD VOLLMER: *Im Lichte der Evolution. Darwin in den Wissenschaften und in der Philosophie*.⁷

2.5 Evolutionstheorien im Vergleich

Nun ist es ja durchaus möglich, zwei oder mehr Phasen, Ebenen, Typen der Evolution miteinander zu *vergleichen* und nach Gemeinsamkeiten, nach Unterschieden oder nach beidem zu suchen. Das ist allerdings keine leichte Aufgabe, weil man dazu auf den jeweils verglichenen Gebieten ausreichend bewandert sein sollte. Viele Bücher und noch mehr Aufsätze stellen verschiedene Phasen der Evolution nur nebeneinander.

So vergleicht

- ◆ der deutsch-amerikanische Biologe ERNST MAYR kosmische und organismische Evolution,
- ◆ der Physiker PETER GRASSMANN technische Entwicklung mit biologischer Evolution,
- ◆ der Biologe ULRICH KULL biologische und sprachliche Evolution,
- ◆ der Sprachwissenschaftler ANDREAS FISCHER den Baum des Lebens mit dem Baum der Sprache,
- ◆ der Ethnologe CHRISTOPH ANTWEILER Bioevolution und Kulturevolution.

Am häufigsten werden biologische und kulturelle Evolution nebeneinandergestellt. In den Begleittexten äußern die Herausgeber dann den lobenswerten Wunsch, durch die interdisziplinäre Herangehensweise möge sich ein *ganzheitliches* Bild des Menschen ergeben. Aber bloße Interdisziplinarität führt noch nicht zwangsläufig zu Ganzheit.

2.6 Gibt es eine allgemeine Evolutionstheorie?

Die Reichweite des Evolutionsgedankens ist verblüffend, aber ist damit auch die Reichweite der Evolutionstheorie bereits abgesteckt? Insbesondere stellt sich die Frage, ob es für die verschiedenen Phasen der Evolution eine *gemeinsame* Theorie gibt, eine *allgemeine* Evolutionstheorie, die alle oder wenigstens die meisten Arten von Evolution umfasst. Diese Frage wird sehr unterschiedlich beantwortet. Oft wird sie kurzerhand verneint. So meint der Biologe HANS MOHR, der Entwurf einer allgemeinen Evolutionstheorie, die biologische, ökonomische und kulturelle Evolution umfasst, entspreche der Suche der Physiker nach der „Weltformel“.

Nun ist aber keineswegs ausgemacht, dass es keine Weltformel gibt oder dass sie, wenn es sie gibt, für uns unauffindbar bleiben muss. Ebenso wenig ist ausgemacht, dass es keine allgemeine Evolutionstheorie geben kann. Vielmehr wird sie von vielen für möglich gehalten, von manchen gesucht und von einigen als vorhanden vorgestellt. Fragt man allerdings, wie diese umfassende Theorie aussehen könnte, so erhält man sehr unterschiedliche Antworten, die kaum Notiz voneinander nehmen und sich meist mit Schlagworten zufrieden geben.

So fragt der Biologe und Philosoph GEORG TOEPFER ausdrücklich, ob es eine generelle Evolutionstheorie gibt, verneint diese Frage aber gleich darauf, weil kosmische, chemische und biologische Evolution sehr unterschiedlichen Mechanismen unterliegen. Man wird daraufhin fragen, ob es wenigstens für alle Evolutionsvorgänge bei *Lebewesen* eine solche *allgemeine* Theorie geben könnte, außer für die biologische Evolution also für die Evolution von Kulturen, Sprachen, Werkzeugen, Künsten, Gesellschaften, Wirtschaftssystemen. Hier begnügt sich TOEPFER mit einer Zusammenstellung von Begriffen, die nach verschiedenen Autoren für Evolutionsvorgänge charakteristisch sind: Reproduktion, Vererbung, Variation, fitnessabhängige Überlebens- und Vermehrungsraten, Irreversibilität, Entstehung neuer Systeme, Ungeplantheit, Einfluss von Zufallsfaktoren.⁸ Wie eine *allgemeine* Evolutionstheorie dann wirklich aussehen könnte, wird damit leider nicht klar. Dabei gibt es durchaus Versuche, solche Theorien zu formulieren, von denen wir wenigstens einige vorstellen wollen.

Im englischen Sprachraum diskutiert man das Thema einer allgemeinen Evolutionstheorie unter dem Stichwort *Universal Darwinism*. Schon DARWIN selbst macht sich Gedanken darüber, ob seine Evolutionsprinzipien Urverwandtschaft, Vererbung, Variation und Selektion auch für andere Gebiete gelten, insbesondere für die Evolution der menschlichen Sprache und der Moral. Der Ausdruck *Universeller Darwinismus* wird jedoch erst dem Biologen RICHARD DAWKINS zugeschrieben. Allerdings geht es DAWKINS dort noch nicht um eine Verallgemeinerung der Evolutionstheorie auf nicht-biologische Gebiete, sondern um die Allgemeingültigkeit von DARWIN'S Theorie, insbesondere des Prinzips der natürlichen Auslese, für *alle Lebewesen*.

Bald danach jedoch wird der Begriff erneut erweitert, und seitdem greift er über die Biologie weit hinaus. Dabei unterscheidet man noch zwischen solchen Anwendun-

gen, bei denen die Genetik eine Rolle spielt (etwa Medizin oder Psychologie), und solchen, bei denen die Information anders gespeichert und weitergegeben wird als bei Lebewesen (etwa Computerprogramme, Kunststile oder wissenschaftliche Theorien).

2.6.1 DANIEL DENNETT und der DARWIN'sche Algorithmus

Wohl am bekanntesten ist der Philosoph DANIEL DENNETT mit seinem Buch *Darwins gefährliches Erbe* von 1995.⁹ In diesem Buch verteidigt DENNETT die Evolutionstheorie nicht nur als eine für die Biologie entwickelte und in der gesamten Biologie äußerst erfolgreiche Theorie, er versucht auch, sie auf andere als biologische Prozesse zu verallgemeinern. Er nennt einen Prozess *Darwisch*, wenn dieser die drei Merkmale *Vermehrung* (mit Vererbung), *Variation* und *Selektion* aufweist. Nach DENNETT kann man das Zusammenwirken dieser drei Faktoren als einen *Algorithmus* auffassen, der überall greift, wo die genannten drei Begriffe, Merkmale oder Faktoren eine Rolle spielen. Der Begriff des Algorithmus ist sehr abstrakt; es spielt keine Rolle, auf welchem Material diese Prozesse ablaufen. So kann man versuchen, ihn auf andere als biologische Systeme zu übertragen.

Warum nennt DENNETT DARWINS Ideen *gefährlich*? Sicher nicht nur, um den Verkauf zu fördern. Das entscheidende Merkmal ist vielmehr die Übertragbarkeit und *Verallgemeinerbarkeit* der Theorie: Sie ist eben in vielen Disziplinen anwendbar, biologischen wie nicht-biologischen. Tatsächlich hat sie im Laufe der Zeit immer mehr Disziplinen erfasst, und DENNETTS Buch dient gerade dem Nachweis dieser Fruchtbarkeit. Er vergleicht die Wirkung von DARWINS Theorie, insbesondere des Prinzips der natürlichen Auslese, mit einer universellen Säure, die alles angreift, was ihr in den Weg kommt, und die deshalb nicht einzuschließen und nicht aufzuhalten ist.

Aber ist es nicht erfreulich, wenn eine Theorie sich als vielfach anwendbar erweist? Wird hier nicht eine Einheit entdeckt oder gestiftet, von der einige schon lange träumen? Es kommt auf den Standpunkt an. Wie die drei *Kränkungen* des Menschen durch KOPERNIKUS, DARWIN und FREUD, die SIGMUND FREUD nicht ohne Eigenlob diagnostiziert, und die weiteren Kränkungen, die inzwischen eingetreten sind, keineswegs für alle Menschen echte Kränkungen darstellen¹⁰, so sehen auch nicht alle in DARWINS Theorie eine *Gefahr*, sondern viele eher eine Chance. Wissenschaftlicher Fortschritt ist für viele erfreulich, für die Entdecker sogar meist beglückend. Er kann uns allerdings auch mancher Illusion berauben, insbesondere der Illusion über eine *Sonderstellung* des Menschen: seine Mittelpunktstellung im Kosmos (KOPERNIKUS), seine Ausnahmestellung gegenüber der Tierwelt (LAMARCK und DARWIN), die Rolle der Vernunft in seinen eigenen Entschlüssen und Handlungen (FREUD). Dass einige Menschen sich durch wissenschaftliche Entdeckungen tatsächlich gekränkt fühlen, sieht man am besten an dem *Widerstand*, der ihnen entgegengebracht wird. Da werden Forscher exkom-

muniziert, Bücher auf den Index gesetzt, Entdecker beschimpft oder lächerlich gemacht, Forschungen nicht mehr gefördert oder sogar verboten.

Nun sagt DARWIN nicht, dass der Mensch ein gewöhnliches Tier sei. Das behaupten auch nur wenige seiner Anhänger. Nicht nur ist jede Tierart, ist sogar jedes Individuum etwas Besonderes; vielmehr sind die Besonderheiten des Menschen besonders zahlreich, besonders auffällig und besonders folgenreich. Der Mensch ist also, wenn dieses Wortspiel erlaubt ist, in besonderer Weise besonders. Was DENNETT bei DARWIN gefährlich nennt, ist die Tatsache, dass dessen Theorie der natürlichen Auslese eine Erklärung „von unten“ bietet. Im Gegensatz zu vorher bedarf es nun zum Verständnis der belebten Welt keines Schöpfers mehr, keiner Vorsehung, keiner Teleologie, keiner übernatürlichen Instanz, keines Weltenlenkers.

Der Mensch mit seinen Fähigkeiten ist nicht gewollt, nicht geplant, nicht geschaffen; er ist auf ebenso natürliche Weise entstanden wie alle anderen Lebewesen auch. Und das gilt eben nicht nur für seinen Körper, seine Anatomie, Morphologie und Physiologie, sondern für *alle* Merkmale, auch für sein Gehirn und dessen Leistungen! Und da seine Eigenschaften und Erzeugnisse von sehr vielen Disziplinen untersucht werden, naturwissenschaftlichen wie geisteswissenschaftlichen, hält auch die natürliche Erklärung dieser Eigenschaften und Fähigkeiten in alle diese Disziplinen Einzug – unachgiebig, unaufhaltsam, geradezu voraussagbar. Diese Naturalisierung gefällt vielen nicht, sie fühlen sich in ihrer tatsächlichen oder vermeintlichen Sonderstellung bedroht und wehren sich – letztlich vergeblich. Deshalb ist DARWINS Theorie für viele unwillkommen, beunruhigend, gefährlich. Das naturalistische Welt- und Menschenbild, wonach es überall in der Welt „mit rechten Dingen“ zugeht, wird von vielen abgelehnt.

Es gibt viele Ansätze, die Evolutionstheorie zu verallgemeinern. Die meisten gehen davon aus, dass eine solche umfassende Theorie nur die belebte Welt umfasst. Was ja Aufgabe genug ist. Wir begnügen uns hier mit drei jüngeren Ansätzen zu einer allgemeinen Theorie.

2.6.2 ENRICO COEN und die Formel des Lebens

Wir beginnen mit einem Buch des britischen Molekularbiologen ENRICO COEN *Die Formel des Lebens. Von der Zelle zur Zivilisation*. Schon der englische Titel¹¹ und auch der deutsche Untertitel verraten, worauf der Autor hinauswill: auf eine Theorie, die mehrere Entwicklungsprozesse übergreift. Diese Prozesse sind:

- ◆ die *Evolution* von der Bakterie bis zum menschlichen Gehirn,
- ◆ die *Entwicklung* von der Eizelle zum Individuum,
- ◆ das *Erlernen* neuer Umweltbeziehungen und
- ◆ die *soziokulturelle Entwicklung* von der Stammesgesellschaft zur Hochzivilisation.

Auf diesen vier Ebenen soll aller Wandel belebter Systeme stattfinden; hier wird nach Gemeinsamkeiten gesucht. (Leider wird die ökonomische Ebene, die heute besonders viel diskutiert wird, in COENS Buch mit keinem Wort erwähnt.)

Aber wo steckt nun die Formel des Lebens? COEN nennt sieben *Prinzipien*, die den Wandel beschreiben sollen: Variation, Beständigkeit, Verstärkung, Wettbewerb, Wiederholung, Kooperation und kombinatorische Vielfalt. Diese sieben Prinzipien und ihr Zusammenspiel sollen die *Formel des Lebens* ausmachen.

Hier könnte man stutzig werden: Was hier aufgezählt wird, das sind Begriffe, keine Prinzipien. Prinzipien sind Grundsätze, die wahr und falsch sein können, etwa das Archimedische Prinzip des Auftriebs oder das Trägheitsprinzip der klassischen Physik. Genaue Formulierungen für COENS Prinzipien finden sich bei ihm nicht. – Vor allem aber bleibt ungeklärt, in welchem Sinne es sich dabei um eine *Formel* handelt, denn weder die Prinzipien noch ihr Zusammenwirken werden in Gestalt einer oder mehrerer Formeln dargestellt. – Eine weitere Merkwürdigkeit: Gibt man den sieben Prinzipien eine andere Reihenfolge und ergänzt sie um den Begriff (oder das Prinzip) der *Abschwächung*, so erhält man vier Gegensatzpaare: Beständigkeit und Variabilität, Kooperation und Wettbewerb, Verstärkung und Abschwächung, Wiederholung und Vielfalt. Man könnte also auch von vier Paaren *antagonistischer* Prinzipien sprechen. Das macht die Liste sofort viel übersichtlicher. Leider wird diese Möglichkeit nirgends erwähnt.

Prüft man die von COEN genannten vier Ebenen des Wandels – Evolution, Entwicklung, Lernen, Kultur –, so findet man tatsächlich eine Gemeinsamkeit: die Rückkopplung (feedback). Im Buch wird sie für jede Ebene bildlich dargestellt. Dabei geht es in der Evolution um den Fortpflanzungserfolg, bei der Individualentwicklung um die Musterbildung, beim Lernen um die Synapsenstärke im Gehirn, bei der Kulturentwicklung um die Wertschätzung der Sozialpartner. COEN betont, dass diese doppelte Rückkopplungsschleife allen vier Ebenen gemeinsam ist. Doch macht er nicht deutlich, dass erst diese Rückkopplungen seine „Prinzipien“ miteinander *verbinden* und damit zur „Formel des Lebens“ gehören!

COEN betont zu Recht, dass sein Unternehmen ein *angemessenes Abstraktionsniveau* voraussetzt. Aber welches Niveau ist angemessen? Stellen wir uns vor, eine vielseitige Physikerin arbeitet über mehrere Naturerscheinungen, etwa über Wasserwellen, Schall, Licht, Mikrowellen, Elektromagnetismus, Erdbeben und Gravitation. Ganz begeistert erzählt sie uns, dass diese Naturerscheinungen gemeinsamen „Prinzipien“ genügen: endliche Ausbreitungsgeschwindigkeit abhängig von der Dichte des Mediums, Energieübertragung ohne Materietransport, Abnahme der Intensität mit zunehmender Entfernung, Überlagerung (Superposition) von Signalen aus verschiedenen Richtungen, wechselseitige Verstärkung und Auslöschung. Sie zeigt auch noch, dass sich alle diese Erscheinungen als *Wellen* beschreiben lassen, also als räumlich und zeitlich periodische Vorgänge. Aber sie verrät uns *nicht*, dass diese Gemeinsamkeiten durch eine einzige Gleichung ausgedrückt werden können: die Wellengleichung. Sie stellt – auch quantitativ – die gemeinsame Struktur der genannten Erscheinungen dar. Sie ist zwar

keine Weltformel, aber doch eine *universelle Beschreibung* für alle Wellenerscheinungen. Dann stellt diese Gleichung die angemessene Abstraktionsebene dar, und deshalb muss heute jeder Physiker mit dieser Gleichung vertraut sein.

Nun erwarten wir nicht, dass es für die Lebenserscheinungen mit einer einzigen Formel getan ist – obwohl COEN gerade dies durch sein Schwärmen von der *Formel des Lebens* durchaus nahelegt und mehrfach als seine persönliche Entdeckung ausgibt. Auch die Physik besteht ja nicht nur aus der Wellengleichung, sondern stützt sich, solange eine Weltformel nicht zur Verfügung steht, auf viele weitere fundamentale Gleichungen. So würden wir uns wünschen, dass auch COEN verrät, wie weit sich seine „Formel“ tatsächlich formalisieren lässt, sodass die von ihm aufgewiesene Strukturgleichheit auch quantitativ sichtbar würde. Erst dann könnte man beurteilen, ob hier wirklich eine Formel allen Lebens gefunden wurde oder ob es bei den üblichen vagen Analogien bleibt. So erweist sich COENS Bemühen, von einer Formel zwar zu reden, dabei aber jede Art von formaler Präzisierung sorgsam zu *vermeiden*, als Bumerang: Die Gesamtstruktur bleibt in der Schwebelage. Der Leser erfährt nicht einmal, dass es so etwas wie Biomathematik überhaupt gibt. Erst recht findet er keinerlei Hinweis auf einen Text für Fachleute, in dem COEN oder jemand anderes diese Lücke füllt. So bleibt völlig offen, ob es die versprochene Formel überhaupt gibt.

2.6.3 GERHARD SCHURZ und die DARWIN'schen Module

Fast gleichzeitig mit dem Buch von COEN erschien ein Buch des Physikers und Philosophen GERHARD SCHURZ mit dem Titel *Evolution in Natur und Kultur. Eine Einführung in die verallgemeinerte Evolutionstheorie*.¹² Wenn SCHURZ nicht von *einer*, sondern gleich von *der* verallgemeinerten Evolutionstheorie spricht, dann muss er ja wohl auch die einzige, die erste oder die bisher beste derartige Theorie zu bieten haben. Hat er?

Vorweg: Es ist ein sehr gutes Buch! Auf 450 Seiten enthält es beeindruckend viel Information, und überall lohnt sich die Lektüre. Über zahlreiche Disziplinen hinweg werden hochinteressante und sorgfältig recherchierte und belegte Themen behandelt: Entwicklungstheorien vor DARWIN, Argumente gegen Kreationisten, anthropisches Prinzip, wissenschaftstheoretische und ethische Fragen der Evolutionstheorie, Brückenprinzipien zwischen Sein und Sollen, kulturelle Evolution, die Mem-Theorie von RICHARD DAWKINS, mathematische Grundlagen, klassische und evolutionäre Spieltheorie, Evolution von Moral, Wissen und Religion.

Wie aber steht es mit dem Versprechen, eine verallgemeinerte Evolutionstheorie anzubieten? Studiert man das Inhaltsverzeichnis, so ist dieser Verallgemeinerung zwar Teil II gewidmet, tatsächlich aber nur ein Unterkapitel (6.3) von sieben Seiten. Und in Teil IV werden „mathematische Grundlagen und theoretische Modelle der verallgemeinerten Evolutionstheorie“ vorgestellt. Aber wo lernen wir die allgemeine Theorie ohne Mathematik denn wirklich kennen? Welche Seiten oder Kapitel soll jemand lesen, der

schon einiges über Evolution und Evolutionstheorien weiß, jetzt aber auch die *verallgemeinerte* Evolutionstheorie kennenlernen möchte? Diese allgemeine Evolutionstheorie ist, quantitativ gesehen, nicht als Hauptanliegen des Buches erkennbar. Immerhin könnte man der Meinung sein, alle Kapitel über *einzelne* Arten von Evolution seien notwendig, um die Angemessenheit der vorgeschlagenen *allgemeinen* Evolutionstheorie zu belegen.

Welche Arten oder Phasen der Evolution sind gemeint? SCHURZ lässt seine verallgemeinerte Evolutionstheorie erst bei der biologischen Evolution im Sinne DARWIN'S beginnen. Das liegt daran, dass er den Evolutionsbegriff auf DARWIN'SCHE Evolution einschränkt. In ihr wirken die drei Faktoren – SCHURZ nennt sie DARWIN'SCHE „Module“ – *Reproduktion, Variation, Selektion*, denen wir schon bei DENNETT begegnet sind. Durch die Forderung nach *Reproduktion* werden viele Evolutionsphasen ausgeschlossen, mindestens alle jene, bei denen eben keine echte Reproduktion vorliegt. (Bloßes Weiterexistieren ist natürlich keine Reproduktion, selbst wenn sich dabei einiges ändert.) Von der Evolution des Kosmos ist deshalb nur kurz die Rede und nur im Zusammenhang mit der kosmologischen Vielwelten-Spekulation des Astrophysikers LEE SMOLIN, die aber mit Evolution so gut wie nichts zu tun hat, weil es unter den verschiedenen Welten keine Wechselwirkung, keine Konkurrenz und keine Auslese gibt. Im Übrigen spielen Kosmos, Galaxien und Sterne keine Rolle. Auch die Evolution von Planetensystemen und die chemische Evolution, also die Entstehung von Biobausteinen auf der Früherde, fallen noch nicht unter den hier zugrunde gelegten Evolutionsbegriff; ihnen billigt SCHURZ allenfalls den Status von *Protoevolutionen* zu. Das leuchtet ein; aber auch die *Entstehung* des Lebens, zu der DARWIN noch so gut wie nichts sagen konnte, über die aber inzwischen doch einiges bekannt ist, kommt mit vier Seiten zu kurz. Dabei ist gerade sie für Evolutionsfragen besonders lehrreich, weil die entscheidenden Evolutionsfaktoren bei den ersten lebenden Systemen, den Einzellern oder ihren Vorgängern, gewissermaßen in Reinkultur am Werk sind.

Nun gibt es ja auch höhere Evolutionsphasen. Der sozialen Evolution sind merkwürdigerweise nur vier, der technologischen nur fünf Seiten gewidmet, und die Evolution der Wissenschaft findet so gut wie gar keine Erwähnung. Besonders nachteilig wirkt sich aus, dass die Evolutorische Ökonomik überhaupt keine Rolle spielt; gerade hier ist, wie der Name verrät, die Verwandtschaft mit der Evolutionstheorie besonders eng.

Die Evolutionsphase, der SCHURZ sich besonders widmet, ist die kulturelle Evolution. In sorgfältig erarbeiteten Tabellen (S. 142, 195, 207, 237f.) stellt er biologische und kulturelle Evolution gegenüber. Dabei schließt er sich weitgehend der von RICHARD DAWKINS ab 1976 entwickelten Mem-Theorie an, wonach Meme (Ideen) für die kulturelle Evolution eine ähnliche Rolle spielen sollen wie die Gene für die biologische Evolution. Dabei gewinnt man jedoch den Eindruck, dass die *Unterschiede* die *Ähnlichkeiten* weit überwiegen, so sehr, sodass von einer übergreifenden Theorie kaum mehr die Rede sein kann. Es ist schon schwierig zu sagen, in welchem Sinne Ideen sich *reproduzieren* sollen. Insbesondere kennt die kulturelle Evolution eine lamarckistische „Verer-