



Gerhard Vollmer

Im Lichte der Evolution

Darwin in Wissenschaft
und Philosophie

HIRZEL

Gerhard Vollmer
Im Lichte der Evolution

Gerhard Vollmer

Im Lichte der Evolution

Darwin in Wissenschaft
und Philosophie



S. Hirzel Verlag

Ein Markenzeichen kann warenrechtlich geschützt sein, auch wenn ein Hinweis auf etwa bestehende Schutzrechte fehlt.

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

Jede Verwertung des Werkes außerhalb der Grenzen des Urheberrechtsgesetzes ist unzulässig und strafbar. Dies gilt insbesondere für Übersetzungen, Nachdruck, Mikroverfilmung oder vergleichbare Verfahren sowie für die Speicherung in Datenverarbeitungsanlagen.

ISBN 978-3-7776-2617-8 (Print)
ISBN 978-3-7776-2636-9 (E-Book, PDF)

© 2017 S. Hirzel Verlag
Birkenwaldstraße 44, 70191 Stuttgart
Printed in Germany
Einbandgestaltung: deblik, Berlin, unter Verwendung von Bildern von Nickolae/Fotolia und Vladyslav Danilin/Fotolia
Satz: abavo GmbH, Buchloe
Druck & Bindung: Kösel, Krugzell

www.hirzel.de

Inhalt

Evolution als DNA des Denkens – Geleitwort von Volker Sommer.	9
Wie dieses Buch entstand – fast ein Geständnis.	15
Teil A: Über Evolution	19
A 1 Im Lichte der Evolution.	19
A 2 Ist wirklich alles in Evolution?	24
A 3 Was ist eine Evolutionäre Theorie?	28
A 4 Übergreifende und vergleichende Evolutionsszenarien	32
A 5 Gibt es eine <i>allgemeine</i> Evolutionstheorie?	35
Fazit zu Teil A: Über Evolution	56
Teil B: Darwin in den Wissenschaften	58
Ein Fächer evolutionärer Fächer.	58
B 1 Evolutionäre und genetische Algorithmen	58
B 2 Evolutionäre Anthropologie (vorwiegend biologisch ¹²⁸)	60
B 3 Evolutionäre Archäologie	66
Evolutionäre Ästhetik: siehe Kapitel D 2	
B 4 Evolutionäre Bioinformatik	68
B 5 Evolutionäre Biologie	69
B 6 Evolutionäre Biotechnologie	70
B 7 Evolutionäre Chemie (Biochemie)	75
B 8 Evolutionäre Didaktik.	79
B 9 Evolutionäre Entwicklungsbiologie (evolutionary development, Evo-Devo)	81
Evolutionäre Erkenntnistheorie: siehe Kapitel D 3	
B 10 Evolutionäre Ernährungswissenschaft – Leben wie in der Steinzeit	86
Evolutionäre Ethik: siehe Kapitel D 4	
B 11 Evolutionäre Finanztheorie/Finanzmarkttheorie	88
Evolutionäre Philosophie des Geistes: siehe Kapitel D 5	
B 12 Evolutionäre Genetik	92
B 13 Evolutionäre Geologie.	105
B 14 Evolutionäre Geschichtswissenschaft (Big History).	110
Evolutionärer Humanismus: siehe Kapitel D 6	
B 15 Evolutionäre Institutionentheorie (auch Evolutorischer Institutionalismus)	115
B 16 Evolutionäre Intelligenz.	116

B 17	Evolutionäre Kosmologie	124
B 18	Evolutionäre Kulturtheorie (Kulturwissenschaft)	140
B 19	Evolutionäre Kunst	160
	Evolutionäre Kunsttheorie	161
	Evolutionäre Lebensgeschichtsforschung (life history research).	161
B 20	Evolutionäre Linguistik	162
B 21	Evolutionäre Literaturtheorie (Literary Darwinism)	183
	Evolutionäre Logik: siehe Kapitel D 7	
B 22	Evolutionäre Mathematik	186
B 23	Evolutionäre Medizin (auch Darwinian Medicine)	192
	Evolutionäre Metaphysik: siehe Kapitel D 9	
B 24	Evolutionäre Morphologie	203
B 25	Evolutionäre Musik	204
B 26	Evolutionäre Musikwissenschaft	205
	Evolutionärer Naturalismus: siehe Kapitel D 10	
B 27	Evolutionäre Neurologie, auch Neuronaler Darwinismus	209
B 28	Evolutionäre Ökologie, Evolutionsökologie	212
B 29	Evolutionäre Ökonomik, auch evolutorische oder Evolutionsökonomik	220
B 30	Evolutionäre Organisationstheorie	228
B 31	Evolutionäre Pädagogik	229
B 32	Evolutionäre Physik	235
B 33	Evolutionäre Politologie	240
B 34	Evolutionäre Psychiatrie	244
B 35	Evolutionäre Psychologie, auch Evolutionspsychologie	247
B 36	Evolutionäre Rechtstheorie	268
B 37	Evolutionäre Religionswissenschaft	276
B 38	Evolutionäre Soziologie (Soziobiologie)	287
B 39	Evolutionäre (auch evolutorische) Spieltheorie	297
	Evolutionärer Spiritualismus: siehe Kapitel D 11 <i>Evolutionäre Spiritualität</i>	
	Evolutionäre Sprachwissenschaft: siehe Kapitel B 20 <i>Evolutionäre Linguistik</i>	
B 40	Evolutionäre Strategie (Evolutionsstrategie)	302
B 41	Evolutionäre Symmetrietheorie	305
B 42	Evolutionäre Technikentwicklung (Evolutionary Technology).	307
B 43	Evolutionäre Theologie	312
	Evolutionäre Wirtschaftstheorie: siehe Kapitel B 28 <i>Evolutionäre Ökonomik</i>	
	Evolutionäre Wissenschaftstheorie: siehe Kapitel D 13	
B 44	Warum gibt es keine Evolutionäre Astrophysik?	318
	Fazit zu Teil B: Darwin in den Wissenschaften	320

Teil C: Darwin und die Philosophie	321
C 1 Welche Beziehung hatte Darwin zur Philosophie?	321
C 2 Welche Verbindung hatte Darwin zu zeitgenössischen Philosophen? ..	323
C 3 Wie reagierten zeitgenössische Philosophen auf Darwins Evolutionstheorie?	324
C 4 Welchen Einfluss hatte Darwins Evolutionstheorie auf die Philosophie?	326
C 5 Die großen Teilgebiete der Philosophie	330
 Teil D: Darwin in der Philosophie	332
Teilgebiete <i>Evolutionärer</i> Philosophie	332
D 1 Evolutionäre philosophische Anthropologie	333
D 2 Evolutionäre Ästhetik	343
D 3 Evolutionäre Erkenntnistheorie	356
D 4 Evolutionäre Ethik	367
D 5 Evolutionäre Philosophie des Geistes	391
D 6 Evolutionärer Humanismus	415
D 7 Evolutionäre Logik	427
D 8 Evolutionärer Materialismus?	441
D 9 Evolutionäre Metaphysik	442
D 10 Evolutionärer Naturalismus	452
Evolutionäre Religionsphilosophie siehe Kapitel B 37 <i>Evolutionäre</i> <i>Religionswissenschaft</i> und B 43 <i>Evolutionäre Theologie</i>	
D 11 Evolutionäre Spiritualität	459
D 12 Evolutionäre Transzendentalphilosophie	461
D 13 Evolutionäre Wissenschaftstheorie	464
D 14 Evolutionäre Zukunft	478
 Eine Art Schlusswort	491
Anmerkungen	493
Abkürzungen	493
Endnoten	494
Übersicht Tabellen	587
 Namenverzeichnis	588
Sachverzeichnis	596

Evolution als DNA des Denkens

Geleitwort von Volker Sommer, London

„Denn was sichtbar ist, das ist zeitlich“, meint Paulus im zweiten Brief an die Korinther. Um dann fortzufahren: „Was aber unsichtbar ist, das ist ewig.“ Nicht nur christliche Denker widmeten dem unsichtbar Unvergänglichen mehr Aufmerksamkeit als dem sichtbar Vergänglichen. *Sub specie aeternitatis* betrachteten sie ihre Welt – unter dem Blickwinkel der Ewigkeit. Die umgekehrte Perspektive war vermutlich weniger reizvoll, weil verbunden mit Verblühen und Vergehen, mit Sterben und Tod.

Dass dem Vergänglichen aber auch eine gänzlich andere Dimension innewohnt, eine von Werden und Entstehen, von Neuem und Überraschendem, wurde erst denkbar, als Charles Darwin seine Theorie der Evolution entwickelte. Erst jetzt ließen sich die Ketten von Generationen, die bei Kleinstlebewesen, Pflanzen und Tieren aufeinander folgen, als Prozesse allmählichen Wandels begreifen. Jetzt wurde klar, dass dem Ochsen wie der Lilie, der Rose wie dem Esel eine Tiefenzeit innewohnt, Nachklänge einer geteilten Vergangenheit, durch die alle Organismen auf Erden zu Verwandten werden. Die Theorie des stammesgeschichtlichen Gewordenseins erlaubte nun, das Leben auf Erden *sub specie evolutionis* zu betrachten – unter dem Blickwinkel der Evolution. Oder wie Julian Huxley das Latein lose übertrug: *in the light of evolution* – im Lichte der Evolution.

Nach Gerhard Vollmer macht der Titel seines neuen Buches nicht nur Anleihen bei Julian Huxley, dem englischen Biologen und ersten Direktor der UNESCO, dessen Großvater Thomas Henry Huxley schon als „Darwins Bulldogge“ streitbarer Pionier der Abstammungslehre war. Die Licht-Metapher findet sich auch bei Darwin selbst, als fast letzter Satz seines Buches *Über die Entstehung der Arten*. Hier hielt sich Darwin noch zurück mit der eigentlich unausweichlichen Folgerung, dass wir Menschen ebenfalls Kinder der Evolution sind. Vielmehr formulierte er prophetisch: „Licht wird auch fallen auf den Ursprung des Menschen und seine Geschichte.“

Dass diese Vorhersage sich inzwischen reich erfüllt hat, dafür breitet Gerhard Vollmer als ausgewiesener Zusammendenker von Wissenschaft und Philosophie eine Fülle von Belegen aus. Es gibt heute keinen ernsthaften Zweifel mehr, dass unsere Herkunft zu verstehen ist als eine mit anderen Lebensformen über weite Strecken geteilte Stammesgeschichte. Der Begriff „Geschichte“ ist also nicht einzuengen auf die letzten paar Jahrtausende *Kulturgeschichte*, sondern es gilt, die Jahrmillionen währende *Naturgeschichte* hinzuzudenken. In diesem Sinne sind Evolutionsbiologen Historiker einer besonderen Couleur.

Vertreter dieser Disziplin machen in zunehmendem Maße deutlich, wie der lange Atem von Mutter Natur *Homo sapiens* durchweht, das Kulturwesen par excellence – nicht nur in unserer „hardware“ (Körperbau, Physiologie, Genetik) sondern auch in unserer „software“ (Denken, Verhalten, Neigungen). Was sich dabei abzeichnet, sind zunehmende Möglichkeiten der Zusammenarbeit zwischen Naturwissenschaftlern (etwa Chemi-

kern, Paläoanthropologen, Physiologen, Primatologen, Mediziner) – also jenen, die sich mit der „Naturgeschichte“ des Menschen befassen –, und Geisteswissenschaftlern (etwa Soziologen, Psychologen, Linguisten, Völkerkundler, Ökonomen, Rechtswissenschaftlern, Philosophen, Theologen) – also solchen, die sich vornehmlich um die „Kulturgeschichte“ der Menschheit kümmern.

Die intellektuelle Öffnung zur Evolutionstheorie wird allerdings von den Gralshütern mancher Fächer nicht gern gesehen, gefährdet sie doch vertraute Paradigmen und damit das eigene Profil. Gleichwohl haben sich mittlerweile in einer Vielzahl von Disziplinen jene Forscher mehr oder minder große Nischen erarbeitet, die hier furchtloser sind und die Echos der Vergangenheit für ihr Fach fruchtbar machen möchten. Gerhard Vollmer hat diese Versuche systematisch gebündelt. Anschaulich und zugleich kritisch wird uns hier ein weiter Bilderbogen von Denkansätzen vor Augen geführt. „Eine neue Idee ist ein Licht, welches Dinge beleuchtet, die, ehe das Licht darauf fiel, ohne Form für uns waren.“ – so formuliert es die amerikanische Philosophin Susanne K. Langer. Und wer mehr lernen möchte über neue Beleuchtungsarrangements, der wird hier bestens bedient: in Kapiteln über Entwicklungsbiologie, Pädagogik, Rechtstheorie und Technik ebenso wie in solchen zu Didaktik, Literaturtheorie, Finanztheorie und Musik – um von über 50 Themen nur einige zu nennen.

„Im Lichte der Evolution“ – die Metapher passt auch deshalb so gut auf Vollmers Werk, weil es über weite Strecken Strömungen speziell des abendländischen Denkens nachzeichnet, die zumindest im Rückblick gern als Abfolge von dunklen und hellen Perioden gesehen werden. Auch wenn wir der intellektuellen Feinstruktur dieser Entwicklungen mit solch simplen Etikettierungen Unrecht tun: Da ist einerseits das „dunkle Mittelalter“, im Englischen schlicht die „Dark Ages“, charakterisiert durch kulturellen und wirtschaftlichen Niedergang vom Ende des Römischen Reiches bis zur Renaissance. Da setzt sich die traditionelle Licht-Dunkel-Metapher andererseits fort in der Benennung des 18. Jahrhunderts als Zeitalter der „Aufklärung“, im Englischen noch deutlicher des „Enlightenment“. Allerdings kann hierunter durchaus noch zweierlei verstanden werden. Einerseits ist da der Ansatz des *Sapere aude*, von Immanuel Kant übersetzt als *Habe Mut, dich deines eigenen Verstandes zu bedienen*. Hier geht es um das Programm einer Säkularisierung unter dem Primat der Vernunft, um die Ausgestaltung einer objektiven Denklandschaft. Unser Verstand knipst das Licht dort selbst an. *Enlightenment* bedeutet aber auch religiöse oder spirituelle Einsicht im Sinne einer *Erleuchtung*. Hier wird uns das Licht von guten, übernatürlichen Mächten geschenkt. Diese nur privat erfahrbare innere Leuchtkraft findet ihre Protagonisten dann vor allem in der Romantik mit ihrer Betonung subjektiver Gefühlslandschaften.

Vor dieser Alternative können wir Gerhard Vollmer als Naturalisten bezeichnen – als einen, der vermutet, dass alles „mit rechten Dingen“ zugeht, und der versucht, mit den Naturgesetzen allein zu befriedigenden Erklärungen zu kommen. Solches Vorgehen ist vor allem heuristisch zu verstehen – nach dem Motto: Lasst uns sehen, wie weit wir mit unseren Erklärungsversuchen kommen. Dabei hat Vollmer durchaus keine Probleme,

Dimensionen der Metaphysik anzuerkennen – jedenfalls wenn es sich um „gute Metaphysik“ handelt. So meint er, die Idee der allgemeinen Evolution sei zwar im strengen Sinne nicht widerlegbar und damit metaphysisch; sie könne aber durch neue Entdeckungen durchaus kritisiert und revidiert werden. „Schlechte Metaphysik“ betreiben wir dagegen, wenn wir versuchen, die Lücken unserer Erkenntnis durch göttliche Kräfte zu füllen. Auf die Frage „Was war vor dem Urknall?“ haben wir zwar keine Antwort, vielleicht aber nur deshalb nicht, weil eine solche Frage im Horizont der Astrophysik schlicht unsinnig ist. Auf jeden Fall ist das Fehlen einer Antwort kein Beleg dafür, dass es da etwas Übernatürliches geben muss. Ähnlich verhält es sich mit der Denkschleife, der die biologische Diversität so faszinierend und wunderbar erscheint, dass sie dahinter noch eine höhere Intelligenz vermutet.

Diese Sichtweise wurde zwar durch Darwins Theorie tatsächlich entbehrlich, doch sind jene, die empfehlen, das Leben auf Erden im Lichte der Evolution zu sehen, durchaus nicht immer Atheisten oder Anti-Kreationisten. Das gilt beispielsweise für den Jesuitenpater und Paläoanthropologen Teilhard de Chardin. Für ihn war, wie er 1955 schreibt, „Evolution ein Licht, das alle Fakten illuminiert“. Doch steht für Teilhard außer Zweifel, dass der Prozess der Evolution ein Ziel hat, nämlich die Vervollkommnung der Menschen, auf dass sie sich schließlich mit Gott vereint finden werden.

Es könnte überraschen, dass diese Überzeugung auch auf Vollmers „Titelhelden“ zutrifft, Theodosius Dobzhansky, der 1973 die wohl pointierteste Formulierung für die Lichtmetapher fand: „Nichts in der Biologie macht Sinn außer im Lichte der Evolution.“ Die Betonung liegt hierbei auf „Biologie“. Denn unser Denken kann sich ja auch noch auf andere Dimensionen richten. Dobzhansky, obwohl Naturwissenschaftler, war nämlich kein Naturalist – keiner, dem die Realität des Natürlichen Genüge tat. Vielmehr glaubte er neben dem rationalen Licht auch an ein göttliches, und das wollte er nicht unter den Scheffel seiner Wissenschaft gestellt sehen. Dobzhansky war überzeugter Anhänger der russisch-orthodoxen Kirche. Allerdings ist die Bibel für ihn kein Lehrbuch für Astronomie, Geologie, Biologie und Anthropologie; sie ist vielmehr metaphorisch zu verstehen. Demgemäß lehrt die Bibel, *dass* Gott die Welt geschaffen hat, jedoch nicht, *wie* er das tat. Das *Wie* ist die Evolution, und das ist eben Gottes Methode, die Schöpfung zu gestalten. „Die Schöpfung ist kein Ereignis, das im Jahre 4004 vor Christus stattfand; sie ist ein Prozess, der vor etwa 10 Milliarden Jahren begann und weiterhin voranschreitet“, schrieb Dobzhansky deshalb in seinem Traktat. Hier ist klipp und klar zu lesen: „Ich bin Kreationist *und* Evolutionist.“

Für Gerhard Vollmer gilt das allerdings nicht. Zu Recht hält er einer solchen Auffassung entgegen, dass die Evolutionstheorie nicht darauf abzielt, den Gottesglauben zu widerlegen, sondern die Natur zu erklären. Um aber die Entstehung und Entwicklung der Arten zu verstehen, brauchen wir die Gotteshypothese nicht; gemäß dem wissenschaftlichen Sparsamkeitsprinzip ist sie einfach unnötig. Als erklärter Materialist, Atheist und Querkopf war der britische Genetiker J. B. S. Haldane da etwas zynischer. Gefragt, was wir aus dem Studium der Natur über die Gedanken Gottes schließen könnten, meinte er

„an inordinate fondness for beetles – eine übermäßige Vorliebe für Käfer“. (Wie bei anderen prominenten Zitaten, auch bei jenen über das Licht der Evolution, hat hier die Überlieferung für verschiedenste Mutationen der Formulierung gesorgt und dafür, dass sich die griffigste Version durchsetzt – zweifellos selbst eine schöne Illustration des Selektionsprinzips!)

Besondere Probleme hat die Gotteshypothese mit jenen Merkmalen von Organismen, die sich eher durch „unintelligentes Design“ auszeichnen. Sie enttäuschen die an sich angemessene Erwartung, dass ein allmächtiger Schöpfer fehlerfreie Arbeit leistet. Ein beredtes Beispiel ist das sogenannte „inverse Auge“ der Wirbeltiere. Es entsteht embryonal aus einer Ausstülpung des Gehirns. Dadurch laufen nicht nur die Sehnervfasern *vor* der Netzhaut zusammen – wodurch der deutlich suboptimale „blinde Fleck“ entsteht; zusätzlich muss das Licht erst noch andere Zellschichten durchdringen, bevor es auf die Lichtsinneszellen trifft. Dass es auch besser geht, illustriert das in paralleler Evolution entstandene Linsenauge des Tintenfisches, sind doch die Sinneszellen hier dem Licht zugewandt. Die schlechte Konstruktion des Wirbeltierauges rührt also wohl daher, dass *kein* intelligenter Designer am Werke war, der eine Blaupause neu erfand und umsetzte. Die Evolution kennt eben kein Schild „wegen Umbau geschlossen“. Anpassungen an veränderte Umweltbedingungen können somit immer nur durch Umgestaltung bereits vorliegender Strukturen erfolgen. Deshalb weist auch unser Skelett zahlreiche Schwachstellen auf – sind doch Bandscheibenvorfälle, Krampfadern, Hämorrhoiden und schwere Geburten Konstruktionsprobleme eines aufrecht gehenden Vierbeiners.

Die Evolutionstheorie mag manchen als ziemlich nüchterne Theorie erscheinen. Aber das bedeutet nicht, dass sie weniger faszinierend wäre als religiöse Mythen. Ganz im Gegenteil – meinen zumindest prominente zeitgenössische Vertreter der Evolutionstheorie wie der Amerikaner Edward O. Wilson oder der Brite Richard Dawkins. Wilson versteht die Evolutionstheorie als ein „universales Epos“, während Dawkins vom „Zauber der Wirklichkeit“ spricht. Das Narrativ der Evolutionstheorie kann demnach durchaus den Platz traditioneller Mythen einnehmen und damit die emotionale Lücke füllen, die im kalten Licht der Aufklärung entstanden sein mag. Mit derselben Kraft, die ein religiöses Konstrukt ausüben kann, stellt uns der Evolutionsmythos in einen großen Zusammenhang. Ich persönlich finde dieses Epos überaus bereichernd, verbindet es mich doch aufs Innigste mit sämtlichen anderen Organismen, die je lebten und je leben werden.

Manche Menschen haben im Sinne Sigmund Freuds die Evolutionstheorie als eine Kränkung empfunden. Auf mich trifft das ebenso wenig zu wie auf Gerhard Vollmer. Uns ermöglicht das Evolutionsepos vielmehr neue und überaus aufregende Dimensionen von Lebenserfahrung. In diesem Buch lernen wir aber auch viel über die Grenzen dieser Denkweise: „Wo Evolution draufsteht, ist nicht immer Evolution drin.“ Beispielsweise reden wir gerne von einer Evolution des Weltalls oder einer Evolution der Sterne – obwohl diese Vorgänge mit biologischer Evolution gar nichts gemein haben, denn dort sind keine Mechanismen von Mutation und Selektion im Spiel. Insofern ist die Evolutionstheorie keine TVA, keine Theorie von allem, sondern eher eine TVL, eine Theorie vom

Lebendigen. Wobei das, was Lebewesen denken können, selbstverständlich eingeschlossen ist. So hat sich Gerhard Vollmer ja gerade seinen Namen gemacht – als Vertreter der *Evolutionären Erkenntnistheorie*, die uns erklärt, wie und wozu die Auseinandersetzung unserer Vorfahren mit ihrer Umwelt unser Denken vorprogrammiert hat, samt seinen Möglichkeiten und Grenzen.

Wenn es darum geht, in welchen Feldern die Evolutionstheorie heute noch nicht „ausgereizt“ ist, obwohl gerade sie vielleicht halbwegs befriedigende Antworten geben könnte, dann kommen mir zwei Problemfelder in den Sinn. Das erste wäre: Wie kann aus unbelebter Materie Leben entstehen? Das zweite: Wie können in einer physikalisch-chemischen Maschine – unserem Gehirn – subjektive Wahrnehmungen entstehen, also Gefühle und Emotionen? Hier muss selbst ein Gerhard Vollmer seine Denkkräfte noch enorm anstrengen ...

Keine Frage, die Evolutionstheorie ist eine ungemein erfolgreiche Idee, stiftet sie doch in den Köpfen von mehr und mehr Denkern Ordnung und Sinn. Der amerikanische Philosoph Daniel Dennett hat sie als „universelle Säure“ beschrieben, die vor nichts haltmacht. Andere, einschließlich meiner selbst, sprechen von der Evolutionstheorie als einem „Moloch“, der liebgewordene Erklärungen verschlingt und sich dadurch mehr und mehr ermächtigt. Den Metaphern von der universellen Säure und vom Moloch haftet der Geruch des Zerstörerischen an. Es mag schon stimmen: Im offenen Wettbewerb mit anderen Paradigmen ist die Evolutionstheorie nicht gerade zimperlich. Doch können wir es auch etwas positiver ausdrücken. Lässt sich die Evolutionstheorie nicht auch als ein „universaler Dünger“ ansehen? Damit wäre einerseits das Lebendige selbst gemeint, das durch den Prozess der Evolution wächst und gedeiht, andererseits würde die bildliche Redewendung die stimulierende Potenz der Theorie für andere Fächer hervorheben.

Der Titel, der mir für das vorliegende Geleitwort einfiel, greift auf eine ähnliche Metapher zurück: Wie die DNA allen Lebenserscheinungen ein gemeinsames Gerüst gibt, so bietet die Evolutionstheorie allen Wissenschaften ein fruchtbares Denkmodell. Eben das wird im vorliegenden Buch überzeugend belegt.

Unter Akademikern ist es Brauch, prominente Köpfe zu runden Geburtstagen mit einer Festschrift zu würdigen. Diese Gelegenheit zur traditionellen Ehrung ließen sich auch Schüler und Weggefährten von Gerhard Vollmer nicht entgehen. Als ich zu seinem 60. Geburtstag einen Aufsatz beisteuern sollte, war ich über den Titel der Festschrift zunächst nicht sonderlich erfreut: „Kaltblütig“ – was sollte das bedeuten?

Heute, nachdem ich die Titelwahl verstehe, finde ich sie gelungen. Denn es geht Gerhard Vollmer, dem vielfachen Buch- und Zeitschriftenautor, dem häufig angefragten Gutachter, dem Redner, der gerade auch in öffentlichen Veranstaltungen für seine Überzeugungen streitet – es geht ihm eben nicht wie Cristiano Ronaldo. Sagt doch der Ausnahmefußballer manches, was ihm später leidtut. Warum? Der Portugiese erklärt das so: „Ich habe heißes Blut. Es kommt vor, dass ich Sachen sage, die ich nicht wirklich denke.“ Das dürfte Gerhard Vollmer kaum passieren. Der volle Titel seiner Festschrift lautet deshalb auch: *Kaltblütig. Philosophie von einem rationalen Standpunkt.*

In dieser Tradition steht auch das vorliegende Buch. Wenn Vollmer die Paradigmen und Geschichte(n) nachzeichnet, die durch die Evolutionstheorie inspiriert wurden, dann tut er das nicht, weil er genau wüsste, was daran richtig und falsch ist. Ihm geht es in erster Linie nicht um Fakten, sondern um Ideen, nicht um Aufgeklärtheit, sondern um Aufklärung. Hier denkt also einer, der schon Freude am Denken selbst hat und der seine Befriedigung nicht erst aus den Ergebnissen saugen muss. Mit seinen Meinungen hält er gleichwohl nicht hinter dem Berg – aber er begründet sie und zeigt ihre Schwachstellen am liebsten gleich selber auf. Ist doch, wie uns die Evolution selbst vor Augen stellt, Endgültiges nur um den Preis des Aussterbens zu haben.

Gleichwohl können und sollen wir nicht hinter das zurückgehen, was uns gegenwärtig plausibel erscheint. Und diese Schlüsse dürfen auch verteidigt werden. Als Edward O. Wilson 1975 im letzten Kapitel seiner *Soziobiologie* eine baldige und vollständige Übernahme speziell der Geisteswissenschaften durch Evolutionstheoretiker vorhersagte, kippten ihm empörte Kritiker bei einem Vortrag einen Krug mit Eiswasser über den Kopf. (Auch das ist eine Art und Weise, Kaltblütigkeit herzustellen. Sie wirkte, denn Wilson setzte seinen Vortrag fort.) Heute ist er milder geworden, auch und gerade, wenn er seine Vision einer Synthese zwischen „science and humanities“ präsentiert. Im Jahre 1998 brachte er, wie wir selbstverständlich auch bei Vollmer lesen können, den Begriff (und den Buchtitel) *Consilience* ins Spiel, eine *Einheit des Wissens* durch das Zusammendenken verschiedenster rationaler Ansätze.

Welches Etikett könnten wir dieser Art des intellektuellen Arbeitens am besten zukommen lassen? Vielleicht würde „scientific humanism“ passen, eine Weltanschauung, die Wilson ausdrücklich vertritt. Dieser wissenschaftliche Humanismus versucht, mit unserem rasant wachsenden Wissen über die reale Welt vereinbar zu sein. Weil dazu aber das Wissen um unsere Abstammungsgeschichte gehört, klingt „Humanismus“ etwas anthropozentrisch, zu sehr bezogen auf den *Homo sapiens*. Gerade für einen Verhaltensforscher wie mich, der sich nicht nur mit Menschen beschäftigt, sondern auch mit anderen Tieren wie Insekten und Affen, wäre deshalb ein Schlagwort wie *Transhumanismus* schon besser geeignet.

Vielleicht sollten wir uns für „Evolutionären Humanismus“ entscheiden – im Anschluss an einen Buchtitel von Julian Huxley 1957, den auch die Giordano-Bruno-Stiftung als Motto für ihre weltanschauliche Linie gewählt hat. Interessant mag sein, dass wir beide seit ihren Gründertagen im Jahre 2004 zum Beirat dieser Stiftung zählen, die unser erweitertes Wissen über Mensch und Natur für eine säkulare Weltanschauung fruchtbar machen möchte und die sich einsetzt für ein friedliches und gleichberechtigtes Zusammenleben der Menschen im Diesseits. Bei den Stiftungstreffen wird gern und gut gestritten – etwa wenn es um das Für und Wider von Knabenbeschneidung, Tierversuchen, Präimplantationsdiagnostik oder Personenrechten für Menschenaffen geht. Bei solchen Diskussionen kann das Blut schon in Wallung geraten. Dann ist es hilfreich, dass die Vollmer'sche Kaltblütigkeit ansteckend sein kann.

Wie dieses Buch entstand – fast ein Geständnis

Das Darwin-Jahr 2009 bot gleich zwei Anlässe zum Feiern: Charles Darwin, geboren 1809, wäre damals 200 Jahre alt geworden, und sein Hauptwerk *Der Ursprung der Arten* wurde damals genau 150 Jahre alt. Es gab zahlreiche Kongresse, von denen ich einige besuchen konnte. Angesichts der Vielfalt der Themen, die ja alle mit Evolution zu tun hatten, kam ich auf die Idee, man müsste einmal die Disziplinen zusammenstellen, in denen die Evolution eine wichtige Rolle spielt, insbesondere jene, die durch den Evolutionsgedanken deutlich bereichert wurden. Was ich zunächst für ein übersichtliches Projekt hielt, entwickelte sich bald zu einem umfangreichen Sammelwerk: Immer wieder entdeckte ich neue Disziplinen, oft auch solche, von denen ich selbst nicht viel wusste und die ich mir deshalb erst noch erarbeiten musste. Dieser Erfolg ist etwas zweischneidig: Einerseits freue ich mich, auf ein so ergiebiges Thema gestoßen zu sein und dieses auch umfassend bearbeitet zu haben; andererseits bedaure ich die unerwartete Weiträumigkeit und den Umfang, den das Projekt dadurch gewonnen hat. Zuletzt sind es, wie man dem Inhaltsverzeichnis entnimmt, insgesamt 58 Disziplinen geworden. Dabei werden bei weitem nicht alle biologischen Fächer behandelt: Da die Evolutionstheorie aus der Biologie entstand und es dort kaum ein Gebiet gibt, in dem die Evolution *keine* Rolle spielt, würden die evolutionären Teildisziplinen der Biologie für sich allein schon ein dickes Buch füllen. Die folgende Zusammenstellung umfasst dagegen vorwiegend Disziplinen am Rande und jenseits der Biologie. Die Faszination des Themas liegt ja vor allem darin, wie der Evolutionsgedanke in nichtbiologischen Disziplinen Fuß gefasst hat.

Warum schreibt man ein solches Buch?

Als Darwin seine Evolutionstheorie entwarf, benützte er das Wort *Evolution* zunächst nicht. Wie wir in Kapitel A2 berichten, verstand man damals unter Evolution die Entwicklung einer Eizelle im Sinne der Präformationstheorie, wonach das Lebewesen *von Anfang an* seine fertige Gestalt haben soll, aber eben heranwachsen, sich entwickeln, evolvierem muss. Erst in der sechsten Auflage seines Hauptwerkes *Vom Ursprung der Arten* von 1872 benutzt Darwin den Evolutionsbegriff im Sinne der Stammesgeschichte, der *Phylogenese*, wie das vor ihm schon Herbert Spencer getan hat. Der Evolutionsbegriff hat also nicht immer die gleiche enge Bedeutung. Im Laufe der Zeit hat sich seine Bedeutung sogar deutlich erweitert.

Auch die Rolle, die der Evolutionsbegriff in einer Theorie spielt, kann sehr unterschiedlich sein. Die *Evolutionäre Anthropologie* fragt nach Herkunft und Evolution des Menschen, die anhand von Fossilien rekonstruiert werden können. In der *Evolutionären Erkenntnistheorie* geht es dagegen um die Frage, ob und wie weit wir uns auf unser vermeintliches Wissen über die Welt verlassen können. Die Evolutionstheorie liefert uns in dieser Hinsicht zwar keine Sicherheit, aber doch eine gewisse Beruhigung: Was sich unter Konkurrenz bewährt hat, kann nicht völlig danebenliegen. Hier bietet die Evolutions-

theorie also eine *Erklärung* für die Leistungen und die Fehlleistungen unseres Erkenntnisvermögens. Eine solche Beruhigung liefert uns der evolutionäre Ursprung unseres Verhaltens und unserer *moralischen Normen* nicht. Handlungsnormen sind nämlich immer auf die Zukunft gerichtet; die biologische Evolution kann jedoch die Zukunft nicht berücksichtigen. Eine *Evolutionäre Ethik* kann deshalb unser moralisches Verhalten vielleicht evolutionär erklären, aber nicht evolutionär rechtfertigen.

Es ist deshalb eine schöne Aufgabe zu klären, welche Rolle der Evolutionsgedanke oder die Evolutionstheorie in einer Disziplin spielen, die sich irgendwie auf die Evolution stützt. Dieser Aufgabe wollte ich nachgehen, nicht ahnend, dass diese Aufgabe viel umfangreicher ist, als ich mir das zunächst vorgestellt hatte. Als ich es schließlich merkte, wollte ich nicht aufgeben; so dauerte es länger als gedacht, und das Buch wurde umfangreicher als beabsichtigt.

Außerdem merkte ich, dass ich bei dieser Arbeit sehr viel lernte, mehr jedenfalls, als ich erwartet hatte. Auch das wurde zu einem Motiv für meine Arbeit. Und es wäre mir eine große Freude zu erfahren, ob ich einiges von dem Gelernten auch weitergeben konnte. Für Kritik bin ich deshalb jederzeit offen.

Wie soll man das Buch lesen?

Das Buch besteht aus vier größeren Einheiten: Teil A über Evolution allgemein, der umfangreiche Teil B über 44 evolutionäre Disziplinen in der Wissenschaft, Teil C über Darwin in der Philosophie, Teil D über 14 evolutionäre Disziplinen in der Philosophie; außerdem gibt es Anmerkungen, Namen- und Sachverzeichnis. Die Zuordnung zu Wissenschaft oder zur Philosophie wird dabei manchmal etwas willkürlich erscheinen. So wird zwar die Evolutionäre *Mathematik* zu den Einzelwissenschaften gerechnet, die Evolutionäre *Logik* dagegen zur Philosophie. Hier wären also auch andere Zuordnungen denkbar. Die Kapitel können sich im Umfang sehr unterscheiden. Ihre Länge hängt davon ab, wie wichtig die jeweilige Fragestellung *im Lichte der Evolution* erscheint, und natürlich auch davon, was dem Autor auf dem betreffenden Gebiet berichtenswert erschien.

Es wäre vermessen zu erwarten oder zu raten, dass jemand das Buch von vorne bis hinten durchliest. Das wird kaum jemand schaffen. Und es ist auch nicht nötig; es ist jedenfalls so geschrieben, dass man jedes Kapitel für sich lesen kann. Das bringt es mit sich, dass einige Sachverhalte oder Informationsquellen mehrfach genannt werden. Besonders wichtig war mir dabei, dass möglichst viele Teile für jedermann verständlich sind. Es sind also die Kapitel zur Genetik, zur Musik oder zur Ethik nicht ausschließlich für Genetiker, Musiker oder Ethiker gedacht. Im Gegenteil: Auch und gerade Außenstehende sollen verstehen, worum es jeweils geht und wo der Evolutionsgedanke dort seinen Platz gefunden hat. Ich habe deshalb eine Sprache gewählt, die keiner besonderen Vorbildung bedarf. Neugier allein könnte dazu durchaus genügen. Auch gibt es zahlreiche Hinweise auf jeweils andere Kapitel. Ich stelle mir deshalb gern vor, dass man in dem Buch schmökert wie in einem Lexikon, dabei von einem Thema zum anderen gerät und am Schluss viel-

leicht nicht einmal mehr genau weiß, wo man eigentlich angefangen hat. Ich hielte das für sehr erfreulich.

Es handelt sich also nicht um ein Fachbuch zu einer bestimmten Disziplin, sondern um viele Disziplinen, denen der Evolutionsgedanke gemeinsam ist. Allerdings ist der Bezug zur Evolution dabei nicht immer derselbe. Es kann sich um Evolution im biologischen Sinne handeln, aber auch um Evolution in einem weiteren Sinne, etwa im Sinne der Erdgeschichte oder der gesamten Kosmologie, und manchmal auch nur um Evolution im Sinne einer *Analogie*. Der Unterschied wird umso spürbarer, je weiter das jeweilige Gebiet von der Biologie entfernt ist. Wie groß diese Entfernung ist, wird dann oft Gegenstand einer eigenen Betrachtung. Manchmal stellt sich heraus, dass ebenso gut von *Geschichte* oder von bloßer *Entwicklung* die Rede sein könnte. Wir könnten auch sagen: „Nicht überall, wo *Evolution* draufsteht, ist auch Evolution drin!“ Ein typisches Beispiel ist das Buch *Die Evolution der Physik* von Einstein und Infeld. Das Wort „Evolution“ kommt dort außer im Titel im ganzen Buch nicht mehr vor; man erfährt nicht einmal, welche Motive die Autoren zu diesem Titel geführt haben. (Dazu auch Kapitel D 13 *Evolutionäre Wissenschaftstheorie*.) Das Buch hätte also auch *Eine kurze Ideengeschichte der Physik* heißen können. Nach solchen Fällen suchen wir natürlich nicht; sie dienen allenfalls als Kontrast zu dem Evolutionsbegriff, der uns eigentlich vorschwebt. Der Frage, welche Eigenschaften eine evolutionäre Theorie hat oder haben sollte, ist Kapitel A 3 gewidmet.

Danksagungen

Die Vielfalt der Themen ließ es sinnvoll erscheinen, einzelne Kapitel von Fachleuten überprüfen zu lassen. Die meisten kannte ich bereits; einige lernte ich aber mehr zufällig bei Tagungen oder im Intercity kennen. Es ist mir ein Bedürfnis und eine Freude, all diesen Helfern für ihre selbstlose Durchsicht herzlich zu danken.

Peter Antes, Hannover: Religionswissenschaft, Theologie;

Andreas Beyer, Recklinghausen: Ethik;

Martin Brüne, Bochum: Sprachwissenschaft;

Wolfgang Buschlinger, Wiesbaden: Logik;

Helge Deutrich, Staufen; Geschichte, Linguistik;

Stefan Dübel, Braunschweig: Biotechnologie;

Hans-Dieter Ebbinghaus, Freiburg: Logik;

Lothar Frank, Hannover: Pädagogik, Didaktik;

Winfried Franzen, Erfurt: Linguistik, Ethik;

Horst Hanusch, Augsburg: Ökonomie;

Winfried Henke, Mainz: Anthropologie;

Eric Hilgendorf, Würzburg: Rechtstheorie;

Karl Homann, München: Ökonomik;

Klaus-Peter Karmann, München: Willensfreiheit;

Ernst Kausen, Lollar: Linguistik;

Günter Kehrer, Tübingen: Religionswissenschaft;
Michael Köck, Hamburg: Mathematik;
Reinhard Kopiez, Hannover: Musikwissenschaft;
Edda und Rolf Küffner, München: Kunst, Kunsttheorie;
Christian Kummer, München: Religionswissenschaft, Theologie;
Albrecht Läufer, Hannover: Biotechnologie;
Harald Lesch, München: Kosmologie;
Martin Löchelt, Heidelberg: Medizin;
Werner Loh, Sulzbach an der Murr: Logik;
Christoph Lütge, München: Ökonomik;
Peter Mersch, Saasen: allgemeine Evolutionstheorie, Ökonomik;
Thomas Metzinger, Mainz: Spiritualität;
Gerd Mitschke, Darmstadt: Logik, Mathematik;
Jochen Oehler, Dresden: Psychiatrie, Psychotherapie, Neurobiologie;
Werner Patzelt, Dresden: Institutionen;
Hein Retter, Braunschweig: Pädagogik;
Hannes Rusch, Amsterdam: Logik;
Ralf Schnabel, Braunschweig: Entwicklung, Genetik;
Volker Storch, Heidelberg: Entwicklung, Genetik;
Matthias Uhl, München: Ethik;
Eckart Voland, Gießen; Kulturleistungen, Gewissen;
Henrik Walter, Berlin: Medizin, Psychiatrie;
Karlheinz Walter, Kaiserslautern: Evo-Devo, Genetik, Anthropologie;
Jörg Wettlaufer, Göttingen: Kulturtheorie, Scham;
Michael Winkler, Jena: Pädagogik.

Besonders viel verdanke ich einigen Freunden, die große Teile des Buches durchgesehen und Verbesserungen vorgeschlagen haben: Gerhard Engel, Hildesheim; Helmut Fink, Erlangen; Bernulf Kanitscheider, Gießen. Und Volker Sommer, London, hat das Manuskript nicht nur gelesen und kommentiert, sondern auch das Geleitwort geschrieben. Diese Freundschaftsdienste werde ich euch nie vergessen.

Geduldig war schließlich auch der Hirzel-Verlag, war insbesondere Frau Angela Mender, die dort für die Sachbücher zuständig ist. Wie oft habe ich zugesagt, das Buch werde in drei Monaten fertig sein? Immerhin habe ich mich fast die ganze Zeit an diese Auskunft gehalten!

Teil A: Über Evolution

A 1 Im Lichte der Evolution

Unser Titel bündelt fünf Leitideen 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 hier vorgestellt.

Evolution als Grundlage der Biologie

„Nichts in der Biologie macht Sinn außer im Lichte der Evolution.“ So überschreibt 1973 der 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. 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 Evolutionstheorie 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* oder eine *vis vitalis* überflüssig.

Eine weitere Grundlegung mit ähnlicher Tragweite erfuhr 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 generhaltenden Wert, um die fitnesssteigernde Wirkung aller oder wenigstens der meisten organismischen Merkmale.

Um die beiden Erklärungsarten deutlich zu unterscheiden, hat der deutsch-amerikanische Biologe Ernst Mayr (1904–2005) die Begriffe *proximat* und *ultimat* eingeführt.² Physiologen und Molekularbiologen bieten dann vorwiegend proximate, Evolutionsbiologen eher 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 nicht gemeint. In seinen eigenen Büchern übersetzt Mayr diese Wörter denn auch mit *unmittelbar* und *mittelbar*³; doch haben die meisten deutschen Autoren seine lateinisch-englischen Bezeichnungen übernommen.

Es sei daran erinnert, dass die Biologie zwei Arten von Entwicklung bzw. von Evolution kennt und streng unterscheidet: Das Werden eines einzelnen Lebewesens nennt man Individualentwicklung oder *Ontogenese*, den Gesamtablauf der Geschichte des Lebens oder des Lebendigen dagegen Stammesgeschichte oder *Phylogenese*. Proximate Erklärungen betreffen dann vor allem die Ontogenese, also den *Mechanismus* eines biologischen Vorgangs, ultimate Erklärungen dagegen eher die Phylogenese, also das stammesgeschichtliche Werden und den *Nutzen* oder die *Funktion* eines Merkmals.

Es wäre müßig, herausfinden zu wollen, ob nun proximate oder ultimate Erklärungen wichtiger sind, ob also Molekularbiologie, Physiologie oder die 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.

Evolution als Leitthema der Naturwissenschaften

Die Einheit der Biologie, so erfreulich sie sein mag und so eindrucksvoll sie sich vorführen ließe, ist nicht das Hauptthema des vorliegenden Buches; sie wird von uns 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, vor allem deshalb, weil dadurch die Geschichtlichkeit der untersuchten Systeme deutlich wurde. Einige sprechen dabei sogar von einer *Entdeckung der Zeit*.⁴ Das mag etwas übertrieben sein; gemeint ist vor allem die Entdeckung, dass immer und überall etwas geschieht, dass die meisten Abläufe nicht umkehrbar und nicht wiederholbar sind; gemeint ist aber auch die Messbarkeit der Zeit durch gleichmäßige Abläufe, also durch Uhren aller Art vom Puls bis zur Atomuhr. 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 Kosmos, Galaxien, Sterne, Planeten und Monde, die Erde, ihre Atmosphäre und die irdischen Biomoleküle entstanden sind.

Besonders auffällig und erfreulich ist dabei, dass diese Evolutionsphasen sich zwanglos in einer großen Abfolge anordnen lassen; dabei ist nicht nur die Zeit ein ordnender Gesichtspunkt, sondern auch die Komplexität der betroffenen Systeme und im Großen und Ganzen auch das Alter der einschlägigen Wissenschaften. Es ist nämlich kein Zufall,

dass die *neuzeitlichen* Erfahrungswissenschaften in einer Folge entstanden sind, in der sich die zunehmende Komplexität ihrer maßgeblichen Objekte spiegelt. Wenn wir uns erlauben, die Entstehung dieser Naturwissenschaften in ihrer zeitlichen Reihenfolge anzugeben, so finden wir nacheinander Physik, Chemie, Biologie, danach sogar noch Soziologie und Psychologie. Sind wir noch kühner und nehmen das Erscheinen richtungweisender Bücher als Geburtsdatum dieser Wissenschaften, so kommen wir auf eine besonders interessante Folge:

Tabelle 1: Die Philosophie als Mutter vieler Wissenschaften

Autor	Leben	Buchtitel	Jahr
Isaac Newton	1643–1727	Philosophiae naturalis principia mathematica – Mathematische Prinzipien der Naturphilosophie	1687
Charles Dalton	1766–1844	A new system of chemical philosophy – Neues System der chemischen Philosophie	ab 1808
Jean-Baptiste de Lamarck	1744–1829	Philosophie zoologique – Zoologische Philosophie	1809
Auguste Comte	1798–1857	Cours de philosophie positive – Abhandlung über positivistische Philosophie	1830–1842
Wilhelm Wundt	1832–1920	Philosophische Studien (Zeitschrift)	ab 1883

Das Interessante an diesen Buchtiteln ist die Tatsache, dass die Autoren ihr Fach selbst noch der *Philosophie* zurechnen, während sie aus heutiger Sicht als *Begründer* oder wenigstens als Mitbegründer dieser *eigenständigen* Wissenschaften gelten. So begründet Auguste Comte die Soziologie, die er auch selbst so benannt hat, in seinem Hauptwerk über positive (in heutiger Terminologie positivistische) Philosophie. Und Wilhelm Wundt gründet 1879 das weltweit erste *Institut für experimentelle Psychologie* in Leipzig, veröffentlicht die Ergebnisse aber noch in der von ihm selbst herausgegebenen Schriftenreihe *Philosophische Studien*. Bemerkenswert ist auch, dass an der englischen Universität Cambridge das Fach Theoretische Physik heute noch durch den Lehrstuhl *Natural Philosophy* vertreten wird, den auch schon der in der Tabelle erwähnte Isaac Newton und der bekannte Physiker und Kosmologe Stephen Hawking (*1942) innehatten. In gleicher Weise gilt das für die Theoretische Physik in Edinburgh, wo unter anderen Darwins Enkel, der Physiker Charles Galton Darwin (1887–1962), den Lehrstuhl für Naturphilosophie bekleidete. Noch 1867 nannten die Physiker William Thomson (1824–1907, bekannt als Lord Kelvin) und Peter Guthrie Tait (1831–1901) ein gemeinsames Lehrbuch, das die Physik des 20. Jahrhunderts vorbereitete: *Treatise of Natural Philosophy*. Auch diese Beispiele bestätigen die These, dass fast alle Wissenschaften aus der Philosophie hervorgegangen sind. (Die Ausnahmen sind Mathematik und Astronomie.)

Evolution als zentraler Begriff aller Erfahrungswissenschaften

Es sind aber nun 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 (1861–1934) als Nichtbiologe zu Darwins 100. Geburtstag ein Buch *Darwin and the humanities*.⁵ Genau wie wir in unserem Untertitel meint er damit nicht wirklich die Person Darwin, sondern dessen Theorie, eben die Evolutionstheorie. Von den Geisteswissenschaften behandelt er Psychologie, Sozialwissenschaften, Ethik, Logik (womit bei ihm die wissenschaftliche Methodologie gemeint ist), Philosophie und Religion. Wenn Baldwin hier von *genetischer Psychologie* spricht, so hat das (1909!) noch nichts mit Genetik zu tun, sondern nur mit Genese, insbesondere mit der Ontogenese des Geistes, letztlich also mit dem, was heute die Entwicklungspsychologie untersucht. (Gleiches gilt dann auch noch für die *genetische Erkenntnistheorie* des Schweizer Psychologen Jean Piaget [1896–1980], der nicht nur Bücher dieses Titels schrieb, sondern an der Pariser Sorbonne auch eine Professur dieses Titels innehatte und 1955 in Genf ein *Centre international d'épistémologie génétique* gründete, das er bis zu seinem Tode leitete.)⁶

Was Baldwin 1909 offenbar nicht weiß, jedenfalls nicht erwähnt: Gleichzeitig erscheint, ebenfalls zu Darwins 100. Geburtstag und zum 50. Jahrestag seines Hauptwerkes, ein weiteres sehr ähnliches Buch, nämlich der Sammelband *Darwin and modern science*, herausgegeben von dem britischen Botaniker und Geologen Charles Albert Seward (1863–1941).⁷ Zwar sind darin von 30 Aufsätzen 18 der Biologie gewidmet, aber immerhin sieben den Geisteswissenschaften Psychologie, Philosophie, Soziologie, Religion, Religionswissenschaft, Sprachwissenschaft, Geschichte. Heute, mehr als 100 Jahre später, können wir viele weitere Geisteswissenschaften in diese Liste aufnehmen. Das soll im vorliegenden Band mehr als deutlich werden.

Um 1999 gab es einen Versuch, in Deutschland ein *Institut für Evolutionswissenschaft* einzurichten.⁸ Es sollte evolutionstheoretische Ansätze aus mehreren Disziplinen miteinander verbinden und zugleich neue fachübergreifende Forschung anregen und betreiben, also sowohl interdisziplinär als auch transdisziplinär arbeiten. Darauf aufbauend sollte es einen allgemeinen Evolutionsbegriff und nach Möglichkeit eine allgemeine Evolutionstheorie entwickeln. Organisatorisch sollte das Projekt an das Santa Fe Institute in Kalifornien angelehnt sein, das sich seit 1984 dem Thema *Komplexität*, später auch den Themen *Kognitive Neurowissenschaft* und *Computersimulation* widmet und dabei ebenfalls inter- und transdisziplinär arbeitet. Das deutsche Projekt wurde nicht verwirklicht, vermutlich deshalb nicht, weil das bereits 1997 gegründete große *Max-Planck-Institut für evolutionäre Anthropologie*, von dem wir in unserem Kapitel *B 2 Evolutionäre Anthropologie* berichten, schon einiges von der angedachten Aufgabenstellung zu erfüllen versprach. Das ist bedauerlich; denn wie wir noch zeigen werden, ist eine befriedigende *allgemeine* Evolutionstheorie immer noch nicht in Sicht.

Bei dieser fächerübergreifenden Rolle des Evolutionsgedankens ist es jedoch wieder nicht geblieben.

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 Hobbes, Locke und besonders Hume, in Deutschland mit Leibniz, Lessing und schließlich Kant. Die Schrift des Letzteren *Beantwortung der Frage: Was ist Aufklärung?* (1784) wird noch heute an vielen Schulen gelesen.⁹ 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 Geschehens, wohl aber in einem Zeitalter der *Aufklärung* als eines laufenden Prozesses. 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, fürchten sogar, dass dieses Projekt unabschließbar ist. Dafür wissen wir aber umso besser, wie nötig es ist, an diesem Projekt mitzuarbeiten.¹⁰

Aufklärung soll vor allem eines: Sie soll etwas klarmachen, *erhellen*, ans Licht bringen. Das wird noch deutlicher an fremdsprachigen Bezeichnungen, etwa englisch *enlightenment*, französisch *les lumières*, italienisch *illuminismo*, polnisch *oświecenie* (= *Beleuchtung, Erleuchtung*), spanisch *ilustración*, denen durchweg eine Lichtmetapher zugrunde liegt.¹¹ 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 nicht nur als Nachfolgerin der Vergangenheit zu sehen, sondern sie 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.¹² Die Evolutionstheorie steht hier in Konkurrenz zu religiös orientierten Schöpfungsgeschichten, da sie ausschließlich auf natürliche Faktoren zurückgreift. Auch dieses „Licht“ ist mit unserem Titel angesprochen.

Evolution als tragendes Element eines modernen Weltbildes

Noch vor Dobzhansky, nämlich schon 1958, holt der englische Biologe, Philosoph und Schriftsteller Julian Huxley (1887–1975), Mitbegründer der Synthetischen Evolutionstheorie, Enkel von Thomas Henry Huxley (1825–1895, Darwins „Bulldogge“), noch wesentlich weiter aus: Nach ihm kann und soll alles Geschehen nicht unter dem klassisch-spinozistischen Aspekt der Ewigkeit, *sub specie aeternitatis*¹³, sondern geradezu im Ge-

genteil 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.¹⁴

Mit diesem Gedanken möchte Julian Huxley ein neues Weltbild begründen, den *Evolutionären Humanismus*, dem wir im philosophischen Teil das Kapitel D 6 widmen. Wie wir dort erfahren, war es Huxleys Wunsch, die 1945 gegründete UNESCO, deren erster Generaldirektor er war, auf einen solchen evolutionär-humanistischen Rahmen zu verpflichten, was jedoch nicht gelang. Unser Titel *Im Lichte der Evolution* ist also nicht nur eine Anspielung auf die Aufklärung, sondern auch auf Julian Huxley und seine richtungweisenden Überlegungen.¹⁵

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.¹⁶ Das zentrale Element einer solchen Zusammenschau ist also die Idee der *Evolution*. Dieser Idee wollen wir zunächst in ihrer Allgemeinheit, danach ausführlich in den einzelnen Wissenschaften und schließlich auch in der Philosophie nachgehen.

A 2 Ist wirklich alles in Evolution?

Was ist nicht 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. In Tabelle 2 stellen wir einige solche Bereiche zusammen – der Einfachheit halber alphabetisch, wobei wir die biologischen Bereiche sogar weitgehend auslassen. In allen Fällen verweisen wir auf einschlägige Literatur oder auf entsprechende Kapitel im vorliegenden Buch.

Tabelle 2: Evolution ist überall.

Evolution der Atmosphäre ¹⁷
Evolution des Begehrens ¹⁸
Evolution des Bösen ¹⁹
Evolutionäre Chemie (meist unter dem Stichwort <i>Chemische Evolution</i>) ²⁰
Evolution von Emotionen ²¹
Evolution der Erde ²² (s. B 13 <i>Evolutionäre Geologie</i>)
Evolution der Esskultur ²³
Evolution von Galaxien ²⁴ (s. B 44 <i>Warum gibt es keine Evolutionäre Astrophysik?</i>)
Evolution des Gewissens ²⁵ (s. B 35 <i>Evolutionäre Psychologie</i>)
Evolution Gottes ²⁶ (s. B 37 <i>Evolutionäre Religionswissenschaft</i>)
Evolution von Institutionen (s. B 15 <i>Evolutionäre Institutionentheorie</i>)
Evolution der Komplexität ²⁷
Evolution der Kooperation ²⁸
Evolution des Kosmos ²⁹ (s. B 17 <i>Evolutionäre Kosmologie</i>)
Evolution der Kultur ³⁰ (s. B 18 <i>Evolutionäre Kulturtheorie</i>)
Evolution der Kunst (s. D 2 <i>Evolutionäre Ästhetik</i>)
Evolution des Lebens (Biogenese ³¹ , s. B 12 <i>Evolutionäre Genetik</i> , Abschnitt <i>Entstehung des Lebens</i>)
Evolution der Liebe ³²
Evolution des logischen Raumes ³³
Evolution von Molekülen ³⁴ (gemeint sind Biomoleküle wie DNA, RNA, Proteine, Liposome)
Evolution der Minerale ³⁵
Evolution der Moral ³⁶ (s. D 4 <i>Evolutionäre Ethik</i>)
Evolution der Musik ³⁷ (s. B 25 <i>Evolutionäre Musik</i>)
Evolution der Musterbildung ³⁸ (vor allem in der Entwicklungsbiologie, etwa bei Insekten)
Evolution der Phantasie ³⁹ (gemeint ist die Kunst, s. D 2 <i>Evolutionäre Ästhetik</i>)
Evolution der Quasare ⁴⁰ (s. B 44 <i>Warum gibt es keine Evolutionäre Astrophysik?</i>)
Evolution des Rechts ⁴¹ (s. B 36 <i>Evolutionäre Rechtstheorie</i>)
Evolution des reziproken Altruismus ⁴² (s. D 4 <i>Evolutionäre Ethik</i> , Abschnitt <i>Unsere doppelte Moral</i>)
Evolution der Sexualität ⁴³
Evolution der Sprache ⁴⁴ (s. B 20 <i>Evolutionäre Linguistik</i>)
Evolution des Tanzes ⁴⁵
Evolution der Technik ⁴⁶ (s. B 42 <i>Evolutionäre Technikentwicklung</i>)
Evolution des Verhaltens ⁴⁷
Evolution der Wissenschaft (s. D 13 <i>Evolutionäre Wissenschaftstheorie</i>)

Diese Liste ist natürlich in keiner Hinsicht vollständig. Aber schon in unvollständiger Form macht sie deutlich, dass der Evolutionsgedanke auf sehr vieles anwendbar ist – nicht nur in der Biologie. Nachdem sowohl der Musik als auch dem Tanz eine Evolution zugesprochen wird, ist es geradezu erstaunlich, dass nicht auch von der Evolution des *Spieles* die Rede ist. Allerdings gibt es Gesellschaftsspiele, auch Computerspiele, zum Beispiel das Spiel *Evolution*, in denen einige Merkmale der biologischen Evolution nachgeahmt werden. Aber mit der Evolution des tierlichen oder menschlichen Spieltriebs haben diese Spiele nichts zu tun.

Eine kritische Frage lautet deshalb: Ist etwa *alles* in Evolution? Auch der Kosmos als Ganzes, auch die sogenannten Naturkonstanten, vielleicht sogar die Naturgesetze, etwa 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. (Dazu auch unser späteres Kapitel *B 17 Evolutionäre Kosmologie*, in dem wir die Frage, ob *alles* veränderlich ist, für den Kosmos erneut aufgreifen.) Naturkonstanten wie die Lichtgeschwindigkeit oder die Gravitationskonstante sind dagegen keine realen Systeme, sondern *Eigenschaften* von natürlichen Systemen und als solche keine realen Objekte, sondern Abstraktionen. 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 als unveränderlich erwiesen. (Mehr dazu im Kapitel *D 9 Evolutionäre Metaphysik* unter der Frage *Ist der Evolutionsgedanke selbst metaphysisch?*) – 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. Dass sich die Bedeutung der *Begriffe* ändern kann, heißt natürlich nicht, dass sich die durch die Begriffe bezeichneten *Dinge* ändern. – All das gilt schließlich auch für die Wahrheit. Wahrheit kann man verstehen als eine bestimmte Eigenschaft von Aussagen oder als die Klasse 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 tatsächlich oft genug ändern.

Sollte man den Evolutionsbegriff auf die Biologie beschränken?

Es gibt allerdings auch Autoren, die den Evolutionsbegriff nicht so weit fassen möchten. Als Beispiel nennen wir den Wiener Zoologen Friedrich Schaller (*1920). In einem Aufsatz *Evolution – Entgrenzung eines Begriffs*⁴⁸ beklagt er, dass der Evolutionsbegriff nicht der Biologie vorbehalten blieb, sondern sehr stark verallgemeinert wurde und inzwischen für zahlreiche nichtbiologische Vorgänge verwendet wird – was ja unsere obige Liste bestens belegt. Von Entgrenzung spricht er dabei im Sinne einer unzulässigen Überschreitung, einer inflationären, allzweckdienlichen, ja unredlichen Ausweitung. Am liebsten

sähe er es, wenn von Evolution immer nur im Sinne der Biologie, insbesondere im Sinne der Darwin'schen Theorie die Rede wäre. Anderswo dürfe dieser Begriff allenfalls mit Anführungszeichen benutzt werden.

Ein derartiges „Reinheitsgebot“ ist wohl gut gemeint; aber ist es auch durchsetzbar? Dazu kann man nur sagen: Dieser Zug ist längst abgefahren! Einerseits hatte das Wort *Evolution* schon vor Darwin eine Bedeutung, und zwar eine nicht-darwinsche: In der Embryologie herrschte die Vorstellung, dass schon in einer Eizelle der fertige Organismus winzig klein zusammengefaltet vorhanden sei und sich dann allmählich vergrößere, entfalte, heraus(ent)wickle, dass er also – etymologisch völlig korrekt – *evolviere*. Diese *Präformationstheorie* erklärt zwar die Konstanz der Arten, nicht jedoch ihre Veränderlichkeit; deshalb war der Begriff Evolution zunächst untauglich zur Beschreibung dessen, was Darwin besonders am Herzen lag, eben der *Veränderung* der Arten. Und so spricht Darwin in den ersten Auflagen seines Buches *Vom Ursprung der Arten* auch gar nicht von Evolution, sondern von *descent with modification*, also von *Abstammung mit Veränderung*. Erst nachdem Darwins Zeitgenosse Herbert Spencer den Evolutionsbegriff im Sinne umfassender langzeitlicher Veränderung benutzt hat, übernimmt ihn auch Darwin 1872 mit der sechsten Auflage seines Hauptwerkes. Aber nicht einmal Darwin kommt auf die Idee, den Evolutionsbegriff auf die Biologie oder gar auf die Stammesgeschichte beschränken zu wollen. Angesichts des weiten Gebrauchs, den dieser Begriff damals schon erlebte, hätte das eine unnötige und sicher auch unwirksame Einschränkung bedeutet.

Andererseits ist der verallgemeinerte Evolutionsbegriff längst in aller Munde, und es wäre völlig unmöglich, ihn nachträglich auf die Biologie zu beschränken. Gewiss könnte man statt von Evolution von *Geschehen, Veränderung, Wandel, Werden, Entstehen, Entwicklung* sprechen. Aber Begriffe wie Geschehen, Veränderung und Wandel sind eher noch allgemeiner als Evolution; auch bezeichnen Werden und Entstehen nur den jeweiligen Anfang. Am Ende kommen dann womöglich die Embryologen auf die Idee, das Wort *Entwicklung* für sich allein zu beanspruchen? Aber ein solcher Vorstoß wäre völlig aussichtslos. Es bleibt deshalb nur der Ausweg, *im Zweifelsfalle* zu sagen, was man unter *Evolution* oder unter *Entwicklung* verstanden wissen möchte – allerdings nicht so genau wie möglich, sondern immer nur so genau wie *nötig!*

Evolution also auch außerhalb der Biologie

Ein zentraler Abschnitt der Evolution ist natürlich die Evolution der Lebewesen, die zugehörige Theorie ist die *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 einerseits sehr biologienah, andererseits aber auch nur 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 *Evolutionbegriff* 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, noch 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, ohne selbst beendet zu sein. – 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 – noch etwas anspruchsvoller – 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.

A 3 Was ist eine Evolutionäre Theorie?

Eine Theorie, die sich dadurch auszeichnet, dass sie einige ihrer wichtigsten Probleme über die *biologische Evolutionstheorie* löst, nennen wir eine *Evolutionäre Theorie*. Dabei geht es uns in aller Regel *nicht* darum, dass oder ob unsere Theorie sich selbst entwickelt und nach welchen Prinzipien diese Entwicklung voranschreitet. Diese Fragen führen auf interessante Kapitel aus Wissenschaftsgeschichte und Wissenschaftstheorie. Es geht uns vielmehr darum, dass die fragliche Theorie *Prinzipien der Evolutionstheorie* wesentlich einbezieht oder sogar auf ihnen aufbaut. (Deshalb schreiben wir *Evolutionär* groß.) Bei dieser Charakterisierung bleibt zunächst offen, ob solche Prinzipien tatsächlich als *biologische* Prinzipien eingesetzt werden, ob es sich also um eine *Anwendung* der biologischen Evolutionstheorie handelt, oder ob diese Prinzipien nur in einem verallgemeinerten Sinne, nur *analog*, vielleicht sogar nur *metaphorisch* herangezogen werden.

Welche Prinzipien der Evolutionstheorie kommen dafür in Frage? Häufig wird die Evolutionstheorie durch die beiden Schlagwörter *Mutation* und *Selektion* charakterisiert, etwas allgemeiner auch durch *blinde Variation* und anschließende *Auslese nach bestimmten Kriterien*. Damit sind zwar wichtige Faktoren der organismischen Evolution benannt; doch ist die Evolutionstheorie damit noch nicht ausreichend gekennzeichnet: Erstens wird eine Theorie nicht durch ihre *Begriffe*, sondern – viel besser – durch ihre *Prinzipien* charakterisiert. Und zweitens umfasst die Evolutionstheorie wesentlich mehr als Mutati-

on und Selektion. Diese beiden Prinzipien wären zum Beispiel durchaus verträglich mit der Existenz einer einzigen Population, welche die gesamte Biosphäre beherrscht, diese wegen ihrer Alleinstellung sogar darstellt, deren Vertreter sich miteinander fortpflanzen und die sich als Ganze langsam fortentwickelt, also evolviert. Von *Artenaufspaltung* wäre dabei gar nicht die Rede, von *Artenvielfalt* oder gar von zwischenartlicher *Konkurrenz* deshalb erst recht nicht.

So einfach ist unsere Welt aber nicht. Es gibt ja nicht nur Artenwandel, sondern auch Artenaufspaltung. Und deshalb gibt es nicht nur innerartliche Konkurrenz, sondern auch Konkurrenz zwischen den Arten. Zum Beschreiben und Erklären der belebten Welt brauchen wir also wesentlich mehr Merkmale und Prinzipien. Und es ist keineswegs selbstverständlich und bedarf deshalb immer einer Klärung, *welche* Prinzipien der Evolutionstheorie jeweils zu einer „evolutionären“ Theorie gehören. In Tabelle 3 versuchen wir, die Merkmale evolutiver Prozesse nach ihrer Allgemeinheit zu ordnen, sodass die allgemeinsten Eigenschaften zuerst kommen und die spezielleren Eigenschaften der Evolutionstheorie erst später. Die frühen Eigenschaften finden wir also oft, die späteren seltener.

Tabelle 3: Welche Merkmale sind für evolutive Prozesse wesentlich?

Evolutives Merkmal	Erläuterung	Beispiele und Gegenbeispiele; Bemerkungen
Notwendig immer		
nicht statisch	Es geschieht etwas.	Heraklit ist unserem evolutionären Weltbild näher als Parmenides.
nicht stationär	Es geschieht nicht immer dasselbe.	Der geradlinige Flug eines Steins, die Bewegung eines Planeten, das Fließgleichgewicht eines Brunnens, der Kreislauf der Jahreszeiten, das Schwingen eines Pendels, der Gleichklang von Ebbe und Flut, die ewige Wiederkehr des Gleichen bei Nietzsche – das alles ist noch <i>nicht</i> Evolution.
nicht umkehrbar	Irreversibilität	Prozesse, die auch umgekehrt von selbst ablaufen, nennen wir nicht evolutiv. Dazu gehören einige der obigen Beispiele.
keine reine Zufallsfolge	Erforderlich ist ein Mindestmaß an kausaler Kohärenz.	Beim Münzwurf oder beim Würfeln nähern sich die Häufigkeiten mehr und mehr der Gleichverteilung an (Gesetz der großen Zahl). Trotzdem sprechen wir hier nicht von Evolution, vor allem deshalb nicht, weil die Zustände nicht kausal auseinander hervorgehen.
Kontingent immer oder fast immer		
Strukturbildung	Komplexität nimmt im Durchschnitt zu. (Selbstorganisation)	Bei Strukturabbau, bei Zerfall, Zerstörung, Degeneration, Aussterben sprechen wir im Allgemeinen nicht von Evolution. Sie können jedoch durchaus Bestandteile evolutiver Prozesse sein.

Tabelle 3: Welche Merkmale sind für evolutive Prozesse wesentlich?

Evolutives Merkmal	Erläuterung	Beispiele und Gegenbeispiele; Bemerkungen
Entropievermehrung	auch: dissipative Prozesse	Gilt allerdings für <i>alle</i> realen Prozesse, nicht nur für evolutive. Strukturbildung und Entropievermehrung schließen einander nicht aus. Das gilt insbesondere bei anziehenden Wechselwirkungen, etwa bei der Schwerkraft.
Zufall und Notwendigkeit	also stochastische <i>und</i> deterministische Elemente. Mit wachsender Komplexität nimmt der Einfluss des Zufalls zu, die Voraussagbarkeit ab.	<p><i>Planetenenstehung</i>: Die Zahlen und Massen der Planeten (und ihrer Begleiter) sind stark, ihre Abstände sind teilweise zufallsbedingt.</p> <p><i>Biogenese</i>: Die Entstehung des Lebens auf der Erde war, wie man heute vermutet, unausweichlich, aber in Verlauf und Ergebnis nicht determiniert.</p> <p><i>Biologische Evolution</i>: Mutation, Genrekombination, Populationswellen, Gendrift; aber auch Selektion, Annidation.</p> <p><i>Wissenschaftsentwicklung</i>: Einfälle, Spekulation, Genialität einerseits; Prüfung, Experiment, Test, Kritik andererseits.</p>
Meistens		
Stabilitätsprobleme	Komplexe Systeme können auch wieder zerfallen.	Durch äußere Einwirkung, mangelnde Energiezufuhr, Konkurrenz; ferner durch Explosion, Kollaps, Tod, Aussterben, Vergessen.
Variation und selektiver Fortbestand		Die Varianten entstehen zufällig (besser: blind); der Fortbestand ist jedoch nicht zufällig, sondern erfolgt nach <i>Kriterien</i> , etwa nach Stabilität. (<i>Blind variation and selective retention</i>)
Optimierung	nur wenn eine Bewertung vorliegt	Liegt ein Bewertungskriterium vor, so kann man oft auch von <i>Fortschritt</i> sprechen. Nur von uns Menschen kann Evolutionsstrategie <i>bewusst</i> angewandt werden.
Nur bei der biologischen Evolution (oder wenn wir eine Evolution von Maschinen in Gang setzen)		
Selbstreplikation	also Vererbung	Sterne evolvierten, aber sie vermehren sich nicht ...
Erbänderungen	Mutationen	... und unterliegen deshalb auch keinen Erbänderungen.
Selektion	differentielle Reproduktion	Natürliche Auslese ist unterschiedliche Vermehrung <i>aufgrund unterschiedlicher Tauglichkeit (Fitness)</i> .
Anpassung		Dadurch kommt es zu besserer Anpassung, zu einem Zuwachs an <i>funktioneller</i> Komplexität.

Woher weiß ich, welche Art von Evolution von einem Autor jeweils gemeint ist?

In den meisten Fällen, wenn auch bei weitem nicht in allen, geht es in irgendeiner Weise um die biologische Evolution. Sie kann aber nur dann eine bedeutsame Rolle spielen, wenn sie sich irgendwie im Erbgut niedergeschlagen hat. Wie erkennt man, dass ein Merkmal oder eine Fähigkeit *genetisch* bedingt ist und damit in diesem biologisch-genetischen Sinne einen evolutionären Ursprung hat?

Ein guter Hinweis sind *Universalien*, Merkmale also, die alle oder doch fast alle Menschen gemeinsam haben. Hier stellen sich mindestens zwei Fragen: Welches sind diese Universalien? Und wie erklären wir ihre allgemeine Verbreitung?

Vielleicht erwartet man jetzt eine Liste der Universalien. Aber davon gibt es einfach zu viele! Listen stammen etwa von dem Anthropologen George Peter Murdock 1945 (eine Variante dazu von Raymond Scupin und Christopher R. DeCorse 1991, ³1998), von den Sprachwissenschaftlern Charles F. Hockett 1973, Donald E. Brown 1991 und Steven Pinker 1994, und schließlich von dem Ethnomediziner Wulf Schiefenhövel 1999. Sie umfassen in der Regel um 100 Eintragungen. Wer sich für solche Listen interessiert, sei verwiesen auf das umfassende Buch *Was ist den Menschen gemeinsam?* von Christoph Antweiler (*1956).⁴⁹ Hier findet man nicht nur die genannten Listen und Vergleichslisten, sondern auch sorgfältige Überlegungen zu der Frage, wie man solche Universalien *erklären* kann und vor welchen Denkfallen man sich dabei besonders hüten sollte. Antweiler folgend nennen wir hier die drei wichtigsten Erklärungsansätze:

- Ausbreitung (Diffusion) kultureller Errungenschaften durch Nachbarschaft, reisende Händler oder politische Übernahme. Beispiele sind: Schrift, Rad, Stellenwertsystem bei Zahlen.
- Konvergente kulturelle Entstehung durch ähnliche Bedürfnisse, ähnliche Lebensumstände, unabhängige Erfindungen. Beispiele sind: Gebrauch und Herstellen von Feuer, Kleidung und Behausung, Zählen und Rechnen.
- Evolutionäre Anpassung durch natürliche Auslese. Ein Beispiel: Soziale Beziehungen sind fast immer nach Verwandtschaft organisiert, obwohl es auch andere Möglichkeiten gäbe, die ebenfalls rational und funktional wären.

An den Beispielen sieht man sofort, dass die Erklärungen sich nicht gegenseitig ausschließen, dass sie also auch nicht unbedingt miteinander konkurrieren, sondern einander durchaus ergänzen können. Eben dies macht es so schwierig, den jeweiligen *Anteil* der verschiedenen Erklärungen zu benennen.

Trotz dieser Schwierigkeiten und ohne an Vollständigkeit auch nur zu denken, nennen wir nun doch noch einige universelle Merkmale, die auf die gemeinsame Abstammung aller Menschen zurückgehen, also letztlich genetisch bedingt sind: Mimik, teilweise auch Gestik, Empathie (Fähigkeit, sich in Gefühle, Motive und Absichten anderer einzufühlen), Besitzanspruch und Besitzanerkennung, Emphronesis (Fähigkeit, sich in

Wissen und Denken anderer einzufühlen⁵⁰), langfristige und komplexe Kooperation, Paarbindung, väterlicher Beitrag zum Großziehen von Kindern, Inzesttabu.

A 4 Übergreifende und vergleichende Evolutionsszenarien

Schon länger gibt es Ansätze, Evolution als *universelles Phänomen* darzustellen. Es geht dabei um die breite Anwendbarkeit des *Evolutionsgedankens*, nicht unbedingt auch schon der *Evolutionstheorie* im Darwin'schen Sinne. (Von universellem Darwinismus sprechen wir im nächsten Kapitel.)

Ein frühes Werk dieser Art ist *Carl Friedrich von Weizsäcker's* Buch *Die Geschichte der Natur*, das auf Göttinger Vorlesungen aus dem Jahre 1946 zurückgeht und immer wieder aufgelegt wurde.⁵¹ Obwohl von Weizsäcker die „Selektionslehre“ von Charles Darwin voll anerkennt, spricht er nicht von Evolution, sondern nur von Geschichte und Entwicklung. Spätere derartige Bücher stammen von Autoren wie Bryson, Bylinski, Calvin, von Dittfurth, Gribbin, Rensch, Riedl und Unsöld⁵² sowie von Herausgebern wie Fabian, Gessler, Grafen, Jantsch, Laskowski, Patzig, Siewing und Wilhelm⁵³. 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 zwei dieser Autoren – Rensch und Unsöld – berichten wir etwas ausführlicher, im nächsten Kapitel dann auch noch über Jantsch und Riedl.

Bernhard Rensch

Der deutsche Biologe *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, zum Beispiel eine *Biophilosophie*.⁵⁴ Seine große Stärke ist die Zusammenschau. Eines seiner letzten Bücher ist *Das universale Weltbild. Evolution und Naturphilosophie* von 1977, eine eindrucksvolle Zusammenfassung seines Gesamtwerkes.⁵⁵ 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 (Kap. 13), des Psychischen (Kap. 15), sogar über die Evolution spezieller Naturgesetze (Kap. 18). Rensch fasst den Evolutionsbegriff also sehr weit.

Von Evolution spricht er allerdings nur beim *Aufbau* von Systemen, nicht dagegen beim Abbau. So schreibt er, „dass im Universum sowohl eine Evolution als auch ein Untergang von Sternen stattfand und in Zukunft stattfinden wird“ (S. 16). In Wahrheit gehört der Abbau genauso zur Evolution wie der Aufbau; häufig sind ja gerade die Katastrophen Voraussetzung und Chance für eine weitere Evolution. So können Planeten als Begleiter von Sternen nur entstehen, wenn genügend schwere Elemente zur Verfügung stehen; dazu müssen aber Sterne früherer Generationen solche Elemente durch Kernfusion erzeugen und durch Supernova-Explosion ins All

schleudern. 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.⁵⁶ Wenn man so will, ist Evolution also noch umfassender, als Rensch sie sieht.

Insgesamt skizziert Rensch ein evolutionäres und philosophisches Gesamtbild; doch macht er nirgends den Versuch, allgemeine Evolutionsgesetze oder gar eine *allgemeine* Evolutionstheorie zu formulieren.

Das gilt auch für viele andere Bücher, vor allem für Sammelbände: Sie fassen den Evolutionsbegriff ähnlich weit, ohne eine einheitliche Theorie in Aussicht zu stellen oder gar vorzulegen. Häufig verraten das schon die Titel.⁵⁷

Albrecht Unsöld

Von dem Astrophysiker *Albrecht Unsöld* (1905–1995) gibt es nicht nur Bücher über Astrophysik, sondern 1981 erschien auch ein Buch über die *Evolution kosmischer, biologischer und geistiger Strukturen*.⁵⁸ Zwar steht darin ein ganzes Kapitel (Kap. III.) unter dem Titel „Was ist Evolution?“, eine befriedigende Antwort erhält man dort jedoch nicht. Immerhin fühlt sich Unsöld veranlasst, eine Definition zu geben, wenn auch nur in einer kurzen Fußnote (S. 6): „Unter *Evolution* verstehen wir ganz allgemein die Herausbildung komplexerer *Strukturen* aus einfacheren“, später (S. 55) sogar noch kürzer „die Herausbildung von neuen *Strukturen*“. Dieser Evolutionsbegriff ist so schwach, dass man statt *Evolution* ebenso gut *Auftreten, Bildung, Entstehen, Entwicklung, Erscheinen, Werden* sagen könnte. So bekommt man zwar die drei im Titel genannten Evolutionsphasen unter einen Hut; aber besonderer Gemeinsamkeiten bedarf es dazu nicht. Zudem ist es natürlich auch hier nicht richtig, dass evolutive Prozesse nur Aufbau, also nur Komplexitätszunahme kennen. Auch Abbau und Zerstörung wie die Explosion eines Sterns als Supernova gehören zur kosmischen Evolution; erdgeschichtliche Katastrophen, Faunenschnitte, Eiszeiten gehören zur biologischen Evolution, obwohl hier besonders viel Komplexität verloren geht; verschwindende Sprachen machen Platz für andere, auch für neue Sprachen, und natürlich gehört das Aussterben von Sprachen zur Evolution der Sprache.⁵⁹

In den genannten 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. Das erhellende Buch *Darwinisch denken* von Volker Sommer strebt eine solche Zusammenstellung gar nicht erst an.⁶⁰ In seinem Buch *Evolutionär denken* behandelt Chris Buskes immerhin über zehn der von uns vorgestellten Disziplinen; die Systematik, nach der dieses Buch gegliedert ist, hat sich mir allerdings nicht erschlossen.⁶¹ Unserem Ansatz am

nächsten kommt der Sammelband *Evolution* von Sarasin und Sommer mit etwa 20 Disziplinen.⁶²

Evolutionstheorien im Vergleich

Nun ist es ja durchaus möglich, zwei oder mehr Phasen, Ebenen, Typen der Evolution miteinander zu *vergleichen* und nach Gemeinsamkeiten oder nach Unterschieden (normalerweise 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 vergleichen

- der amerikanische Psychologe Donald T. Campbell biologische und kulturelle Evolution⁶³,
- der deutsche Evolutionsbiologe Günther Osche ebenfalls biologische und kulturelle Evolution⁶⁴,
- der deutsch-amerikanische Biologe Ernst Mayr kosmische und organismische Evolution⁶⁵,
- der Schweizer Physiker Peter Grassmann technische Entwicklung mit biologischer Evolution⁶⁶,
- der Biologe und Philosoph Franz Manfred Wuketits biologische und kulturelle Evolution⁶⁷,
- der Physiker und Philosoph Gerhard Vollmer (Autor des vorliegenden Buches) die Evolution der *Erkenntnisfähigkeit* mit der Evolution wissenschaftlicher Erkenntnis⁶⁸ (dazu auch unsere *Kapitel D 3 Evolutionäre Erkenntnistheorie* und *D 13 Evolutionäre Wissenschaftstheorie*),
- der Biologe Ulrich Kull biologische und sprachliche Evolution⁶⁹,
- der Politikwissenschaftler Werner Patzelt biologische, kulturelle und institutionelle Evolution⁷⁰,
- der Sprachwissenschaftler Andreas Fischer den Baum des Lebens mit dem Baum der Sprache⁷¹,
- der Ethnologe Christoph Antweiler Bioevolution und Kulturevolution⁷².

Am häufigsten werden biologische und kulturelle Evolution nebeneinandergestellt. (Dazu auch unser *Kapitel B 18 Evolutionäre Kulturtheorie*.) Bei Sammelbänden hoffen die Herausgeber, durch die interdisziplinäre Herangehensweise ergebe sich ein *ganzheitliches* Bild des Menschen. Das gelingt aber nur selten; bloße Interdisziplinarität führt eben nicht zwangsläufig zu Ganzheit. Die Beiträge entstehen meist unabhängig voneinander und nehmen nicht einmal aufeinander Bezug. Ein ganzheitliches Bild ergibt sich dadurch noch nicht.

Nun kann man aber Theorien nicht nur miteinander *vergleichen*, sondern auch nach *übergeordneten* Theorien fragen, die zwei oder mehr evolutionäre Theorien umfassen. Dieser Frage widmen wir das nächste Kapitel.

A 5 Gibt es eine *allgemeine* Evolutionstheorie?

Die Reichweite des Evolutionsgedankens ist nun deutlich genug: Er ist universell. Aber ist damit auch die Reichweite der Evolutionstheorie bereits abgesteckt? Gibt es nicht nur verschiedene Theorien für die verschiedenen Phasen der Evolution, sondern eine *übergreifende* Theorie, 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 (*1930), der Entwurf einer allgemeinen Evolutionstheorie, die biologische, kulturelle und ökonomische Evolution umfasst, sei utopisch; er entspreche der Suche der Physiker nach der „Weltformel“. Das aber ist kein überzeugendes Argument. Einerseits ist keineswegs ausgemacht, dass es keine Weltformel gibt oder dass sie, wenn es sie gibt, für uns unauffindbar bleiben müsste.⁷³

Immerhin werden ja immer wieder grundlegende Theorien der Physik – die Stringtheorie ab 1984, die Loop- oder Schleifenquantengravitation ab 1990, die Membran- oder M-Theorie ab 1995, die Unitaritätsmethode zur Vereinfachung aufwendiger Rechnungen ab etwa 2010 – als *Weltformeln* oder als *Theorien für alles* (*theories of everything*, *TOE*) angepriesen.⁷⁴ Auch wenn bisher keine von ihnen diesen hohen Anspruch einlösen konnte: Ein überzeugendes Argument, warum es so etwas wie eine Weltformel gar nicht geben *könne*, ist bisher ebenfalls nicht aufgetaucht.⁷⁵ Und selbst wenn die Physiker ihren Traum aufgeben müssten, folgt daraus noch nichts über die Möglichkeit oder Unmöglichkeit einer allgemeinen Evolutionstheorie.

Tatsächlich ist bisher auch nicht gezeigt worden, dass es keine allgemeine Evolutionstheorie geben kann. Vielmehr wird sie von vielen für möglich gehalten, von manchen gesucht und von einigen sogar als bereits vorhanden hingestellt. Fragt man allerdings, wie diese umfassende Theorie aussehen könnte, so erhält man sehr unterschiedliche Antworten, die ihrerseits kaum Notiz voneinander nehmen und sich meist mit Schlagworten zufrieden geben. So fragt Georg Toepfer (*1966) ausdrücklich, ob es eine generelle Evolutionstheorie gibt, verneint diese Frage aber sogleich, weil kosmische, chemische und biologische Evolution sehr unterschiedlichen Mechanismen unterliegen. Man wird daraufhin fragen, ob es wenigstens für alle Evolutionsvorgänge, die *Lebewesen* betreffen, eine solche *allgemeine* Theorie geben könnte, außer für die biologische Evolution also für die Evolution von Kultur, Sprache, Werkzeugen, Künsten oder Techniken. Hier begnügt sich Toepfer leider mit einer Zusammenstellung von Begriffen, bestenfalls von Faktoren, die nach der Meinung verschiedener Autoren für Evolutionsvorgänge charakteristisch sein sollen: Entstehung neuer Systeme, Einfluss von Zufallsfaktoren, Fehlen eines Plans, fitnessabhängige Überlebens- und Vermehrungsraten, Irreversibilität, Reproduktion, Variation, Vererbung.⁷⁶ Wie dann, aufbauend auf diesen Begriffen, eine *allgemeine* Evolutionstheorie aussehen könnte, wird daraus nicht klar. Dabei gibt es durchaus Versuche, solche Theorien zu formulieren! Wenigstens einige davon wollen wir vorstellen.

Universal Darwinism

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 Sprache und der Moral. Der Ausdruck *Universeller Darwinismus* wird jedoch erst dem Biologen Richard Dawkins zugeschrieben, der 1983 einem Aufsatz diesen Titel gab.⁷⁷ Allerdings geht es ihm dort noch nicht um eine Verallgemeinerung der Evolutionstheorie auf nicht-biologische Gebiete, sondern um die Allgemeingültigkeit von Darwins Theorie, insbesondere des Prinzips der natürlichen Auslese, für *alle Lebewesen*, also auch für solche, die noch gar nicht entdeckt sind, für solche auf fremden Planeten, in ferner Vergangenheit und sogar in ferner Zukunft.

Bald danach wird der Begriff erneut erweitert; seitdem greift er über die Biologie weit hinaus.⁷⁸ Manchmal spricht man auch von *methodologischem Evolutionismus*. Gern unterscheidet man zwischen solchen Anwendungen, bei denen die Genetik eine Rolle spielt, etwa in Medizin oder Psychologie, und solchen, bei denen die Information anders gespeichert und weitergegeben wird als bei Lebewesen, etwa bei Computerprogrammen, Kunststilen oder wissenschaftlichen Theorien.

Schon mehrfach haben wir darauf aufmerksam gemacht, dass der Evolutionsbegriff sehr unterschiedlich eingesetzt werden kann: einerseits sehr nah an der Biologie, also in enger Verbindung mit der Genetik; andererseits auch in einem recht weiten Sinne, nämlich nur im Sinne einer *Analogie*. Und je weiter man den Evolutionsbegriff fasst, desto unschärfer wird er. Die größte Gefahr ist deshalb, dass jemand seinen Evolutionsbegriff – in bester Absicht – so schwach fasst, dass er nahezu leer ist. Der Wissenschaftstheoretiker Carl Gustav Hempel (1905–1967) spricht in solchen Fällen nicht von einer *Evolutionstheorie*, sondern von einer *Story*, einer *Erzählung*, die letztlich nichts erklärt, sondern nur einen denkbaren historischen Ablauf *beschreibt*.⁷⁹ Von *Evolution* zu sprechen, ist dann zwar nicht verkehrt; doch wäre dieser Ausdruck dann ohne weiteres durch andere ersetzbar. Das gilt beispielsweise für das Buch *Die Evolution der Physik* von Einstein und Infeld, auf das wir zu Beginn unseres Kapitels *D 13 Evolutionäre Wissenschaftstheorie* ausführlicher zu sprechen kommen.

Im Folgenden schildern wir einige Versuche, die Evolutionstheorie zu verallgemeinern. Wir tun dies im Großen und Ganzen in ihrer zeitlichen Reihenfolge. Man sollte annehmen, dass solche Versuche aufeinander Bezug nehmen, voneinander lernen, mindestens aber die Vorzüge ihrer eigenen Entwürfe gegenüber früheren Ansätzen herausarbeiten. Solche Verweise findet man jedoch kaum; jeder fängt wieder von vorne an. Unter diesem Aspekt könnte man also ebenso gut eine andere Reihenfolge wählen. Wir halten uns jedoch an die Chronologie; immerhin besteht dabei die Chance, dass ein späteres Erscheinungsjahr, wenn schon keine Bezugnahme, so doch einen höheren Wissensstand aufweist.

Die Autoren, die wir würdigen, sind Herbert Spencer, Rupert Riedl, Ilya Prigogine, Erich Jantsch, Ervin László, Niklas Luhmann, Ulrich Kull, Gary Cziko, Sievert Lorenzen, Daniel Dennett, Enrico Coen, Gerhard Schurz, Peter Mersch. Natürlich ließe sich diese Liste erweitern. So könnte man fragen, warum etwa Edward O. Wilson mit seinem Buch *Die Einheit des Wissens*⁸⁰ nicht vorkommt. Das ist leicht zu erklären: Wilson betont zwar, dass alle Wissenschaften zusammenhängen, sich gegenseitig ergänzen, sogar aufeinander aufbauen und dass sie deshalb auch miteinander vereinbar sein müssen; er sucht jedoch nicht nach einer umfassenden Theorie, die alle Wissenschaften in sich vereinigen würde. Wenn der Eindruck entsteht, dass er eine Dominanz der Naturwissenschaften oder gar der Biologie anstrebt, so liegt das daran, dass er einen pagodenartigen Aufbau der Wissenschaften sieht, in dem die Naturwissenschaften die unteren Schichten bilden. Wenn dort die Physik den Unterbau bildet, so heißt das bei ihm nicht, dass die Physik alles erklären könnte; es heißt nur, dass es in unserer Welt keine unphysikalischen Objekte gibt. Das ist ein konsequent naturalistischer Standpunkt; dass alles auf Physik *reduzierbar* sei, behauptet er dagegen nicht.

Herbert Spencer

Ein früher, wenn nicht sogar der erste Vertreter einer allgemeinen Evolutionslehre, welche die Biologie einschließt, ist der bereits genannte Philosoph *Herbert Spencer* (1820 bis 1903). Schon 1851, also noch vor dem Erscheinen von Darwins Hauptwerk *Vom Ursprung der Arten* 1859, entwirft er eine allgemeine Theorie, für die er sich allerdings noch auf Lamarck stützt. Später wird er ein begeisterter Anhänger Darwins und erarbeitet ein umfassendes *System der synthetischen Philosophie*, das je nach Zählung fünf bis zehn Bände füllt.⁸¹ Darin versucht er, Natur, Mensch, Gesellschaft und ihre Geschichte unter dem einheitlichen Gesichtspunkt der Evolution und ihrer Gesetze zu beschreiben und zu erklären. Alles entwickle sich aus homogener Einheit zu heterogener Vielheit mit zunehmender Eigenständigkeit der Teile. Spencers Ideen werden im 19. Jahrhundert begeistert aufgenommen, vor allem in Amerika; heute sind sie fast nur noch von historischem Interesse. Obwohl Spencer sich zu einem strengen Empirismus bekennt, ist sein Theoriegebäude äußerst spekulativ, teilweise geradezu metaphysisch. Man wird sagen dürfen, dass es sich um einen großen Entwurf handelt, der jedoch im Einzelnen der Kritik nicht standhält. (Darwins eigenes und eher negatives Urteil über Spencer zitieren wir in dem späteren *Teil C Darwin und die Philosophie*.)

Ilya Prigogine

Am Ende unseres Kapitels *B 8 Evolutionäre Didaktik* empfehlen wir, den Unterricht nach Möglichkeit mit etwas Verblüffendem beginnen zu lassen, mit einem Scherz, einem Rätsel, einer Paradoxie, einer Antinomie. Wir befolgen diesen Rat und beginnen mit dem *Paradox der Zeit*. Was könnte an der Zeit paradox sein? Nicht gemeint ist die Verlegenheit des Heiligen Augustinus (354–430): „Was also ist die Zeit? Wenn niemand mich danach fragt, dann weiß ich es; will ich es aber einem Fragenden erklären, dann weiß ich es

nicht.“ (*Confessiones/Bekenntnisse*, Buch 11) Ebenfalls nicht gemeint ist die Tatsache, dass die Zeit immer dann schnell zu vergehen scheint, wenn wir nicht auf die Uhr sehen, dagegen unerträglich langsam, wenn wir die Zeiger mit den Augen verfolgen. Diese psychologischen Paradoxa sind uns bekannt, geradezu vertraut. Gemeint ist vielmehr ein Paradox, das nicht jedem bekannt ist.

Im Alltag erleben wir fortwährend, dass die Vorgänge in der Natur *nicht umkehrbar* sind: Eine Tasse fällt zu Boden und zerschellt; es kommt aber nie vor, dass die Scherben sich zur Tasse zusammenfügen und auf den Tisch zurückkehren. Wir altern sichtbar und spürbar und sterben; jünger werden wir dagegen nie, und von Jungbrunnen gibt es nur unerfüllbare Träume.⁸² Hielt man früher wenigstens die Sterne für ewig und unveränderlich, so wissen wir heute, dass sie entstehen, ihre Energievorräte durch Kernfusion freisetzen und durch Abstrahlung verbrauchen, und dass sie schließlich als Weiße Zwerge, Neutronensterne oder Schwarze Löcher enden. Das Umgekehrte passiert nie. Auch die biologische Evolution vollzieht sich immer nur in einer Richtung. Wir sprechen vom *Pfeil der Zeit* und rätseln darüber, wie es zu diesem Zeitpfeil kommen konnte. Befragen wir dazu die klassische oder auch die moderne Physik, so stellen wir überrascht fest, dass fast alle Grundgleichungen der Physik *zeitsymmetrisch* sind, also keine Zeitrichtung auszeichnen.⁸³ Nach diesen Grundgesetzen könnten alle Vorgänge auch in umgekehrter Richtung ablaufen. Wenn man es nicht gar zu genau nimmt, könnte man sogar auf die Idee kommen, dass Physik und Biologie einander *widersprechen*, zumindest aber, dass die Physik *unvollständig* sein müsse, da sie die Ereignisse in der Welt, insbesondere in einer einseitig gerichteten Evolution, nicht richtig beschreibt. Diesen Widerspruch oder diese Unvollständigkeit hat der russisch-belgische Physikochemiker Ilya Prigogine (1917 bis 2003, Nobelpreis Chemie 1977) sogar zum Buchtitel gemacht: *Das Paradox der Zeit*. Dort und an vielen anderen Stellen versuchen er und seine jeweiligen Mitautoren, dieses Paradox aufzuklären.⁸⁴

Physik und Chemie waren bis zur Mitte des 20. Jahrhunderts tatsächlich unvollständig! In der Thermodynamik (oft nur als Wärmelehre bezeichnet, obwohl es keineswegs nur um Wärme geht) wurden meist nur Systeme im thermodynamischen Gleichgewicht oder in dessen Nähe behandelt. Unsere Welt befindet sich aber an vielen Stellen *weitab vom Gleichgewicht*. Dort sind die Prozesse wesentlich komplizierter, weshalb man sie lange nicht durchschaute, sogar eher vernachlässigte. Ein typisches Beispiel ist die Energie der Sonnenstrahlung, die dank ihrer hohen Temperatur entropiearm auf der Erde ankommt und von der Erde bei niedrigeren Temperaturen entropiereich an das Weltall abgestrahlt werden kann. Die Gesamtentropie nimmt also nicht ab – das würde ja dem Entropiesatz widersprechen; sie kann aber an die Umgebung abgegeben werden und dadurch *lokal* abnehmen. Auf solchen Prozessen beruht die Entstehung, Erhaltung und Weiterentwicklung des organischen Lebens, beruht also nicht nur die Vergangenheit, sondern auch die gesamte Zukunft der Menschheit. Nur so sind Stoffwechsel, Wachstum, Gestaltbildung, nur so ist die biologische Evolution möglich.

Prigogine und viele andere Forscher sind dann doch in diesen undurchsichtigen Bereich vorgedrungen. Und wie es oft passiert: Haben wir erst einmal den Blick auf ein neues Gebiet gerichtet, so fällt es uns wie Schuppen von den Augen, was wir vorher alles übersehen, unterschätzt oder fahrlässig beiseitegelegt haben. Entscheidend ist die Entdeckung, dass Systeme fernab vom thermodynamischen Gleichgewicht – Prigogine spricht dabei von *dissipativen Strukturen oder Systemen* – nicht nur Strukturbildung *erlauben*, sondern besonders leicht Strukturen bilden und somit die Komplexität erhöhen. (In dem folgenden Abschnitt über Erich Jantsch sind einige der physikalisch-chemisch-biologischen Gebiete genannt, die aus diesen Forschungen entstanden sind.)

Die neuen Entdeckungen füllen eine Lücke in unserem naturwissenschaftlichen Wissen. Darüber hinaus betont Prigogine in mehreren seiner halbpopulären Schriften, dass dadurch auch ein neues Naturbild möglich, ja sogar nötig geworden sei. *Vom Sein zum Werden* betont, dass unser Weltbild heute eher Heraklit folgt („alles fließt“) als Parmenides („alles ist eins“). Während klassische und Quantenphysik eher das Sein betroffen hätten, berücksichtigten Thermodynamik, Selbstorganisation, Nichtgleichgewicht und Chaos endlich auch das Werden. *Dialog mit der Natur* empfiehlt, die Natur nicht als objektives, aber fremdes Gegenüber zu betrachten, sondern eher als Gesprächspartner. Dabei ist wesentlich, dass der Mensch selbst zur Natur gehört, nicht nur, weil er selbst ein Naturwesen ist, sondern weil Forschen, Beobachten und Messen die Natur selbst verändern. *Die Erforschung des Komplexen* macht uns mit dem Gedanken vertraut, dass Komplexität nicht beliebig reduzierbar ist, sondern nur bewältigt werden kann, wenn man neue Mittel und Wege findet.

Die Tatsache, dass an diesen neuen Entdeckungen und Theorien Physik, Chemie und Biologie beteiligt sind, führt uns zurück zu unserer Ausgangsfrage, ob Prigogine und seine Kollegen damit eine *einheitliche* Theorie für die Naturwissenschaften geschaffen haben oder ob sich daraus eine solche Theorie ergeben könnte. Immerhin versichert er, aus seinen Forschungen erwachse ein neuer Ansatz, der zu einer *einheitlicheren* Beschreibung der Natur führe.⁸⁵ Wie diese einheitliche Beschreibung genauer aussieht, erfahren wir dort allerdings nicht. Nachträglich wird uns aber immerhin klar, dass unser Naturbild durch die Entdeckung der Komplexität sehr viel reicher geworden ist. Man könnte auch sagen: Wir haben Glück gehabt, dass unsere Welt wenigstens in einigen Hinsichten ungestört beobachtbar, teilbar, wiederholbar ist. So konnten wir mit vielen *einfachen* Entdeckungen anfangen und uns dann – sagen wir ab 1960 – an das Kompliziertere wagen. Und wie wir nachträglich feststellen, ist der Komplexität nach oben bisher keine Grenze gesetzt. Selbst wenn wir im ganz Kleinen und im ganz Großen einmal nicht mehr viel weiterkommen sollten, gibt es doch in der Dimension des Komplexen noch genug zu erforschen. Wir brauchen dazu nur an das Wachstum von Lebewesen oder an das menschliche Gehirn zu denken. Und da das Gehirn ein durch und durch *natürliches* Organ ist, sehen wir auch rückblickend, wie kompliziert die Natur sein kann und wie reich unsere Forschungsfelder dort noch sind. Diesen Einblick verdanken wir der Entdeckung der Selbstorganisation und der Entdeckung der irreduziblen Komplexität in der Natur.

Eine allgemeine Theorie der Natur oder der Evolution, eine Art Überbau über die Naturwissenschaften, bietet Prigogine allerdings nicht. Wenn sich andere Autoren auf Prigogine und seine Kollegen berufen, so stützen sich diese Rückgriffe in der Regel nur auf deren Hoffnungen und Absichten, nicht auf eine bereits vorhandene allgemeine Theorie.

Rupert Riedl

In zweien seiner Bücher verspricht der österreichische Biologe *Rupert Riedl* (1925–2005), die allgemeinen *Systembedingungen der Evolution* und *Die Strategie der Genesis* darzulegen.⁸⁶ Zwischen erhobenem Anspruch und tatsächlicher Leistung klaffen jedoch große Lücken. Beim ersten Buch von 1975 verrät der Haupttitel *Die Ordnung des Lebendigen* wenigstens noch, dass es um Lebewesen, also vorwiegend um Biologie geht. Der zweite Titel von 1976 kündigt dagegen gleich die ganze Weltgeschichte an, von der Entstehung des Kosmos bis zum Werden des Menschen, was der Untertitel *Naturgeschichte der realen Welt* sogar noch bestätigt. Aber auch hier geht es letztlich nur um die biologische Evolution. Im Hinblick auf die Kennzeichen *aller* Evolution kommt Riedl über die Prinzipien der Thermodynamik (Energieerhaltung, Entropiemehrung und Unerreichbarkeit des absoluten Nullpunktes der Temperatur) nicht hinaus. Das sind jedoch elementare *physikalische* Prinzipien, die für *alle* realen Systeme gelten und mit Evolution noch nicht viel zu tun haben. Ihre universelle Geltung ist in den letzten 100 Jahren nicht mehr ernsthaft in Frage gestellt worden.

Riedls Bücher sind reich an Wörtern und Bildern, an Metaphern und sicher auch an Gedanken. Doch steht Riedl unter dem unwiderstehlichen Zwang, sich besonders originell auszudrücken. Darunter leidet zunächst die Verständlichkeit, damit aber auch die Beurteilbarkeit und schließlich die Qualität. Deshalb wird die angestrebte Theorie so wenig deutlich, dass die beanspruchte Allgemeinheit nicht zu erkennen ist.

Erich Jantsch und seine evolutionäre Vision

Dagegen sucht der Österreicher *Erich Jantsch* (1929–1980), zunächst Astrophysiker, dann auch Musikkritiker, Zukunftsforscher, Buchautor und einer der sechs Begründer des *Club of Rome*, von vornherein nach einer übergreifenden Evolutionstheorie. Eine Zusammenfassung seines Lebenswerkes bietet 1979 sein spätes Buch *Die Selbstorganisation des Universums*.⁸⁷ Darin versucht er, alle Evolutionsschichten und Evolutionsphasen in demselben theoretischen Gerüst unterzubringen. Das Gerüst bilden, wie der Titel vermuten lässt, die damals neuen Theorien der *Selbstorganisation*: die Physik nichtlinearer, insbesondere rückgekoppelter Systeme, die Theorie dissipativer und irreversibler Prozesse fern vom thermodynamischen Gleichgewicht von Ilya Prigogine, die Synergetik von Hermann Haken, die Theorie der Hyperzyklen von Manfred Eigen und Peter Schuster, die für die Entstehung des Lebens eine wichtige Rolle gespielt haben könnten, die Theorie autopoietischer Systeme von Humberto Maturana und Francisco Varela, die Katastrophentheorie von René Thom. Sicher dürften wir auch noch das deterministische Chaos

und die fraktalen Geometrien hinzunehmen. Schließlich geht es Jantsch sogar um den Sinn des Lebens – den allerdings keine der genannten Theorien anspricht oder gar verrät.

Das Buch vereint viele originelle Gedanken, die alle mit Evolution zu tun haben. Es zeigt, dass der *Evolutionsgedanke* universell ist; eine allgemeine *Evolutionstheorie* bietet es jedoch nicht. Diese Idee verfolgt Jantsch in dem letzten von ihm herausgegebenen und erst nach seinem Tode 1981 erschienenen Buch *The evolutionary vision*. Dazu hat er nicht nur eine Einleitung beigetragen, sondern auch ein größeres Kapitel *Unifying principles of evolution*, worin er zugleich die Beiträge des Bandes bündelt.⁸⁸ Seine Vision zielt auf ein Muster, das alle Ebenen der Realität und der Evolution umfassen soll. Er sucht die Gemeinsamkeiten aller evolutionären Dynamiken, und zwar sowohl gemeinsame *Begriffe* als auch und vor allem gemeinsame *Prinzipien*. Dabei soll es sich nicht nur um Analogien handeln, sondern um Homologien, also nicht um mehr oder weniger zufällige Strukturgleichheiten, sondern um übergreifende Mechanismen, vor allem um solche, die *Neues* hervorbringen. Diese Prinzipien tauchen auch schon in dem zuvor genannten Buch auf. Dort sind sie jedoch über den ganzen Text verstreut, während sie hier in übersichtlicher Weise aufgezählt und vorgestellt werden. Die zehn von ihm vorgeschlagenen Prinzipien sind: Ungleichgewicht, spontane Symmetriebrechung, Selbstreferenz, Selbsttranszendenz, Irreversibilität, Metastabilität (Ineinandergreifen stochastischer und deterministischer Faktoren), epigenealogischer Prozess (Wiederverwendung von Elementen aus vorhergehenden Selbstorganisationsprozessen zu neuen Zwecken), Autonomie, Symbiose, Indeterminiertheit (Offenheit des Geschehens). Was mit *Epigenealogie* gemeint ist, wird zwar wortreich umschrieben, ist aber trotzdem nicht klar. Nach Jantsch ist es eine Verallgemeinerung der Epigenese, die den Erhalt und die Weitergabe von Materie, Energie, Information und endogener Dynamik betreffen soll. Sie verbindet Ontogenese, Phylogenese und Anagenese, also Individualentwicklung, Stammesgeschichte und evolutive Höherentwicklung, soll sich aber keineswegs auf Lebewesen beschränken. Leider ist Jantsch gestorben, bevor er seine Ideen zu einer allgemeinen Evolutionstheorie ausbauen konnte. Ein Nachweis, wie die genannten Prinzipien wirklich die gesamte Evolution abdecken könnten, findet sich bei ihm nicht.

Ervin László und die großen Worte

Nicht viel besser geht es mir mit dem Buch *Evolution – die neue Synthese* (1987) des Ungarn Ervin László (*1932).⁸⁹ Der Titel ist offenbar eine Anspielung auf Julian Huxleys Buch *Evolution – the modern synthesis* von 1942, das die sogenannte *synthetische Evolutionstheorie* begründet hat. László war zunächst Konzertpianist, wandte sich dann aber den Wissenschaften und der Philosophie zu, leider auch der Esoterik (er soll sogar der Intelligent-Design-Bewegung nahestehen). Er begründete und leitete den *Club of Budapest* und hat rund 60 Bücher geschrieben. In der *Evolution* unterscheidet er drei „Bereiche“: Evolution der Materie, des Lebens und der Gesellschaft. Wie der Buchtitel verrät, glaubt er, diese Bereiche zu einer neuen Synthese zusammenführen zu können, die ihrerseits im Wesentlichen auf physikalischen Prinzipien beruhen soll, insbesondere auf der

Thermodynamik des Ungleichgewichts, der wir bei Prigogine und bei Jantsch schon begegnet sind. Inwiefern es sich dabei um eine echte Synthese oder gar um eine universelle Theorie handelt und wie damit die drei genannten Bereiche der Evolution erfasst werden sollen, bleibt ungeklärt.

Niklas Luhmann und seine soziologische Systemtheorie

Der deutsche Soziologe *Niklas Luhmann* (1927–1998), entwirft eine philosophisch-soziologische Systemtheorie.⁹⁰ Sein Werk ist äußerst komplex und „selbst für Eingeweihte nur schwer zu überschauen“⁹¹. Er beruft sich dabei auf die Systemtheorie des Amerikaners Talcott Parsons (1902–1979), die er dann noch einmal zu verbessern trachtet.

Angeblich entsteht aus dem Luhmann'schen System auch eine allgemeine Evolutionstheorie. Er wird dann gern als Alternative zu Darwin gehandelt. Doch geht es ihm immer nur um soziale und kulturelle Evolution. Zwar benutzt er Begriffe wie Variation, Selektion und Stabilisierung, die an Darwin erinnern könnten und wohl auch erinnern sollen, wirklich integriert wird die biologische Evolution jedoch nicht. Und was könnte eine allgemeine Evolutionstheorie leisten, die nicht einmal die biologische Evolutionstheorie umfasst? Von einer umfassenden Theorie in dem von uns gemeinten Sinne kann deshalb hier nicht die Rede sein.

Ulrich Kull und seine Warnung vor bloßen Analogien

Gedankenreiche Überlegungen verdanken wir dem Botaniker und Evolutionsbiologen *Ulrich Kull* (*1938). In seinem Buch *Evolution* von 1977 lässt er der biologischen Evolution physikalische und chemische Evolution (!) vorausgehen. In einem weiteren Buch *Evolution des Menschen* spricht er 1979 außer von biologischer auch von sozialer und kultureller Evolution.⁹² Und in einem Aufsatz von 1994 setzt er den Evolutionsbegriff der Biologie voraus und fragt ausdrücklich, ob und wieweit dieser auf andere Bereiche *übertragen* werden kann.⁹³ Dabei unterscheidet er streng zwischen echten *Erweiterungen* der biologischen Theorie und *Analogien*, also bloßen Ähnlichkeiten. Kull betont zunächst, dass die Evolutionstheorie als Ganzes auf die Entstehung des Lebens, teilweise sogar auf die chemische Evolution ausgedehnt, also „nach unten“ erweitert werden kann. Dagegen sei eine Erweiterung „nach oben“, insbesondere in den kulturellen Bereich, nicht ohne weiteres möglich. Hier gebe es jedoch interessante *Analogien*, insbesondere bei der Evolution von Sprachen, aber auch in der Architektur oder bei Gebrauchsgegenständen. Doch warnt er davor, bei ähnlichen Abläufen vorschnell auf gleiche Ursachen zu schließen; dazu sei in jedem Fall eine unabhängige Prüfung erforderlich. Leider übergeht er das Problem der *Sprachfähigkeit*, die ja wegen ihrer neuronalen Verankerung einerseits und ihrer kulturellen Nutzung und Ausgestaltung andererseits eine Brücke zwischen Biologie und Kultur bildet. (Dazu auch unser Kapitel *B 20 Evolutionäre Linguistik*.)

Erst ganz zuletzt erwähnt er das Ideal einer *allgemeinen Evolutionstheorie*, die nicht mehr nur Analogien aufweisen, sondern übergreifende Gesetzmäßigkeiten formulieren würde. Diese Theorie würde dann für viele oder sogar für alle Evolutionsprozesse gelten.

Sie erst würde uns erlauben, von einem *Prinzip Evolution* zu sprechen; damit würde sie unser wissenschaftliches Weltbild erfreulich vereinheitlichen. Kull sieht Gebiete wie evolutionäre Algorithmen, Evolutionsstrategie und sicher auch evolutionäre Spieltheorie (dazu unsere entsprechenden Kapitel B 1, B 40 und B 39) als Bausteine eines umfassenden wissenschaftlichen Weltbildes. Offensichtlich hält er eine solche Vereinheitlichung für wünschenswert; ob er sie auch für erreichbar hält, verrät er nicht.

Gary Cziko und die zweite Darwin'sche Revolution

Ein Buch von 1995, das ebenfalls Universalität anstrebt, aber doch einen etwas anderen Charakter hat, stammt von dem amerikanischen Psychologen *Gary Cziko: Without miracles*, das es leider nur englisch gibt.⁹⁴ Cziko (*1945) geht davon aus, dass alle Passungen Ergebnisse von Ausleseprozessen sind. (Nicht im Englischen, wohl aber im Deutschen gibt es dafür das schöne Wortspiel „Alle Passungen sind Ergebnisse von Anpassungen.“) Wie üblich unterscheidet er stammesgeschichtliche (also phylogenetische) und individuelle (also ontogenetische) Anpassungen. Dass wir Armmuskeln haben, verdanken wir einer phylogenetischen Anpassung; dass wir durch Training *stärkere* Armmuskeln bekommen, ist eine ontogenetische Anpassung, die allerdings ihrerseits biologisch-genetisch vorbereitet ist.

Da nun nach Cziko auch das menschliche Gehirn und seine Leistungen Anpassungen darstellen, müssen auch sie durch Auslese entstanden sein. Einiges davon, etwa die *Sprachfähigkeit*, beruht auf der Phylogenese, anderes, etwa der Erwerb einer konkreten *Sprache*, auf der Ontogenese. Die Prinzipien der Auslese – oder deutlicher: von blinder Variation und strenger Selektion – sind also *universell*. Dass sie für biologische Strukturen gelten, wissen wir schon lange, im Grunde seit Darwin; dass dies auch für das Immunsystem gilt, für Instinkte, für das Verhalten, für das Gehirn, konnte im Verlauf des 20. Jahrhunderts bestens bestätigt werden. Dass aber auch Erkennen, Denken, logisches Schließen, moralisches Handeln, ästhetisches Urteilen Ergebnisse der gleichen Prinzipien sind, dass also auch die Grundbausteine der *kulturellen* Evolution evolutionären Prozessen zu verdanken sind, wird erst allmählich Allgemeingut. Diese Entdeckung nennt Cziko *die zweite Darwin'sche Revolution*.

Wie bei vielen anderen Revolutionen ist es schwierig, diese Revolution zu datieren. Und da Naturalisten die Evolutionstheorie schon lange vertreten, ist sogar fraglich, ob es sich dabei wirklich um eine Revolution handelt. Es ist ja gerade ein Ziel unseres Buches, die Universalität und die Ausbreitung des Evolutionsgedankens an möglichst vielen wissenschaftlichen Disziplinen zu dokumentieren. Und diese Beispiele reichen eben von Darwins Hauptwerk 1859 bis heute und weiter in die voraussehbare Zukunft. Es wäre deshalb verlockend, bei den zahlreichen Anwendungen des Evolutionsgedankens jedes Mal von einer neuen Revolution zu sprechen. Dann hätte Darwin nicht nur zwei, sondern besonders viele Revolutionen ausgelöst.

Als Vertreter der pädagogischen Psychologie überträgt Cziko diese Einsichten auf Fragen des Lehrens und Lernens, die nun ebenfalls nach diesen Prinzipien arbeiten sollen. Sein Titel betont, dass nach naturalistischer Sichtweise auch hier alles „mit rechten Dingen“ zugeht. So sollen die Grundlagen der Pädagogik keiner neuen Seinsebene bedürfen, wie das vor allem idealistische Erziehungs- und Bildungstheorien nahelegen. (Zur pädagogischen Seite auch unser Kapitel B 31 *Evolutionäre Pädagogik*, zur philosophischen das Kapitel D 10 *Evolutionärer Naturalismus*.)

Sievert Lorenzen und die Selbstorganisation

Die Erweiterung der Evolutionstheorie erfolgt in der Regel unter Berufung auf neuere Theorien der Physik. Das gilt auch für den Kieler Evolutionsbiologen Sievert Lorenzen (*1939). Er spricht von einer *Allgemeinen Selbstorganisationstheorie* und beruft sich dabei auf Manfred Eigens Arbeiten zur Entstehung des Lebens, Rupert Riedls Systemtheorie der Evolution, Ilya Prigogines Nichtgleichgewichtsphysik, Hermann Hakens Synergetik. Natürlich hätte er sich außerdem auf den bereits genannten Erich Jantsch berufen können, bei dem sogar das Universum durch Selbstorganisation entsteht. Der Begriff *Selbstorganisation* ist dabei nicht sehr scharf definiert. Deutlich ist aber, was dadurch *verneint* wird: Es gibt keinen Organisator, keinen Schöpfer, keinen Plan, keine Absichten, keine gezielten Eingriffe von außen, keine Zielgerichtetheit, keine Teleologie; alles geschieht spontan.⁹⁵ Es leuchtet ein, dass dabei Rückkopplungsprozesse eine wesentliche Rolle spielen, wie sie auch der im übernächsten Abschnitt besprochene Enrico Coen hervorhebt. Selbstorganisation gibt es natürlich auch bei Menschen, etwa bei einer Schülergruppe oder bei der Belegschaft einer Firma. Der Schwerpunkt bei Lorenzen und allgemein im Umkreis der Evolutionstheorie liegt jedoch im nichtmenschlichen, teilweise sogar im abiotischen Bereich, wo Selbstorganisation noch viel bemerkenswerter ist.

Leider sind Lorenzens Vorschläge von 1997 und danach an recht unauffälligen Stellen erschienen, wo man sie jedenfalls nicht suchen würde.⁹⁶ Seine Darstellung hat mehrere Vorzüge. Erstens ist er selbst Evolutionsbiologe und formuliert deshalb nicht nur ungefähr, sondern sehr präzise. Zweitens begnügt er sich nicht damit, wichtige Begriffe wie *Fitness* oder *natürliche Auslese* nur zu nennen; vielmehr formuliert er auch die zugehörigen *Prinzipien*; erst sie können wahr oder falsch sein und auf ihre Richtigkeit hin beurteilt werden. Drittens traut er sich, einer Vielzahl von Autoren folgenreiche *Fehler* vorzuwerfen, die bei der Interpretation der Evolutionstheorie häufig gemacht, aber nur selten angesprochen werden. Insbesondere werde viel zu selten geprüft, ob und wie weit sich die Evolutionsgesetze, darunter die Selektionsprinzipien, auf nichtbiologische Disziplinen *erweitern* lassen. Viertens werde nur selten gefragt, welche Rolle diese Selektionsprinzipien für die Individualentwicklung spielen. Und fünftens macht er deutlich, wie die Prinzipien der biologischen Evolutionstheorie zu Prinzipien einer Selbstorganisationstheorie *verallgemeinert* werden können. Diese verallgemeinerte Theorie schließt dann viele weitere Systeme ein, auch *unbelebt*, wenn sie die Fähigkeit zur Selbstvermehrung haben.

Deshalb müssen die Prinzipien der Theorie hinreichend allgemein formuliert werden. Etwas verkürzt lauten sie:

1. Die fraglichen Systeme können sich unter Ausnutzung ihrer Ressourcen vermehren. (Meistens entstehen dabei mehr Nachkommen, als zum Erhalt erforderlich ist.)
2. Die Ressourcen sind begrenzt. (Dadurch gibt es Konkurrenz und differentielle Reproduktion, ganz entsprechend dem Prinzip der natürlichen Auslese.)
3. Alle Individuen sind vergänglich. (Sonst würden Raum, Nahrung und andere Ressourcen für Nachfolger immer knapper.)
4. Bei der Vermehrung entstehen immer wieder neue Individuen, die von ihren Vorgängern verschieden sind. (Variation)

Man erkennt leicht, dass die biologische Evolutionstheorie nur ein Spezialfall dieser allgemeinen Selbstorganisationstheorie ist, allerdings ein besonders umfangreicher und komplexer. Lorenzen gibt auch Beispiele, wo die Theorie der Selbstorganisation nützlich ist, zum Beispiel bei Anpassungsproblemen, beim Auftreten neuer Systemeigenschaften (Emergenz) oder bei der Erforschung von Ökosystemen.⁹⁷ Leider hat er seine Gedanken noch nicht weiter ausgebaut.

Daniel Dennett und der Darwin'sche Algorithmus

Wohl am bekanntesten ist der amerikanische Philosoph Daniel Dennett (*1942) mit seinem Buch *Darwins gefährliches Erbe* von 1995.⁹⁸ In diesem Buch verteidigt Dennett die Evolutionstheorie nicht nur als eine für die Biologie entwickelte und in der gesamten Biologie äußerst erfolgreiche Theorie, sondern er versucht auch, sie auf andere als biologische Prozesse zu verallgemeinern. Er nennt einen Prozess *Darwinsch* (*Darwinian*, im Deutschen auch *darwinisch*, aber nicht *darwinistisch*), wenn dieser die drei Merkmale *Vermehrung* (mit Vererbung), *Variation* und *Selektion* aufweist. Weitere frühe Vertreter dieser Verallgemeinerung sind der amerikanische Psychologe Gary Cziko, dessen Buch wir bereits vorgestellt haben⁹⁹, oder die britische Schriftstellerin Susan Blackmore (*1951), deren Buch wir im Kapitel *B 18 Evolutionäre Kulturtheorie* erwähnen.¹⁰⁰

Nach Dennett kann man das Zusammenwirken der drei genannten Faktoren als einen *Algorithmus* auffassen, der überall greift, wo die genannten drei Begriffe, Merkmale oder Faktoren anwendbar sind. Der Begriff des Algorithmus ist sehr abstrakt; es spielt keine Rolle, auf welchem Material diese Prozesse ablaufen. Statt von einem Darwin'schen Algorithmus spricht man auch von genetischen oder evolutionären Algorithmen oder von Evolutionsstrategie. (Dazu auch unsere entsprechenden Kapitel.)

Von Darwin'schen Algorithmen sprechen vor Dennett schon andere, zuerst wohl 1985 die amerikanische Psychologin Leda Cosmides in ihrer Doktorarbeit und in einem Aufsatz von 1987¹⁰¹, aber auch der amerikanische Evolutionsbiologe Richard D. Alexander (*1930) in einer Arbeit von 1990 *Epigenetic rules and Darwinian algorithms*.¹⁰² Diese Autoren werden von Dennett zwar zitiert, aber in anderen Zusammenhängen und nicht mit diesen Aufsätzen.

Warum nennt Dennett in seinem Buch 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, genau wie – in anderer Weise – das vorliegende Buch. Dennett vergleicht die Wirkung von Darwins Theorie, insbesondere die Wirkung des Prinzips der natürlichen Auslese, mit einer universellen Säure (*universal acid*), die alles angreift, was ihr in den Weg kommt, und die deshalb nicht einzuschließen und nicht aufzuhalten ist. (Eine solche Säure gibt es zum Glück nicht; aber natürlich gibt es aggressive Säuren, die ihr näher kommen als andere, und mindestens eine, die ihr am nächsten kommt. Schwefelsäure H_2SO_4 und Salzsäure HCl sind starke Säuren. Noch stärkere Säuren, zum Beispiel Salpetersäure HNO_3 oder Perchlorsäure $HClO_4$, heißen in der Chemie *Supersäuren*. Königswasser, ein Gemisch aus Salzsäure und Salpetersäure im Verhältnis 3 : 1, löst bekanntlich sogar das „edle“ Gold auf.)

Aber noch einmal: Was ist an Darwin gefährlich? 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 darstellen,¹⁰³ so sehen auch nicht alle in Darwins Theorie eine *Gefahr*, sondern oft eher eine Chance. Wissenschaftlicher Fortschritt ist für viele erfreulich, für die Entdecker sogar meist beglückend. Er kann uns allerdings auch mancher Illusion berauben, insbesondere einiger Illusionen über die *Sonderstellung* des Menschen: über seine Mittelpunktstellung im Kosmos (Kopernikus), über seine Ausnahmestellung gegenüber der Tierwelt (Lamarck und Darwin), über die Rolle der Vernunft in seinen eigenen Entschlüssen und Handlungen (Freud). Dass einige sich durch wissenschaftliche Entdeckungen tatsächlich gekränkt fühlen, sieht man am besten an dem *Widerstand*, der ihnen entgegengebracht wird. Da werden Forscher exkommuniziert und Bücher auf den Index gesetzt, werden Entdecker beschimpft oder lächerlich gemacht, wird Forschung nicht mehr gefördert, vielleicht 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 weitreichend. Der Mensch ist also in besonderer Weise besonders oder, wenn dieses Wortspiel erlaubt ist, besonders besonders. Davon überzeugt uns leicht ein Blick auf die lange Liste der *Homo*-Merkmale im Kapitel *D 1 Evolutionäre philosophische Anthropologie*. Was Dennett bei Darwin als gefährlich ansieht, ist die Tatsache, dass dessen Theorie der natürlichen Auslese eine Erklärung „von unten“ bietet. Im Gegensatz zu vorher bedarf es keines Schöpfers mehr, keiner Vorsehung, keiner Teleologie, keiner Metaphysik, keiner übernatürlichen Instanz, keines Weltenlenkers

oder, in Dennetts bildlicher Ausdrucksweise, keines Krans, der „von oben“ arbeitet. Der Mensch mit seinen Fähigkeiten ist nicht gewollt, nicht geplant, nicht geschaffen; er ist auf ebenso natürliche Weise entstanden wie alle anderen Lebewesen: alle Einzeller, alle Pflanzen, alle Tiere. Und das gilt eben nicht nur für seinen Körper, für seine Anatomie und Morphologie, sondern für *alle* seine Eigenschaften, auch für sein Gehirn und dessen Leistungen! Und da seine Eigenschaften von sehr vielen Disziplinen untersucht werden, naturwissenschaftlichen wie geisteswissenschaftlichen, hält auch die natürliche Erklärung dieser Eigenschaften in alle diese Disziplinen Einzug – unnachgiebig, unaufhalt-sam, unwiderruflich, geradezu voraussagbar. Diese Naturalisierung gefällt vielen nicht; sie fühlen sich in ihrer tatsächlichen oder vermeintlichen Stellung bedroht und wehren sich – letztlich vergeblich. Deshalb ist Darwin, oder besser: Darwins Theorie, für viele unwillkommen, beunruhigend, gefährlich. (Dazu im philosophischen Teil auch unser Kapitel *D 10 Evolutionärer Naturalismus*.)

Enrico Coen und die Formel des Lebens

Viel Neugier weckt der Titel des britischen Molekularbiologen *Enrico Coen* (*1957): *Die Formel des Lebens. Von der Zelle zur Zivilisation* von 2012.¹⁰⁴ Wie schon der englische Titel verrät auch der deutsche Untertitel, 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.

Es sind also vier Ebenen, auf denen aller Wandel belebter Systeme stattfinden soll. Auf diesen vier Ebenen wird nach Gemeinsamkeiten gesucht. Man ist versucht nachzufragen, ob die soziokulturelle Evolution nicht ihrerseits in mehrere Ebenen aufgeteilt werden müsste, wenn man wirklich zeigen will, dass sie einer einheitlichen Gesetzmäßigkeit gehorchen; denn hinter dem Ausdruck *soziokulturell* verbergen sich nun wahrlich viele Ebenen, die sehr unterschiedliche Strukturmerkmale zeigen. So sehen viele Wirtschaftswissenschaftler es als sinnvoll an, von einer *Evolutionären Ökonomik* zu sprechen (der wir deshalb ein eigenes Kapitel B 39 widmen). Bedauerlicherweise wird diese ökonomische Ebene in Coens Buch mit keinem Wort erwähnt.

Für eines muss man Coen bewundern: Er arbeitet überall mit Beispielen; sein Vorrat ist geradezu unerschöpflich; um es paradox zu formulieren, sein Vorrat an Beispielen ist beispiellos. Sie kommen aus dem Alltag, aus den Bereichen der Einzeller, der Pflanzen, der Tiere; er findet sie auch bei Hormonen, bei Schleimpilzen, in der Geschichte, in der Kunst. Coen kann Sachverhalte und Prozesse verständlich erläutern und illustriert seine Ausführungen mit insgesamt 85 Zeichnungen und Bildern.

Aber wo steckt nun die Formel des Lebens? Coen nennt sieben *Prinzipien*, die den Wandel beschreiben sollen: Variation (auch *Populationsvariabilität*), Beständigkeit (lei-

der unter dem eher unüblichen Wort *Persistenz*), Verstärkung, Wettbewerb, Wiederholung (meist unter dem ebenfalls unüblichen Wort *Rekurrenz*), Kooperation und (kombinatorische) Vielfalt. Diese sieben Prinzipien, von Coen merkwürdigerweise auch *Parameter* genannt, und ihr Zusammenspiel nennt Coen mehrfach (insbesondere auf S. 82) die *Formel des Lebens*.

Hier könnte, nein: hier sollte man mehrfach stutzig werden. Was Coen aufzählt, sind Begriffe, keine Prinzipien. Mit Begriffen allein kann man keine Theorie machen. Prinzipien gehen über Begriffe deutlich hinaus; sie sind Grundsätze, die wahr oder falsch sein können, etwa das Archimedische Prinzip des Auftriebs oder das Trägheitsprinzip der klassischen Physik. Wie wichtig solche Präzisierungen sind, sieht man besonders deutlich, wenn es etwa um das „Prinzip“ der natürlichen Auslese geht: Jeder glaubt zu wissen, wie dieses Prinzip lautet; versucht man aber, es genauer zu formulieren, etwa als ein Naturgesetz, so merkt man bald, wie schwierig das sein kann. So kommt es, dass Biologen und Nichtbiologen sich immer noch streiten, ob das Selektionsprinzip tautologisch ist (sodass es zwar sicher wahr, zugleich aber auch nichtssagend wäre), oder ob es ein synthetischer Satz ist, der auch falsch sein könnte. Genaue Formulierungen für seine „Prinzipien“ bietet Coen jedenfalls nicht. – Auch bleibt ungeklärt, in welchem Sinne es sich dabei um eine *Formel* handelt. Denn weder die Prinzipien noch ihr Zusammenwirken werden in Gestalt einer Formel dargestellt. Offenbar knüpft Coen damit an die sogenannte *Weltformel* an, die er sich in der Einleitung (S. 10) zum Vorbild nimmt und mit der die Physiker eine einheitliche Theorie der Naturkräfte anstreben. Zwar konnte bisher noch kein Kandidat diesen Traum erfüllen, aber dabei handelt es sich doch wenigstens um Formeln im engeren Sinne. – Eine weitere Merkwürdigkeit: Stellt man die sieben Prinzipien in ihrer Reihenfolge etwas um und ergänzt sie um den Begriff *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 erwähnt Coen diese Möglichkeit nicht.

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 der vier genannten Ebene bildlich dargestellt (S. 47, 89/93, 206, 313), und zwar in Form einer liegenden 8. Diese besteht aus zwei Schleifen; die linke steht für positive Rückkopplung, also für Verstärkung, die rechte für negative Rückkopplung, also für Hemmung, Begrenzung, Abschwächung (und somit gerade für den Begriff, den wir vermisst und zuletzt eigenmächtig hinzugefügt haben). 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* sei. Doch macht er nicht deutlich, dass erst diese Rückkopplungen seine „Prinzipien“ miteinander *verbinden* und damit zur „Formel des Lebens“ gehören! Vielleicht hätte Coen statt von doppelter Rückkopplung lieber gleich von *Regelkreisen* (*feedback control*) sprechen sollen: Ein Regelkreis arbeitet

zwar immer mit Rückkopplungen, er kann aber deutlich mehr als rückkoppeln; er kann nämlich, wie der Name schon sagt, wirksam *regeln*.¹⁰⁵

Nun sind Rückkopplungen und Regelkreise nichts Neues und im Bereich des Lebendigen auch nichts Besonderes; sie sind überall am Werk. Es war die Geburtsstunde der Kybernetik, als der amerikanische Mathematiker Norbert Wiener (1894–1964) und der mexikanische Neurophysiologe Arturo Rosenblueth (1900–1970) bei ihrer Zusammenarbeit um 1945 entdeckten, dass es bei Lebewesen wie bei Maschinen Erscheinungen gibt, die zwar unterschiedliche Namen tragen, strukturell aber Gleiches leisten. Das Standardbeispiel ist der *Thermostat*, der die Heizung oder die Klimaanlage steuert und dafür sorgt, dass es im Zimmer oder im Auto weder zu warm noch zu kalt wird. Ganz *analog* gibt es im menschlichen Körper, allgemein beim Warmblüter, einen Regelkreis, der die Körpertemperatur aufrechterhält. Ähnliche Analogien gelten für Sensoren bei natürlichen *und* künstlichen Systemen oder auch für die Steuerung eines menschlichen *und* eines Roboterarmes; insbesondere für die beobachtbaren *Fehlfunktionen* bei Lebewesen wie bei technischen Systemen. Diese Entdeckungen führten dazu, dass die beiden Forscher solche gemeinsamen Strukturen in einer *neutralen* Sprache zu beschreiben begannen, zunächst qualitativ in neutralen Begriffen, dann aber auch quantitativ in der Sprache der *Mathematik*. So geht es der Kybernetik, wie der Untertitel eines frühen Buches von Wiener deutlich macht, um „Regelung und Nachrichtenübertragung in Lebewesen *und* Maschine“. ¹⁰⁶ Die besondere Leistung der Kybernetik war es, für die analogen Strukturen angemessene Beschreibungsebenen zu finden, welche die Strukturgleichheiten erkennen lassen, ohne die Unterschiede zu ignorieren. Die *allgemeine Systemtheorie*, auf die wir weiter unten im Abschnitt *Peter Mersch und die Systemische Evolutionstheorie* zurückkommen, hat diesen Gesichtspunkt dann ab etwa 1950 noch weiter verallgemeinert. Merkwürdigerweise geht Coen auf diese Vorgeschichte oder auf seine Vorgänger und Vorbilder nicht ein.

Coen betont zu Recht, dass auch sein Unternehmen ein *angemessenes Abstraktionsniveau* voraussetzt (S. 17, 326). Aber welches Niveau ist angemessen? Stellen wir uns vor, ein vielseitiger Physiker arbeitet über Wasserwellen, Schall, Licht, Mikrowellen, Elektromagnetismus, Erdbeben und Gravitation. Ganz begeistert erzählt er 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 (Interferenz). Er zeigt auch noch, dass sich alle diese Erscheinungen als *Wellen* beschreiben lassen, also als räumlich und zeitlich periodische Vorgänge. Aber er weiß nicht oder verrät uns *nicht*, dass alle diese Gemeinsamkeiten durch eine einzige Gleichung ausgedrückt werden können: die Wellengleichung, mathematisch gesehen eine partielle lineare Differenzialgleichung zweiter Ordnung. Diese Gleichung stellt – auch quantitativ – die gemeinsame Struktur der genannten Erscheinungen dar. Sie ist zwar keine Weltformel, aber doch eine *universelle Beschreibung* für fast alle Wellenerscheinungen. Dann würde

eben diese Gleichung die angemessene Abstraktionsebene darstellen, 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 seinen Titel und sein Schwärmen von der *Formel des Lebens* durchaus nahelegt und mehrfach als seine persönliche Entdeckung ausgibt (etwa S. 22). 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 Coen verrät, wie weit sich seine „Formel“ tatsächlich formalisieren und präzisieren lässt, sodass die von ihm aufgewiesenen Strukturgleichheiten auch quantitativ sichtbar würden. (Wegen der Vielfalt der Rückkopplungen würde es sich sicher um eine komplizierte *nichtlineare* Differenzialgleichung handeln, vermutlich sogar um ein *System* mehrerer solcher Gleichungen.) Erst dann könnte man beurteilen, ob hier wirklich eine Formel allen Lebens gefunden wurde oder ob es bei den angebotenen vagen Analogien bleibt. Für eine allgemeine Theorie genügt es eben nicht, auf die Übersetzbarkeit von Begriffen oder auf einige strukturelle Ähnlichkeiten hinzuweisen. So erweist sich Coens Bemühen, von einer Formel zwar zu reden, dabei aber jede Art von mathematischen Formeln sorgsam zu *vermeiden*, als Bumerang: Statt allgemeinverständlich zu sein, bleibt die ganze Struktur unscharf und in der Schwebe. Es gibt auch keinerlei Hinweis auf einen Text für Fachleute, in dem Coen diese Lücke füllt oder wenigstens offenlegt. So können wir nur hoffen, dass andere diese Präzisierung vielleicht doch noch leisten. Bis dahin müssen wir offen lassen, ob es eine solche Formel überhaupt gibt. Coen bietet sie jedenfalls nicht.

Gerhard Schurz und die Darwin'schen Module

2011 erschien das lang angekündigte Buch des Physikers und Philosophen *Gerhard Schurz* (*1956): *Evolution in Natur und Kultur. Eine Einführung in die verallgemeinerte Evolutionstheorie*.¹⁰⁷ Wenn Schurz nicht von *einer*, sondern mit dem bestimmten Artikel von *der* verallgemeinerten Evolutionstheorie spricht, dann muss er ja wohl auch die einzige, die erste oder wenigstens die bisher beste derartige Theorie zu bieten haben. Hat er? Bevor wir diese Frage kritisch beantworten, nennen wir einige allgemeine Vorzüge des Buches.

Es ist ein sehr gutes Buch! Mit seinen 450 Seiten enthält es beeindruckend viel Information, und überall lohnt sich die Lektüre. Über zahlreiche Disziplinen hinweg werden hochinteressante und sorgfältig recherchierte Themen behandelt: Entwicklungstheorien vor Darwin, Argumente gegen Kreationisten, Varianten des anthropischen Prinzips, 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. Angesichts so vieler Themen wäre das Buch schon inhaltsreich genug, wenn es gar nicht auf eine allgemeine Evolutionstheorie zu sprechen käme.

Wie aber steht es mit dem Versprechen, eine solche verallgemeinerte Evolutionstheorie anzubieten? Blättert man in dem Buch, so muss man schon Glück haben, wenn man auf diese Verallgemeinerung stoßen will. Studiert man daraufhin lieber das Inhaltsverzeichnis, so ist ihr dort zwar der Überschrift nach der ganze Teil II gewidmet, tatsächlich aber nur ein Unterkapitel (6.3) mit 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 viel über Evolution und Evolutionstheorien weiß, jetzt aber auch die *verallgemeinerte* Evolutionstheorie kennenlernen möchte? Die Antwort auf diese Frage hat sich mir nicht erschlossen. Hat also der Untertitel zu viel versprochen? Ja und Nein. Ja, denn die allgemeine Evolutionstheorie ist, quantitativ gesehen, nicht als Hauptanliegen des Buches erkennbar. Nein, denn immerhin kann 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 Darwins beginnen. Das liegt daran, dass er den Evolutionsbegriff auf Darwin'sche Evolution einschränkt. In ihr wirken die drei – von Schurz so genannten – Darwin'schen „Module“ Reproduktion, Variation, Selektion. Durch die Forderung nach *Reproduktion* werden aber viele Evolutionsphasen ausgeschlossen, mindestens alle jene, bei denen eben keine echte Vermehrung vorliegt. (Bloßes Weiterexistieren ist natürlich keine Reproduktion, selbst wenn sich dabei vieles ändert; sonst befände sich ja jedes Lebewesen fortwährend in Evolution.) Von der Evolution des Kosmos ist zwar kurz die Rede, jedoch nur im Zusammenhang mit der kosmologischen Spekulation von Lee Smolin, die wir im Kapitel *B 17 Evolutionäre Kosmologie* vorstellen und kritisieren. Sonst aber spielen Kosmos, Galaxien und Sterne keine Rolle. Auch die Evolution von Planetensystemen (S. 145–146) und die chemische Evolution (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, eben weil es hier noch *keine* Reproduktion gibt, sondern nur Stabilität und Instabilität (S. 144). Das leuchtet ein; doch müssen wir dafür in Kauf nehmen, dass die angestrebte allgemeine Theorie längst nicht alle Evolutionsphasen umfasst.

Aber auch die *Entstehung* des Lebens, zu der Darwin noch so gut wie nichts sagen konnte, über die jedoch inzwischen einiges bekannt ist, kommt mit vier Seiten (S. 101 bis 105) deutlich 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.¹⁰⁸ Und da wir überall von einer *allmählichen* Entwicklung ausgehen, auch und gerade bei der Biogenese, die ja noch recht langsam erfolgt sein dürfte, muss es einen sanften Übergang von unbelebt zu belebt gegeben haben. Wann und wo wir diesen Übergang ansetzen, hängt vor allem von den *Bedingungen* ab, die wir an die Schnelligkeit und an die Genauigkeit der Selbstre-

plikation stellen. Es wäre schließlich nicht nur interessant zu erfahren, wie weit hinauf, sondern auch, wie weit hinunter die Darwin'schen „Module“ eigentlich greifen und wie weit die Antwort auf diese Frage wiederum von den von uns gestellten Bedingungen abhängt. So ist Manfred Eigen durchaus bereit, nicht erst auf biologischer, sondern schon auf *physikalischer* Ebene von *Reproduktion* zu sprechen.¹⁰⁹ Für Naturalisten ist das naheliegend, ja geradezu zwingend: Wenn erste Lebewesen aus unbelebten Systemen entstanden sind, dann müssen die Gesetze der Physik und Chemie, die für unbelebte Systeme galten, für die Entstehung erster Lebewesen ausgereicht haben; rein biologische Gesetze konnten ja noch gar nicht greifen.

Von den höheren Evolutionsphasen wird vor allem die Evolution der Kultur behandelt; ihr ist Teil III gewidmet. Der sozialen Evolution sind merkwürdigerweise nur vier (S. 183–187), der technologischen Evolution nur fünf Seiten zugedacht (S. 249–254), und die Evolution der Wissenschaft findet so gut wie gar keine Erwähnung. Das ist umso erstaunlicher, als Schurz selbst Wissenschaftstheoretiker ist und die *evolutionären* Modelle der Wissenschaftsentwicklung, etwa von Stephen Toulmin, Donald Campbell, David Hull und von seinem Landsmann Erhard Oeser, zweifellos kennt.¹¹⁰ (Dazu unser Kapitel *D 13 Evolutionäre Wissenschaftstheorie*.) Für dieses Ausblenden einer evolutionären Wissenschaftstheorie findet sich keine Begründung. Vielleicht liegt sie darin, dass Schurz die Objekte der Evolution auf materielle Systeme beschränken wollte. Dann müsste dieses Ausschlussprinzip allerdings auch auf das intuitiv-kreative Denken angewandt werden, das Schurz zwar nicht ausführlich behandelt, aber doch als Darwin'schen Prozess gelten lässt. (S. 143)

Andererseits führt er eine *individuelle Evolution* ein (Kap. 6.3.2 und 11.1), die freilich auf operante Konditionierung und auf das Lernen durch Versuch und Irrtum beschränkt wird. Dabei handelt es sich in meinen Augen nur um eine vage und insofern schwache Analogie. Man sieht das besonders daran, dass hier die Stelle der (biologischen) Reproduktion durch das *Beibehalten* des Gelernten im Gedächtnis, die Selektion dagegen durch individuelle *Zielerreichung* ausgefüllt werden soll. (S. 142) Diese Analogie erscheint mir so schwach, dass ich darin letztlich keine Evolution erkennen kann, auch nicht in dem verallgemeinerten Sinne von Schurz. Insbesondere sehe ich nicht, wie das Behalten mit Reproduktion gleichgesetzt werden kann, wenn doch Stabilität, wie oben erwähnt, allenfalls für Protoevolution ausreicht. Zumindest müssten wir dann jemandem, der zwischen seinem 20. und seinem 65. Lebensjahr nichts vergisst und nichts dazulernt, aber jedes Jahr die von ihm erstrebte Fleißprämie bekommt, eine „individuelle Evolution“ zubilligen; aber das ist mit dem üblichen Evolutionsbegriff, bei dem Reproduktion ja auch zu Vermehrung und gerade dadurch zu Konkurrenz und Auslese führen kann, kaum vereinbar.

Schurz widmet sich eingehend der kulturellen Evolution, stellt in Tabellen und Listen (195, 207, 237 f.) biologische und kulturelle Evolution gegenüber. Man gewinnt dabei allerdings den Eindruck, dass die Unterschiede die Ähnlichkeiten weit überwiegen, sodass Zweifel aufkommen, ob hier wirklich von einer *übergreifenden* Theorie die Rede ist.

Peter Mersch und die Systemische Evolutionstheorie

Ein besonders aussichtsreicher Ansatz stammt von dem Systemanalytiker *Peter Mersch* (*1949) mit seinem Buch *Die egoistische Information. Eine neue Sicht der Evolution des Lebens*.¹¹¹ Nicht dem Titel, wohl aber dem Vorwort und dem weiteren Text entnimmt man, dass Mersch eine *Systemische Evolutionstheorie* vertritt und einsetzt, die er schon früher entwickelt und vorgestellt hat.¹¹² Was ist damit gemeint? Die Systemtheorie, manchmal auch Systemwissenschaft, wurde um 1950 von dem österreichisch-kanadischen Biologen Ludwig von Bertalanffy (1901–1972) begründet.¹¹³ Von ihm stammt der Ausdruck *Fließgleichgewicht*, englisch *Steady State*. Mit anderen zusammen gründete er 1955 die *Society for General Systems Research*, 1988 umbenannt in *International Society for the Systems Sciences*. Sie ist eine Verallgemeinerung der Kybernetik, die ja Strukturgleichheiten zwischen Lebewesen und Maschinen untersucht und der wir schon bei der Besprechung von Coens Buch *Die Formel des Lebens* begegnet sind. Sie will berücksichtigen, dass alle Systeme aus Teilsystemen bestehen und mit anderen Systemen und mit ihrer Umwelt kausal vernetzt sind. Dabei geht es also vor allem um Rückkopplung. Es gibt viele verschiedene Systeme. (Es ist gar nicht so einfach, Objekte zu finden, die *keine* Systeme sind, die also – wie Elektronen, Photonen oder Quarks – *nicht* aus kleineren Einheiten bestehen.) Deshalb gibt es auch sehr viele Typen von Systemtheorie und sehr verschiedenartige Einführungen in dieses Gebiet. Einem Buch über Systemtheorie sieht man nicht sofort an, ob es sich an Ingenieure, Informatiker, Biologen oder Psychologen wendet.¹¹⁴

Da jeder, der ein System gründlich untersucht, auch solche Wechselwirkungen berücksichtigen wird, gibt es eigentlich keine nicht-systemischen Analysen. Der Begriff *systemisch* ist also eher ein schmückendes Beiwort als eine besondere Charakterisierung oder gar Auszeichnung der jeweiligen Theorie. Trotzdem – vielleicht aber gerade deshalb – wird der Begriff heute geradezu inflationär gebraucht, vor allem in den Bereichen Psychologie und Psychotherapie. Da gibt es systemische Beratung, insbesondere systemische Organisations- und Betriebsberatung, systemisches Coaching, systemische Pädagogik und Erlebnispädagogik, systemische Sozialarbeit, systemische Supervision, systemische Therapie, insbesondere Familientherapie. (Bei solchen Analysen, Beratungen und Therapien soll immer wieder gefragt werden, auf wen und wie sich Veränderungen auswirken, wobei auch das Verhältnis zwischen Berater und Beratenem beachtet werden soll.)¹¹⁵ – Mit dieser psychologischen Seite hat Mersch's *systemische Evolutionstheorie* nichts zu tun. Sein Ansatz ist aber insofern systemisch oder systemtheoretisch, als er sich auf eine Abstraktionsebene begeben möchte, die *über* biologischer, sozialer, kultureller, ökonomischer Evolution steht, um diese Formen von Evolution – bildlich gesprochen – unter einen Hut zu bringen.

Auf der Suche nach einer allgemeinen Theorie kritisiert Mersch die biologische Evolutionstheorie zum Teil als zu eng – was man im Hinblick auf die gesuchte Verallgemeinerung sogar erwarten wird, zum Teil aber auch als falsch –, was bei Biologen leicht Unbehagen und Widerspruch auslöst. Die Unterschiede sind allerdings nicht ganz leicht zu

erkennen. Die *Grundvoraussetzungen* seiner Theorie – zunächst eingeschränkt auf biologische Populationen – sind:

- *Variation*: Die Mitglieder einer Population sind verschieden und deshalb unterschiedlich gut an ihren Lebensraum angepasst.
- *Reproduktionsinteresse*: Die einschlägigen Systeme suchen sich zu vermehren, was in der Regel ein Selbsterhaltungsinteresse einschließt.
- *Reproduktion*: Die fraglichen Systeme erzeugen Nachkommen, die ihnen ähnlich sind, aber nicht gleich sein müssen.

Das klingt zunächst ganz darwinistisch und erinnert an den „Algorithmus der natürlichen Auslese“ bei Dennett und an die „Darwinischen Module“ bei Schurz, die wir beide schon vorgestellt haben. Bei näherem Hinsehen fällt jedoch auf, dass der Begriff der natürlichen Auslese, der in der Evolutionstheorie eine so große Rolle spielt, bei Mensch gar nicht vorkommt. Er stellt ausdrücklich fest, dass seine Theorie dieses Prinzip nicht benötigt, weil es aus dem grundsätzlicheren Prinzip der (gleichverteilten) Reproduktionsinteressen von selbst folgt.

Für welche Systeme soll die Theorie nun gelten? Da in der Regel nur Lebewesen *Interessen* haben können, wird man zunächst annehmen, die Theorie gelte folglich nur für Lebewesen und die durch sie gebildeten sozialen Systeme. Bei großzügiger Auslegung ließen sich dann auch nicht-biologische Evolutionstypen wie die Evolution von Kultur, Technik und Sport, Handel und Wirtschaft, die ja immerhin von Menschen bewusst betrieben werden, mit dieser Theorie erfassen. Aber selbst dann wird man fragen, inwiefern *alle* Lebewesen Interessen haben sollen, benutzen wir doch diesen Begriff in der Regel in einem *psychologischen* Sinne, der dann auch eine Psyche voraussetzt. Dazu muss Mensch dem Begriff *Interesse* eine *metaphorische* oder sogar *fiktive* Bedeutung geben: Alle Lebewesen verhalten sich so, *als ob* sie am eigenen Überleben und an der Fortpflanzung bzw. an der Verbreitung ihrer Gene interessiert *wären*. (Das erinnert an den metaphysischen Begriff des *Willens*, den der Philosoph Arthur Schopenhauer in seinem Hauptwerk nicht nur Menschen und Tieren, sondern auch Pflanzen und sogar unbelebten Systemen zuschreibt, um so die ganze Welt „als Wille und Vorstellung“ deuten zu können.) Diese metaphorische Redeweise ließe sich aber leicht vermeiden, wenn etwa nur von einem Replikationsprogramm die Rede wäre. Dabei könnte offen bleiben, ob dieses Programm evolutiv, also wie bei den meisten Lebewesen über Zufalls- und Ausleseprozesse entstanden ist oder ob es von Menschen gezielt entworfen und in das jeweilige System – eine Maschine, einen Computer, einen Roboter, ein Gehirn – eingebaut wurde. Und es könnte offen bleiben, ob sich die Systeme ihrer Programme bewusst sind, was ja bei den meisten Tieren nicht, bei Menschen aber doch wenigstens teilweise der Fall ist. Letztlich handelt es sich dabei nur um ein terminologisches Problem, das sich durch Offenlegen der gewünschten Bedeutung lösen lässt.

Ähnliches gilt für den Titelbegriff *egoistische Information*, offenbar eine Anspielung auf *Das egoistische Gen* von Richard Dawkins und vielleicht auch auf *Das egoistische Ge-*

hirn von Achim Peters.¹¹⁶ Hierzu betont Mersch schon im Vorwort: „Evolutionssakteure verhalten sich aufgrund der in unserem Universum geltenden physikalischen Gesetze so, als wären die Informationen, die sie über sich und ihre Umwelt besitzen, egoistisch. In diesem Sinne ist es metaphorisch zu verstehen.“ Gemeint ist damit insbesondere, dass die Naturgesetze auch tatsächlich *ausreichen*, um das evolutive Geschehen hervorzubringen, dass also keine weiteren Instanzen, insbesondere keine metaphysischen oder gar transzendenten Kräfte in Anspruch genommen werden; es handelt sich damit um einen durchweg *naturalistischen* Ansatz.

Allerdings genügt es dazu nicht, sich auf den zweiten Hauptsatz der Thermodynamik, den Entropiesatz, zu berufen; danach kann ja die Entropie immer nur ansteigen. Organismen und andere Systeme müssen sich dagegen bemühen, die Entropie zu erniedrigen und dadurch mehr Wissen zu erlangen und zu behalten. Dies ist nur fernab vom thermodynamischen Gleichgewicht möglich: Nur Systeme, die es schaffen, diesen Nichtgleichgewichtszustand aufrecht zu halten, indem sie die unvermeidlich anwachsende Entropie nach außen abgeben, sind Konkurrenz- und damit auch evolutionsfähig. Dies ist aber immer noch nackte Physik und somit durchweg *naturalistisch*.

Ist dies geklärt, so kann man immer noch einwenden, dass es ja Stufen des Egoismus gibt und dass in der biologischen Evolution die meisten Arten ausgestorben sind, dass ihre Akteure also auf lange Sicht „nicht gen-egoistisch genug“ waren. Und für andere Evolutionstypen gilt dasselbe: Wer etwa in der Wirtschaft Konkurs anmelden muss, war offensichtlich nicht egoistisch genug, sich langfristig durchzusetzen.

Mersch's besondere Leistung liegt nun darin, dass er ein geeignetes Abstraktionsniveau für eine universelle Evolutionstheorie gefunden hat. Es gelingt ihm, seine Theorie so zu formulieren, dass sie sowohl die biologische als auch die soziale und die ökonomische Evolution angemessen beschreibt. Insbesondere gelingt es ihm, das für die Ökonomik grundlegende Theorem des Engländers David Ricardo (1772–1823), auch *Theorem der komparativen Kosten(vorteile)*, nach Ludwig von Mises *Vergesellschaftungsgesetz* genannt, aus seinen Grundannahmen abzuleiten (10.4).¹¹⁷ Das Theorem erklärt, warum es bei unterschiedlichen Kompetenzen verschiedener Akteure zu Arbeitsteilung kommt: In einer gemischten Gesellschaft übt jeder die Aktivitäten aus, die er am besten kann – nicht absolut, sondern im Vergleich zu anderen Akteuren, deshalb *komparativ*. So kommt es bei Lebewesen zur natürlichen Auslese und zur Artenaufspaltung, bei staatenbildenden Bienen und Ameisen zur Kastenbildung, bei sozialen Gruppen zur Arbeitsteilung, bei Warenmärkten zu individuellen Produktprogrammen, im internationalen Handel zum Tausch unterschiedlicher Waren. Das ist genau das, was wir von einer *universellen Theorie* erwarten. Mit dem verallgemeinerten Ricardo-Theorem kann man also die Bildung neuer Arten, insbesondere die Bildung sozialer und eusozialer Arten erklären.

Dagegen behauptet Mersch in weiser Selbstbeschränkung *nicht*, seine Theorie beschreibe auch die Individualentwicklung, wie das Coen und Schurz tun. Außerdem macht er deutlich, dass es – entgegen einer landläufigen Formulierung des Selektions-

prinzips – nicht darauf ankommt, wer die meisten Nachkommen in die Welt setzt, sondern darauf, wer *innerhalb einer bestimmten Zeitspanne* die meisten fruchtbaren Nachkommen hat. Werden nämlich Nachkommen schon nach der halben Zeit geschlechtsreif und nutzen ihre Fruchtbarkeit dann auch, so genügt es offenbar, wenn alle Mitglieder der Population weniger *eigene* Nachkommen haben. Das ist zwar leicht einzusehen, wird aber selten erwähnt. Mersch belegt solche Besonderheiten anhand quantitativ durchgerechneter Beispiele. Diese wirken allerdings dadurch etwas holprig, dass er – ganz im Geiste eines Systemanalytikers – englische Abkürzungen benutzt.

In kompetenter Weise setzt sich Mersch auch mit Einwänden auseinander, sowohl mit solchen gegen die klassische Evolutionstheorie als auch mit möglichen Einwänden gegen seine eigene. Dazu gehört die Tatsache, dass gerade intelligente und beruflich erfolgreiche Leute ein geringeres Reproduktionsinteresse und deshalb weniger Kinder haben, was verschiedentlich als ökonomisch-demographisches *Paradoxon*, manchmal sogar als *zentrales Problem für die Humansozibiologie* angesehen wird. Mersch zeigt, dass seine Theorie dieses und andere Probleme lösen kann. Interessanterweise folgt aus seiner Theorie auch, dass dieses Paradoxon mit familienpolitischen Mitteln *nicht* lösbar ist, was wiederum durch die Erfahrungen der letzten Jahrzehnte erschreckend gut bestätigt wird.

Mir scheint, dass hier die bisher beste Verallgemeinerung des Evolutionsgedankens vorliegt. Deshalb ist diesem Ansatz besonders viel Aufmerksamkeit zu wünschen.

Fazit zu Teil A: Über Evolution

Es gibt viele Beispiele für Theorien, in die Elemente der biologischen Evolution, besser: der biologischen *Evolutionstheorie*, eingebaut werden. Angesichts der Allgemeinheit dieser Prinzipien überrascht es nicht, dass solche Elemente auch in nichtbiologische Disziplinen Eingang gefunden haben. Solche Disziplinen stellen wir in Teil B und Teil D vor.

Dabei stützen sich nicht alle Disziplinen in gleichem Maße auf die Evolutionstheorie. Eine Möglichkeit bestünde darin, alle wichtigen Prinzipien der biologischen Evolutionstheorie zusammenzustellen und dann zu prüfen, welche davon in einer zu Recht so genannten evolutionären Theorie *wesentlich* vorkommen. Zusammenstellungen von Evolutionsgesetzen findet man leider nur selten.¹¹⁸ Eine Übersicht, welche Prinzipien der Evolution bzw. der Evolutionstheorie in den verschiedenen Wissenschaften und Disziplinen jeweils verwendet werden und welche weiteren Prinzipien dort noch hinzukommen, scheint es jedoch nicht zu geben. Sie wäre eine gewaltige, aber lohnende Aufgabe, die wir hier allerdings nicht in Angriff nehmen. Wir können jedoch versuchen, evolutionäre Disziplinen zusammenzustellen und zu charakterisieren. Das wollen wir im Folgenden tun. Das Beiwort „Evolutionär“ schreiben wir dabei groß, weil es uns *nicht* darum geht, dass die jeweilige Disziplin selbst eine Geschichte hat, die man evolutionär nennen könnte, sondern darum, dass in dieser Disziplin evolutionäre *Prinzipien* eine wichtige Rolle spielen.

Natürlich könnten wir nach weiteren solchen Disziplinen fahnden. Das Problem dabei ist nicht, ob man noch weitere findet, sondern wann man von einer eigenen Disziplin oder sogar einer eigenständigen Wissenschaft sprechen darf. So untersucht Paul McGhee nicht nur die ontogenetische Entwicklung, sondern auch die *Evolution des Humors*.¹¹⁹ Erwartungsgemäß entdeckt er dabei eine enge Verzahnung mit den jeweiligen kognitiven Fähigkeiten. Ich schrecke jedoch davor zurück, dabei schon von einer eigenständigen Evolutionären Humortheorie zu sprechen; von Humor ist deshalb erst im Kapitel B 35 *Evolutionäre Psychologie* die Rede. – Derselbe McGhee hat außerdem studiert, wie *Lachen* als Heilmittel dienen kann, sodass sich hier Verbindungen zur *Evolutionären Medizin* (B 23) und zur *Evolutionären Psychiatrie* (B 34) knüpfen ließen. Über das Lachen als besonderes Merkmal des Menschen (*Homo ridens*) findet man in dem späteren Kapitel D 1 *Evolutionäre philosophische Anthropologie* einige Bemerkungen. – Ein guter Kandidat wäre auch die *Evolutionäre Parasitologie*, die es wirklich gibt.¹²⁰ Sie ist eine zwar vielseitige, letztlich aber doch rein biologische Disziplin; da ist es nicht überraschend, dass die Evolution dort eine wichtige Rolle spielt. – Ähnliches gilt für die *Evolutionäre Neuroethologie*, ein junges Teilgebiet der Biologie, das die Methoden der Verhaltensforschung mit denen der Neurowissenschaften und der Sinnesphysiologie verbindet. Am Max-Planck-Institut für Chemische Ökologie in Jena ist ihr sogar eine eigene Abteilung gewidmet. – Das recht junge Gebiet *Evolutionary Leadership* erwähnen wir im Kapitel B 35 *Evolutionäre Psychologie* im Abschnitt *Hierarchien*.

Dass wir auch die sogenannte *Evolutionäre Astrologie* nicht vorstellen, hat einen ganz anderen Grund: Diese Form der Astrologie geht davon aus, dass Menschen durch Seelenwanderung und Wiedergeburt (Reinkarnation) verschiedene Stadien durchleben, eine zeitliche Abfolge, die dann etwas voreilig Evolution genannt wird.¹²¹ Für diese esoterische Lehre, die mit der biologischen Evolution nicht einmal in einem weiten Sinne zu tun hat, wäre eine ausführliche Besprechung zu viel der Ehre. Das gilt auch für *Evolutionäre Hexerei*¹²², ebenfalls eine absurde Lehre, die sich weitab von jeder Wissenschaftlichkeit bewegt.

Durchaus seriös ist dagegen die Frage, woher unsere *Anfälligkeit* gegenüber solchen Auffassungen eigentlich kommt. Hier könnten evolutionäre Aspekte durchaus eine Rolle spielen. Diese Frage gehört in die *Evolutionäre Psychologie*, der das umfangreiche Kapitel B 35 gewidmet ist. Dort behandeln wir solche Themen in den Abschnitten *Aberglaube* und *Parawissenschaften*.

Der Kuriosität halber sei noch mitgeteilt, dass im Wiktionary für Englischsprachige das deutsche Wort *evolutionär* durch sämtliche Fälle, Numeri und Steigerungsmöglichkeiten durchdekliniert wird. Wer hätte gedacht, dass etwas oder jemand nicht nur *evolutionär* sein kann, sondern auch noch *evolutionärer* und sogar *am evolutionärsten*? Im Folgenden werden wir von diesen ungeahnten Möglichkeiten jedenfalls keinen Gebrauch machen.

Teil B: Darwin in den Wissenschaften

Ein Fächer evolutionärer Fächer

Zu Übersichtszielen zählen wir die hier behandelten 43 Disziplinen zunächst auf. Dabei dürfen wir uns überall das Beiwort „evolutionär“ hinzudenken. Anschließend werden wir sie einzeln vorstellen: Algorithmen, Anthropologie, Archäologie, Bioinformatik, Biologie, Biotechnologie, Chemie (Biochemie), Didaktik, Entwicklungsbiologie (Evo-Devo), Ernährungswissenschaft, Finanztheorie, Genetik, Geologie, Geschichtswissenschaft (Big History), Institutionentheorie, Intelligenz, Kosmologie, Kulturtheorie, Kunst, Linguistik, Literaturtheorie, Mathematik, Medizin, Morphologie, Musik, Musikwissenschaft, Neurologie (auch Neuronaler Darwinismus), Ökologie, Ökonomik, Organisationstheorie, Pädagogik, Physik, Politologie, Psychiatrie, Psychologie (Aberglaube, Gewissen, Hierarchien, Humor, Liebe–Treue–Eifersucht, Medien, Parapsychologie, Risikoeinschätzung und Risikobereitschaft), Rechtstheorie, Religionswissenschaft, Soziologie (Soziobiologie), Spieltheorie, Strategie, Symmetrietheorie, Technikentwicklung, Theologie. Zur Profilbildung stellen wir in B 44 schließlich fest, dass zwar von einer Evolution der Sterne und der Erde gesprochen wird, der Ausdruck *Evolutionäre Astrophysik* aber trotzdem unüblich ist.

In dem späteren *Teil D Darwin in der Philosophie* fragen wir dann ganz analog: Was ist evolutionär an den vierzehn philosophischen Gebieten, die ebenfalls das Beiwort „evolutionär“ tragen: philosophische Anthropologie, Ästhetik, Erkenntnistheorie, Ethik, Philosophie des Geistes, Humanismus, Logik, Materialismus, Metaphysik, Naturalismus, Spiritualität, Transzendentalphilosophie, Wissenschaftstheorie, Zukunft?

Mit diesen Disziplinen ist unser Programm abgesteckt. Dabei sind wir uns darüber im Klaren, dass Vollständigkeit nicht unser Ziel sein kann. Dafür wird das Beiwort *evolutionär* gar zu großzügig vergeben. Nicht immer handelt es sich um eine *eigenständige* wissenschaftliche oder philosophische Disziplin. So gibt es eine *Evolutionäre Medienpsychologie* bisher nur bei einem einzigen Autor, den wir im Kapitel B 35 *Evolutionäre Psychologie* wenigstens kurz vorstellen. Und sicher haben wir einige evolutionäre Disziplinen glatt übersehen.

B 1 Evolutionäre und genetische Algorithmen

Ein *Algorithmus* ist ein allgemeines Verfahren, das zu einem vorgelegten Problem aus einer bestimmten Problemklasse in endlich vielen, genau festgelegten Schritten die gesuchte Lösung liefert. Seine wichtigsten Eigenschaften sind also:

- **Allgemeinheit:** Der Algorithmus soll nicht nur für ein einzelnes Problem, sondern für eine ganze *Klasse* von Problemen die Lösung liefern. Meist umfasst die Problemklasse unendlich viele Probleme.

- Endlichkeit: Die Vorschrift soll nur aus endlich vielen Anweisungen bestehen, und – noch wichtiger – der Ablauf bis zum Auffinden der Lösung darf nur *endlich viele Schritte* erfordern.
- Determiniertheit: In jedem Stadium muss feststehen, was als Nächstes zu tun ist. – Diese Forderung kann aufgeweicht werden, indem man in das Verfahren Zufallsgeneratoren einbaut; dann kann die richtige Lösung allerdings nicht mehr für jeden Fall garantiert werden.
- Gelegentlich wird vorgeschlagen, von den Arbeitsschritten zusätzlich Einfachheit (Elementarität) zu verlangen. Dieses Merkmal ist pragmatischer Natur: Es soll die Einzelschritte und den Gesamtablauf durchsichtig und die Problemlösung in realistischer Zeit erreichbar machen. Diese Eigenschaften sind natürlich willkommen; wesentlich sind sie jedoch nicht. Das ist auch gut so; denn Einfachheit und Schnelligkeit sind Begriffe, die sich nur schwer objektivieren lassen.

Evolutionäre und *genetische Algorithmen* sind nun solche, die Mechanismen der Evolution bzw. der Genetik nachahmen. Sie sind seit etwa 1975 unter diesem Namen in Gebrauch. Werden dazu Computer eingesetzt – was in der überwältigenden Mehrzahl der Fälle geschieht –, so spricht man auch von *evolutionärem* und *genetischem Programmieren*.¹²³ Es sind hier wieder die Evolutionsfaktoren Reproduktion, Variation und Selektion, die dabei zur Problemlösung, insbesondere zur *Optimierung*, herangezogen werden. Das lohnt sich gerade dann, wenn deterministische Problemlösungen nicht bekannt sind oder besonders viele Schritte und Durchläufe erfordern würden. (Monte-Carlo-Verfahren, die man seit etwa 1945 einsetzt, benutzen zwar ebenfalls den Zufall; doch gibt es hier keine Selektion.) Man kann dann auch mehrere Durchläufe gleichzeitig bzw. „parallel“ ablaufen lassen.

Evolutionäre Algorithmen bilden einen Teil des evolutionären Rechnens (*evolutionary computing* oder *evolutionary computation*), das wiederum zu Disziplinen wie Künstliche Intelligenz, Künstliches Leben und Künstliche Evolution beiträgt. Wohl seit 1993 gibt es im Zwei-Jahres-Rhythmus Konferenzen über *Künstliche Evolution* – offenbar alle in Frankreich – und die zugehörigen Tagungsbände.¹²⁴ – Anwendung im Bereich *technischer* Probleme finden evolutionäre Algorithmen in der *Evolutionären Robotik*. Sie unterstützen den Entwurf selbstständig agierender Roboter. Hier gibt es Verbindungen zu unserem Kapitel *B 42 Evolutionäre Technikentwicklung*.

Der Genetik zweigeschlechtlicher Lebewesen abgelauscht ist insbesondere das Crossing-Over (kurz auch Cross-Over): Chromosomen werden nicht unverändert an die nächste Generation weitergegeben. Vor der Weitergabe werden sie an passenden („homologen“) Stellen zerschnitten und überkreuzt wieder zusammengefügt. Auf diese Weise können viel mehr Erbkombinationen ausprobiert werden als bei eingeschlechtlicher Vermehrung. Die Evolution wird dadurch um Größenordnungen beschleunigt. Und so werden auch Problemlösungen, insbesondere optimale oder nahezu optimale Ergebnisse, viel schneller erreicht.¹²⁵

Es ist wohl nicht überraschend, dass auch die angewandte molekulare Genetik sich solcher Verfahren bedient. Vor allem bei der Entwicklung von Impfstoffen hat diese *gerichtete Evolution* große Erfolge erzielt. So hat man Interferone entwickelt, welche die Vermehrung von Viren 250 000-mal wirksamer bremsen als die Ausgangsproteine.¹²⁶ Der Ausdruck *genetische Algorithmen* hat dann also sogar in doppeltem Sinne mit Genetik zu tun.

Nebenbei: Ein früher Zeitungsartikel über Genetische Algorithmen preist in der Überschrift „Die Evolution als Mathematik-Lehrer“¹²⁷. Wie so oft, wird hier die Evolution personalisiert; offenbar kann sie sogar lernen und lehren. Als Blickfang mag das erlaubt sein; aber irreführend ist es eben doch: Für den Naturalisten ist es nicht „die Evolution“ und auch nicht „die Natur“, die da Mathematik kann; sie kann auch nicht rechnen, nicht einmal zählen. Nur wir Menschen können die Gesetzmäßigkeiten, nach denen sich Evolution vollzieht, erkennen, mathematisch-abstrakt nachbilden und für unsere Zwecke einsetzen. Dass wir uns dabei durch Naturvorgänge anregen lassen und von der Natur lernen, heißt nicht, dass die Natur oder die Evolution tatsächlich Mathematik könnten! Interessant wäre jedoch eine Untersuchung, welche Algorithmen erst durch die Evolution ins Blickfeld der Mathematiker gerieten und daraufhin ausgearbeitet und näher untersucht wurden.

B 2 Evolutionäre Anthropologie (vorwiegend biologisch)¹²⁸

Anthropologie allgemein

Die Anthropologie als Lehre vom Menschen ist eine uralte Disziplin. Es gibt keinen Philosophen von Rang, den die Frage „Was ist der Mensch?“ nicht beschäftigt hätte. Nach Immanuel Kant umfasst die Anthropologie sogar die gesamte Philosophie. Wir können ihm darin recht geben; schließlich ist die Philosophie die Mutter fast aller Wissenschaften. (Die Ausnahmen sind Mathematik und Astronomie, die es schon vor der Philosophie gab und die wir auch heute betreiben können, ohne uns über den Menschen Gedanken machen zu müssen. Das wiederum hindert uns natürlich nicht, auf einer Metaebene zu fragen, *warum* wir Mathematik und Astronomie betreiben, wieso wir sie betreiben *können* und wieso wir dabei sogar sehr *erfolgreich* sind.) Allerdings hat sich die Anthropologie inzwischen stark weiterentwickelt und aufgeteilt. Ohne Anspruch auf Vollständigkeit nennen wir hier einige Zweige der Anthropologie: biologische – bei Kant physische – Anthropologie, Kulturanthropologie, historische, medizinische, pädagogische und psychologische Anthropologie, Rechts-, Religions- und Sozialanthropologie.¹²⁹ Und im Hinblick auf philosophische Fragen, die ja bei Kant noch die gesamte Anthropologie ausmachen, sprechen wir heute von *philosophischer Anthropologie*. Sie ist in Deutschland vor allem mit den Namen Ludwig Klages (1872–1956), Max Scheler (1874–1928), Ernst Cassirer (1874–1945, ab 1933 im Ausland)¹³⁰, Helmuth Plessner (1892–1985) und Arnold Gehlen (1904–1976) verbunden.¹³¹ Evolutionäre Aspekte berücksichtigt dabei jedoch allenfalls Arnold Gehlen, und dies auch nur in dem Sinne, dass der Mensch von der Na-

tur – oder eben von der Evolution – recht dürftig ausgestattet sei. Der Mensch sei ein *Mängelwesen*, den Tieren in vielem unterlegen, was er deshalb durch Vernunft, Sprache, Kultur, Arbeit, Technik und Institutionen ausgleichen müsse.¹³² Diese spekulative Denkfigur findet sich schon in Platons Dialog *Protagoras* und vor allem bei Johann Gottfried Herder (1744–1803) in dessen preisgekrönter *Abhandlung über den Ursprung der Sprache* von 1772. Auf den ersten Blick leuchtet sie ja durchaus ein; die Verhaltensforschung hat jedoch klargestellt, dass der Mensch keineswegs ein Mängelwesen ist, selbst dann nicht, wenn man sich auf seine körperlichen Fähigkeiten beschränkt. So betont Konrad Lorenz (1903–1989) mehrfach:

Wollte der Mensch die ganze Klasse der Säugetiere zu einem sportlichen Wettbewerb herausfordern, der auf Vielseitigkeit ausgerichtet ist und beispielsweise aus den Aufgaben besteht, 30 km weit zu marschieren, 15 m weit und 5 m tief unter Wasser zu schwimmen, dabei ein paar Gegenstände gezielt heraufzuholen und anschließend einige Meter an einem Seil emporzuklettern, was jeder durchschnittliche Mann kann, so findet sich kein einziges Säugetier, das ihm diese drei Dinge nachzumachen imstande ist.¹³³

Wenn uns also daran gelegen ist, die Besonderheiten des Menschen hervorzuheben, so sollten wir uns jedenfalls nicht auf seine angeblich dürftige körperliche Ausstattung berufen. Aber was sind dann seine Besonderheiten?

Die Vorfahren des Menschen haben sich erst vor fünf oder sechs Millionen Jahren von der Gattung *Pan* mit den Arten Schimpanse und Bonobo getrennt. Es gibt Vorschläge, Schimpansen (*Pan troglodytes*) und Bonobos (*Pan paniscus*) in *Homo troglodytes* und *Homo paniscus*, also tatsächlich in *Menschenarten* umzubenennen und ihnen dann auch Grundrechte zu gewähren. (Dazu der Abschnitt *Tierethik* im Kapitel *D 4 Evolutionäre Ethik*.) Dieser Schritt ist jedoch bisher nicht vollzogen; wir fragen deshalb nicht nach den Unterschieden zwischen Menschenaffen und anderen Affen, sondern nach den Unterschieden zwischen Affen und Menschen.

Auf die Frage nach dem eigentlichen *Humanum*, nach dem typisch Menschlichen, hat es viele verschiedene Antworten gegeben. Fast alle versuchen, ein besonderes Merkmal als charakteristisch herauszuarbeiten, und lassen sich deshalb auch kurz und treffend zusammenfassen, etwa mit „*Homo sapiens*“.¹³⁴ Diese biologischen Bezeichnungen sind in Tabelle 4 zusammengestellt. (Die zahlreichen philosophischen Charakterisierungen finden sich dann im Kapitel *D 1 Evolutionäre philosophische Anthropologie*.) Auch für die biologische Anthropologie gibt es noch zahlreiche weitere *Homo*-Bezeichnungen; sie deuten jedoch nicht auf ein Merkmal, sondern meist auf den Fundort:

Homo rudolfensis, nach dem ostafrikanischen Rudolfsee (später Turkana-See), vor 2,5 Millionen Jahren;

Homo naledi, Südafrika, vermutlich vor über 2 Millionen Jahren, entdeckt 2013 in der Höhle *Rising Star*, in der dort verbreiteten Sprache steht *naledi* für *Stern*;

Homo georgicus, Georgien, vor 1,8 Millionen Jahren;