

ISSN 0369-5034

**Gaterslebener
Begegnung
2003**



**Bewahren und
Verändern im
Kontext
biologischer
und kultureller
Evolution**

Herausgegeben von
Anna M. WOBUS und Ulrich WOBUS (Gatersleben)
Benno PARTHIER (Halle/Saale)

Nova Acta Leopoldina

Neue Folge, Band 90, Nummer 338, 2004

Für die finanzielle Unterstützung der Gaterslebener Begegnung 2003

danken wir der

Sparkassenstiftung Aschersleben-Staßfurt, Staßfurt;

BASF-Plant Science GmbH, Ludwigshafen;

KWS SAAT AG, Einbeck;

NORDSAAT Saatzuchtgesellschaft m. b. H., Böhnshausen;

Lochow-Petkus GmbH, Bergen;

SunGene GmbH & Co. KGaA, Gatersleben

sowie der

TraitGenetics GmbH, Gatersleben

NOVA ACTA LEOPOLDINA

Abhandlungen der Deutschen Akademie der Naturforscher Leopoldina

Im Auftrage des Präsidiums herausgegeben von

HARALD ZUR HAUSEN

Vizepräsident der Akademie

NEUE FOLGE

NUMMER 338

BAND 90

Bewahren und Verändern im Kontext biologischer und kultureller Evolution

Gaterslebener Begegnung 2003

gemeinsam veranstaltet

vom Institut für Pflanzengenetik und Kulturpflanzenforschung
Gatersleben und
von der Deutschen Akademie der Naturforscher Leopoldina
vom 22. bis 24. Mai 2003

Herausgegeben von

Anna M. WOBUS (Gatersleben)

Ulrich WOBUS (Gatersleben)

Benno PARTHIER (Halle/Saale)

Mit 15 Grafiken, 34 Abbildungen und 10 Tabellen



**Deutsche Akademie der Naturforscher Leopoldina, Halle (Saale) 2004
In Kommission bei Wissenschaftliche Verlagsgesellschaft mbH Stuttgart**

Redaktion: Dr. Michael KAASCH und Dr. Joachim KAASCH

**Die Schriftenreihe Nova Acta Leopoldina erscheint bei der Wissenschaftlichen Verlagsgesellschaft mbH, Stuttgart, Birkenwaldstraße 44, 70191 Stuttgart, Bundesrepublik Deutschland.
Jedes Heft ist einzeln käuflich!**

Auf dem Umschlag »Das Lied der Steine« des Hamburger Künstlers FRITZ SCHADE. Siehe Seite 58.

Die Schriftenreihe wird gefördert durch das Bundesministerium für Bildung und Forschung sowie das Kultusministerium des Landes Sachsen-Anhalt.

Bibliografische Information Der Deutschen Bibliothek

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

Alle Rechte, auch die des auszugsweisen Nachdruckes, der fotomechanischen Wiedergabe und der Übersetzung, vorbehalten.

Die Wiedergabe von Gebrauchsnamen, Handelsnamen, Warenbezeichnungen und dgl. in diesem Heft berechtigt nicht zu der Annahme, daß solche Namen ohne weiteres von jedermann benutzt werden dürfen. Vielmehr handelt es sich häufig um gesetzlich geschützte eingetragene Warenzeichen, auch wenn sie nicht eigens als solche gekennzeichnet sind.

© 2004 Deutsche Akademie der Naturforscher Leopoldina e. V.
06019 Halle (Saale), Postschließfach 11 05 43, Tel. (03 45) 4 72 39 34
Hausadresse: 06108 Halle (Saale), Emil-Abderhalden-Straße 37
Herausgeber: Prof. Dr. Dr. h. c. mult. Harald ZUR HAUSEN, Vizepräsident der Akademie
Printed in Germany 2004
Gesamtherstellung: Elbe-Druckerei Wittenberg GmbH
ISBN 3-8047-2170-2
ISSN 0369-5034
Gedruckt auf chlorfrei gebleichtem Papier.

Inhalt

Begrüßung und Einführung

WOBUS, Ulrich: Begrüßung	9
PARTHIER, Benno: Begrüßung durch die Leopoldina	11
WOBUS, Anna M.: Einführung	13

Anfragen an Wissenschaftler

SCHÜTZ, Helga: Ozon, das schöne blaue Wort	23
	*
PIETRASS, Richard: Die ferne Flut	31
	*

Evolution aus biologischer Sicht

BACHMANN, Konrad: Evolution und Information	35
<i>Diskussion I</i>	53
	*
PIETRASS, Richard: Fledermaus / Blauwal	59
	*
HACKER, Jörg: Evolutionäre Infektionsbiologie	61
<i>Diskussion II</i>	78
	*
SCHIEFENHÖVEL, Wulf: Vom Instinkt zur Kultur: Zur Evolution geistiger Fähigkeiten Beispiele aus traditionellen Kulturen Melanesiens	83
<i>Diskussion III</i>	109
	*
KIRSCH, Rainer: Die Zwei Götter im Ochsen	114
	*

Von der biologischen zur kulturellen Evolution

PROPPING, Peter, RAFF, Ruth, und GOLLA, Astrid: Humane Reproduktionsbiologie: Eingriff in die natürliche Evolution des Menschen?	119
<i>Diskussion IV</i>	134
*	
PIETRASS, Richard: Gorilla	141
*	
WEIGEL, Sigrid: Evolution der Kultur oder Kulturgeschichte der Evolutionstheorie – Epistemische Probleme am Schnittpunkt der zwei Kulturen	143
<i>Diskussion V</i>	162

Ethische Dimensionen

TANNER, Klaus: Zwischen »Heuristik der Furcht« und Hoffnung auf Veränderung	171
<i>Diskussion VI</i>	183
*	
KIRSCH, Rainer: Protokollnotiz	187

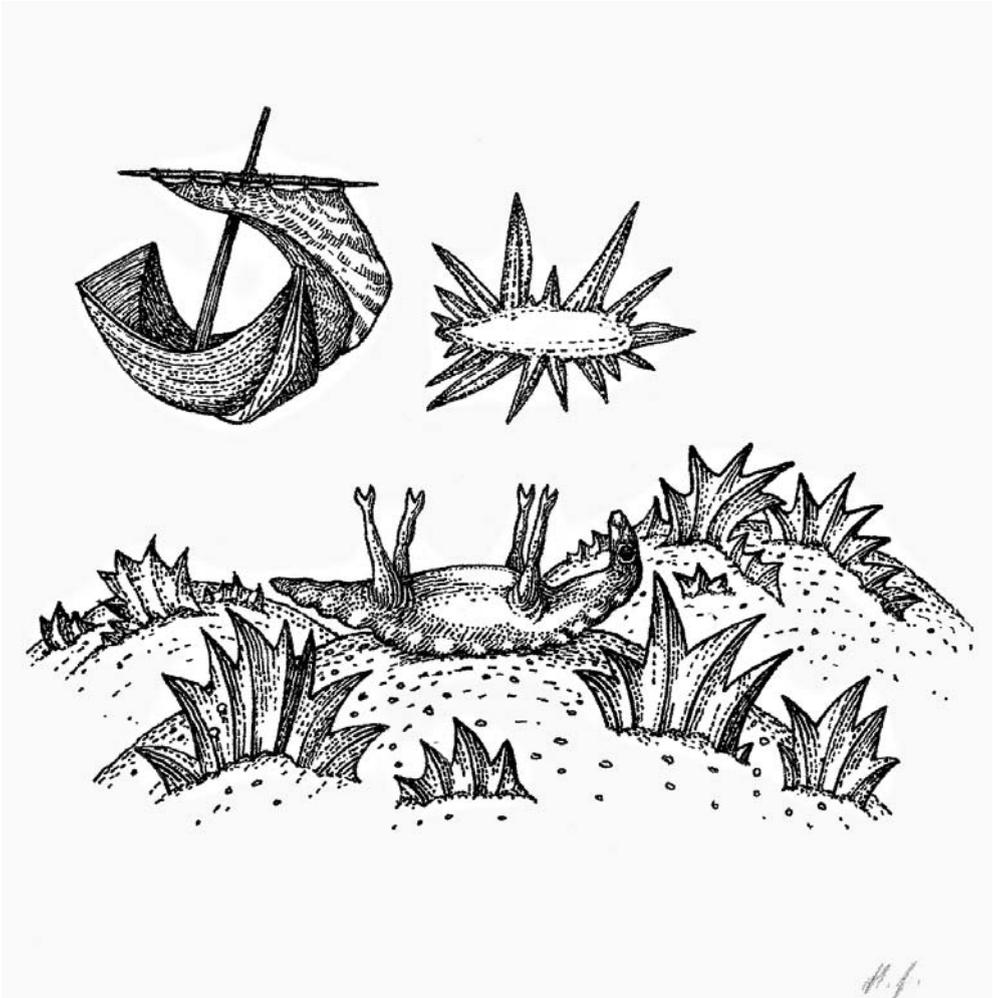
Rundtischgespräch

unter Beteiligung von Rudolf PRINZ ZUR LIPPE (Moderation), Joochen LAABS, Peter PROPPING, Jens REICH und Peter SYLVESTER	189
*	
KIRSCH, Rainer: Petrarca auf dem Weg ins Exil	206
*	
Lesung I (HEIN, Christoph, und KIRSCH, Rainer)	207
*	
KIRSCH, Rainer: Petrarca lobt sein Mönchshabit	209
KIRSCH, Rainer: Petrarca hat Malven im Garten, und beschweigt die Welträtsel	211
*	
Lesung II (JENDRYSCHIK, Manfred, PIETRASS, Richard, und ROSENLÖCHER, Thomas)	213
*	
PIETRASS, Richard: Morgendliche Rede	216
*	
WOBUS, Ulrich: Einführung zur Kunstausstellung	217

Anhang

Vortragende, Künstler und Beteiligte an den Diskussionen	233
Personenregister	235
Sachregister	239

Begrüßung und Einführung



Hal Jos »Freudiger Anfang«, ca. 1960; Federzeichnung auf Büttchen, 22 cm × 22 cm; Nr. 1 von 10 aus »Die kristallene Insel«.

Begrüßung

Ulrich WOBUS (Gatersleben)

Liebe Gäste und Freunde, meine Damen und Herren,

herzlich willkommen zur 10. Gaterslebener Begegnung. Es ist uns, den Organisatoren, eine große Freude und Genugtuung, wiederum so viele interessierte Teilnehmer begrüßen zu können. Unsere Gäste kommen aus einem weiten Spektrum von wissenschaftlichen Disziplinen und gesellschaftlichen Bereichen, natürlich aus der Wissenschaft, aber auch aus Kunst, Literatur, Politik und Bildung. Es wäre mir eine besondere Freude gewesen, Herrn Ernst-Ludwig WINNACKER, Präsident der Deutschen Forschungsgemeinschaft, bei uns zu begrüßen. Leider mußte er seine feste Zusage kurzfristig zurückziehen, um einen Termin in Brüssel wahrzunehmen. Auch Staatssekretär Wolfgang BÖHM vom Kultusministerium Sachsen-Anhalt stand mit einem Grußwort in unserem Programm. Er muß heute unseren Ministerpräsidenten, Herrn BÖHMER, vertreten und hat deshalb leider abgesagt. Herr BÖHM hat das besonders bedauert, da er unser mit den Gaterslebener Begegnungen verfolgtes Anliegen sehr unterstützt und diese auch vom Kultusminister Herrn Jan-Hendrik OLBERTZ getragene Unterstützung gern hier persönlich betont hätte. So darf ich dafür an dieser Stelle zwei Vertreter der vorherigen Landesregierung herzlich begrüßen, Kultusminister a. D. Gerd HARMS und Staatssekretär a. D. Wolfgang EICHLER.

Eine immer wieder von den verschiedensten Seiten betonte Besonderheit der Gaterslebener Begegnungen ist die Einbeziehung und damit der Gedankenaustausch mit Schriftstellern und Künstlern. Sie, die Schriftsteller und Künstler, die Sie auf dieser 10. Begegnung prominent vertreten sind, begrüße ich ganz besonders. Bereits am gestrigen Abend haben wir eine Ausstellung eröffnet, unabdingbarer Bestandteil jeder Gaterslebener Begegnung, und ich empfehle auch heute allen Gästen sehr, die Programmpausen nicht nur dem leiblichen Wohl und dem Gespräch zu widmen, sondern auch ihren optischen Sinnen und nachgeschalteten Gehirnstrukturen Gutes zu tun. Sie finden die Bilder von drei Künstlern hier in den Vor-, Seiten- und oberen Räumen des Hörsaalgebäudes und verschiedene plastische Metallarbeiten in der Pergola, die zum Gebäude Genetik führt, sowie auf dem vorgelagerten Rasen. Das Genetik-Gebäude selbst wird derzeit einer umfassenden Rekonstruktion unterzogen und ist deshalb nur bedingt zugänglich. Auch an anderen Stellen des Institutsgeländes werden Sie untrüglige Zeichen von Bauaktivitäten entdecken, die den ansonsten stets gut gepflegten Gesamteindruck der Anlage ein wenig beeinträchtigen, aber Bauaktivitäten waren und sind noch immer ein gutes Zeichen und zudem vorübergehender Natur.

Natürlich begrüße ich auch unsere wissenschaftlichen Referenten sehr herzlich. Ihre Beiträge versprechen vielfachen Erkenntnisgewinn und mannigfache Anregungen, die wir gemeinsam in den Diskussionen und dem Rundtischgespräch dann vertiefen und erweitern wollen.

Meine Damen und Herren,

selbst relativ kleine Tagungen verlangen umfangreiche und umsichtige Vorbereitungen. Sie standen wieder unter der bewährten und sachkundigen Leitung von Frau MÜHLENBERG. Eine ganze Reihe von Mitarbeiterinnen und Mitarbeitern der Verwaltung unter Leitung von Herrn EISE haben sich sehr um das Umfeld gekümmert, vom gepflegten Rasen bis zur Finanzverwaltung – auch Ihnen sei herzlich gedankt. Herr Hellmuth FROMME, bereits im Ruhestand, aber dem Institut und seiner Arbeit weiter eng verbunden, hat, wie in den neun vorangegangenen Begegnungen, besonders die Künstler bei der Präsentation ihrer Werke unterstützt. Auch allen anderen Helfern, sowie Mitgliedern der Gesellschaft zur Förderung der Kultur in Gatersleben, die uns bei der Kunstausstellung unterstützt haben, gilt bereits jetzt unser Dank. Doch alle Mühe wäre ohne zusätzliche Finanzmittel vergeblich, denn das Institut selbst kann aufgrund seiner klar auf wissenschaftliche Fragestellungen begrenzten Widmungsaufgabe nur Aktivitäten fördern, die etwas mit Pflanzengenetik und Kulturpflanzenforschung zu tun haben. Sponsoren waren also dringend gefragt. Allerdings fällt in wirtschaftlich schwierigen Zeiten auch den Sponsoren das Sponsern schwerer. Wir sind deshalb um so dankbarer für erhebliche Zuwendungen, ohne die diese Gaterslebener Begegnung nicht durchführbar gewesen wäre.

Unser Dank gilt den aufgelisteten Firmen (siehe S. 2), mit denen das Institut eine gute Zusammenarbeit pflegt und die uns aus diesem Grunde wie bereits in der Vergangenheit unterstützt haben, auch wenn das Tagungsthema nicht ihre unmittelbaren wirtschaftlichen Interessen spiegelt. Um so mehr zählt ihr Beitrag.

An vorderster Stelle danken wir jedoch der noch ganz jungen Sparkassenstiftung Aschersleben-Staßfurt, deren großer Beitrag vornehmlich die Teilnahme unserer Schriftsteller und Künstler ermöglicht hat. Wir freuen uns sehr, daß Frau Heike BREHMER als neugewählte Landrätin und damit auch leitend in der Sparkassenstiftung tätig, heute zu uns gekommen ist, um uns einen symbolischen Scheck über 6 000,- Euro zu überreichen.

Damit möchte ich zum Ende meiner Gruß- und Dankworte kommen und das Wort an den Past-Präsidenten der Leopoldina, Herrn Benno PARTHIER, übergeben. Herr PARTHIER wird in seiner kurzen Begrüßung schon ein wenig auf den Inhalt unserer Begegnung Bezug nehmen, bevor meine Frau direkt in die Tagungsthematik einführt, nicht ohne einen kleinen Rückblick auf zehn Gaterslebener Begegnungen während vergangener 18 Jahre.

Prof. Dr. Ulrich WOBUS
Institut für Pflanzengenetik und
Kulturpflanzenforschung (IPK)
Corrensstraße 3
06466 Gatersleben
Bundesrepublik Deutschland
Tel.: +49 39482 5220
Fax: +49 39482 5500
E-Mail: wobusu@ipk-gatersleben.de

Begrüßung durch die Leopoldina

Benno PARTHIER (Halle/Saale)

Herzlich begrüße ich Sie, meine Damen und Herren, verehrte Gäste und Kollegen, in Vertretung der mitveranstaltenden Institution, der Leopoldina in Halle. Im Namen des Präsidiums und besonders dem des neuen Präsidenten, Volker TER MEULEN, heiße ich Sie willkommen. Herr TER MEULEN bedauert, selbst nicht hier sein zu können, und gab mir auf den Weg, ich möge ihn recht gut vertreten, was ich selbstverständlich versuchen werde.

Der rote Faden in der wieder so angenehm wie perfekt organisierten Veranstaltung, den Herr WOBUS gerade eingefädelt hat, ist durch das Wort »Evolution« im Titel des Programms vorgegeben. Ich möchte ihn zu Beginn dieser zehnten und in dieser Art wohl letzten Gaterslebener Begegnung ein Stück weiterverfolgen oder genauer: aus leopoldinischer Sicht wissenschaftshistorisch zurückspulen. Denn vor 30 Jahren, im Herbst 1973, hieß das Generalthema der Jahresversammlung der Leopoldina schlicht »Evolution«. Es war quasi als Abschiedsgeschenk dem damaligen Präsidenten Kurt MOTHES gewidmet, wie im gedruckten Versammlungsband eingangs zu lesen ist: »Das Thema dieser letzten Jahresversammlung, die in seiner Amtszeit stattfand, ist von ihm vorgeschlagen, inspiriert und mit seiner Tatkraft zur schönen Entfaltung gebracht worden.«

Doch weder in seiner Präsidentenansprache ging Kurt MOTHES auf das Thema selbst ein – etwas unerwartet – noch der begrüßende Vizepräsident Horst SACKMANN. Dafür besetzte der gewichtige Herr Minister für das Hoch- und Fachschulwesen das große, mit Entwicklung zu umschreibende Feld und langweilte – wie erwartet – das Auditorium mit nichtssagenden staatlichen Parolen, in denen die politische Entwicklung der DDR als weltbewegendes Ergebnis der Friedenspolitik der Regierung einer DDR gepriesen wurde, die nach dem Durchbruch zur weltweiten internationalen diplomatischen Anerkennung als souveräner Staat gefeiert wurde. Natürlich habe die Wissenschaft, so der Minister, und sogar die Leopoldina-Akademie einen Anteil beigetragen, aber eben doch nur deshalb, weil die sozialistische DDR den Nährboden dafür darstellte.

Um so mehr Aufmerksamkeit verdienten die einzelnen Fachvorträge im wissenschaftlichen Tagungsprogramm, die allerdings bis auf wenige Ausnahmen nicht aus dem DDR-Substrat stammten, sondern von Wissenschaftlern aus dem, wie der Minister definierte, »revanchistischen Westen« gehalten wurden. Im Festvortrag sprach Walther GERLACH zur »Evolution des Denkens über die Natur«, vor allem zur Evolution in der unbelebten und belebten Natur, aber leider nicht über die Evolution des Denkens. Wie wenig wußte man 1973 noch über die Mechanismen im zentralen Nervensystem und des Verhaltens, also den Grundlagen einer kulturellen Evolution!

Den damaligen Erkenntnisstand erfuhr man aus den inhaltlich und rhetorisch glänzenden Vorträgen von Ernst MAYR »Wieweit sind die Grundprobleme der Evolution gelöst?« und vom frisch dekorierten Nobelpreisträger Konrad LORENZ »Evolution des Verhaltens«. Leider fehlt

mir die Zeit, darauf einzugehen, aber ein Wiederlesen dieser Vorträge kann ich nur empfehlen.

In den seit dieser Zeit vergangenen 30 Jahren hat eine neue Forschergeneration zur biologischen Evolution so viele neue Gesichtspunkte erbracht, daß wieder Vorschläge auf unserem Tisch liegen, die Evolution zum Thema der nächsten Jahresversammlung der Leopoldina zu wählen.¹ Besonders Genetik, Zellbiologie und die Verhaltensforschung haben unsere Kenntnisse so atemberaubend erweitert, daß eine Rück- und Überschau sinnvoll erscheint. Das Thema dieser heutigen Gaterslebener Begegnung wäre jedenfalls ein passabler Auftakt dafür.

Die moderne Evolutionsforschung nutzt und benötigt zur Argumentation die Supplementierung durch die Molekularbiologie und Genetik, obgleich DARWINs grundlegende Erkenntnisse ohne jedes molekulare Verständnis zustande kamen und sich dennoch als richtig erwiesen. Die rezente Molekularbiologie hat DARWIN fast ausnahmslos bestätigt, mit anderen Methoden als den morphologischen und deskriptiven der Darwinisten. Das sei nur ein kleiner Hinweis darauf, daß die Molekularbiologie für die Biowissenschaften nicht alles ist, aber die Biowissenschaften wären ohne Molekularbiologie nur der Überrock unserer Erkenntnisstaffage.

Wenn wir die kulturelle bzw. geisteswissenschaftliche Ebene betrachten, und uns auf das Zentrale Nervensystem konzentrieren, wird uns die Molekularbiologie nur bedingt weiterhelfen. Bedingt deshalb, weil die sich zeitlich verändernden subzellulären und molekularen Vernetzungssysteme noch weitgehend unerforscht sind. Wir denken noch immer erfolgreich in Strukturen, die so, wie wir sie darzustellen vermögen, in der nanobiologischen Realität nicht existieren.

Evolution der Kultur ist an den Menschen bzw. an die Primaten gekoppelt, an die Hirnstrukturen und -funktionen. Nach Hans MOHR (den wir diesmal hier vermissen) ist in den Grundverschaltungen der Gehirne das Wissen der Welt repräsentiert, das im Laufe der biologischen Evolution in den Genen gespeichert wurde und sich durch fortwährenden Dialog zwischen Erbgut und Umwelt in angeborenen kognitiven Verhaltensmustern ausdrückt, u. a. in intellektuellem Verhalten, in sprachlicher und moralischer Kompetenz. Die primären Muster unseres Verhaltens widerspiegeln sich in der »genetischen Software«, also in einer Feinstruktur, in der die Leistungen des Gehirns vorgeprägt und ausgeprägt werden.

Nun höre ich auf zu plaudern im Rahmen einer Begrüßung, die ein paar Appetitshäppchen enthalten darf – in Abwandlung einer Darreichung von Brot und Salz. Ich freue mich mit Ihnen auf die folgenden Stunden wissenschaftlicher und literarischer Leckerbissen, und ich tue dies mit einem neugierigen Dank im voraus an alle, die aktiv mitwirken werden und wollen.

Prof. Dr. Dr. h. c. Benno PARTHIER
Altpräsident
Deutsche Akademie der Naturforscher
Leopoldina
Emil-Abderhalden-Straße 37
06108 Halle (Saale)
Bundesrepublik Deutschland
Tel.: +49 345 4723918
Fax: +49 345 4723919
E-Mail: parthier@leopoldina-halle.de

¹ Evolution und Menschwerdung (Halle, Oktober 2005).

Einführung

Anna M. WOBUS (Gatersleben)

Liebe Freunde der Gaterslebener Begegnung,
verehrte Gäste,
meine sehr geehrten Damen und Herren,

als wir 1986 die erste Gaterslebener Begegnung veranstalteten, war nicht im entferntesten zu erahnen, daß wir im Jahre 2003 unter so völlig anderen Bedingungen zur 10. Veranstaltung zusammen kommen würden, um mit Natur- und Geisteswissenschaftlern, Schriftstellern und Künstlern, Politikern und Publizisten im nunmehr vereinten Deutschland Fragen der modernen Biologie und ihrer gesellschaftlichen und ethischen Implikationen zu diskutieren.

Es hat uns als Veranstalter immer gefreut, daß die Gaterslebener Begegnungen die »Wende« überlebt haben, und daß wir nach 1990 von Kollegen der alten Bundesländer ermutigt wurden, diese Reihe weiterzuführen. In den Gaterslebener Begegnungen der letzten Jahre hatten wir uns Themen gestellt, die wichtige Fragen der biologischen Wissenschaften in ihren Grundlagen und gesellschaftlichen Auswirkungen reflektierten, so zum »Stellenwert von Wissenschaft und Forschung – Handeln im Spannungsfeld von Chancen und Risiken« (1995), zum »Problem der Komplexität auf organismischer und soziokultureller Ebene« (1997), zur »Verfügbarkeit des Lebendigen« (1999) oder zu »Freiheit und Programm in Natur und Gesellschaft« (2001). Nun sind wir bei Nummer 10 der Reihe angelangt, und haben uns, so denke ich, wieder ein interessantes Thema gewählt, das im weitesten Sinne »biologische und kulturelle Evolution« reflektieren wird. Hinsichtlich der biologischen Evolution behandeln wir damit nicht nur ein wesentliches Forschungsthema unseres Instituts, sondern stehen auch in der Tradition der Akademie der Naturforscher Leopoldina, unserem Mitorganisator, die, wie Sie gerade von Herrn PARTHIER hörten, sich diesem Thema ebenso verpflichtet fühlt.

Doch ehe ich auf unsere diesjährige Tagung zu sprechen komme, erlauben Sie mir eine kurze Rückschau.

Als ein kleiner Kreis von Gleichgesinnten des damaligen Gaterslebener Instituts 1986 die erste Veranstaltung plante, stand diese in einer guten Tradition, die u. a. mit dem Namen des Institutsgründers Hans STUBBE, danach mit Helmut BÖHME und Martin ZACHARIAS verbunden war. Schriftstellerlesungen, Kunstausstellungen sowie Filmvorführungen und Gespräche mit den Autoren, bildenden Künstlern und Filmemachern bildeten damals einen festen Bestandteil unserer Institutskultur. Diese Veranstaltungen fanden fernab des offiziellen Kulturbetriebs statt und waren vielleicht deshalb besonders intensiv.

Die erste Gaterslebener Begegnung war eine Fortführung dieser Tradition und eine Reaktion auf die damalige zwischen Schriftstellern und Natur- und Geisteswissenschaftlern in der Zeitschrift »Sinn und Form« kontrovers geführte Diskussion zu Entwicklungen der neuen

Biologie und um die Verantwortung von Genetikern und Molekularbiologen in der Gesellschaft (GEISSLER 1984, 1986).

Grundlage der Begegnungen seit ihrem Beginn war immer das Gespräch, die – so hoffen wir – gleichberechtigte Begegnung von Natur- und Geisteswissenschaftlern mit Schriftstellern, Künstlern und interessierten Laien, seit 1990 auch mit Politikern und Publizisten, über komplexe Fragestellungen, die sich aus den Anwendungen der biologischen Wissenschaften ergeben.

In der Rückschau – und nicht erst in der Vorbereitung auf die diesjährige Tagung – habe ich mir die Frage gestellt, ob die interdisziplinären Gaterslebener Begegnungen tatsächlich etwas bewirkt haben. Haben wir Naturwissenschaftler es wirklich verstanden, unser Wissenschaftsgebiet interessierten Laien verständlich zu machen? Konnten wir Kritiker von unseren Forschungszielen überzeugen? Und andererseits: Haben *wir* ernsthaft zugehört, wenn unsere Gäste kritische Fragen stellten, haben wir ihre Fragen und Ängste wirklich aufgenommen? Können Nicht-Wissenschaftler akzeptieren, daß Freiheit der Wissenschaft ein so hohes Gut ist, daß es in einer demokratischen Gesellschaft gegen alle Widerstände bewahrt werden muß? Und wie gehen wir mit der Erkenntnis um, daß wissenschaftliche Ergebnisse zunächst wertfrei sind, daß ihre Anwendung jedoch unter Umständen von der Gesellschaft reguliert werden muß?

Seit der ersten Gaterslebener Begegnung stellen Schriftsteller zu Beginn jeder Veranstaltung die »Anfragen an Wissenschaftler«.

Bereits 1986 formulierte der Schriftsteller Manfred WOLTER sehr konkret sein Unbehagen an den modernen Methoden der Humangenetik, insbesondere der pränatalen Diagnostik, weil er befürchtete, daß die immer weitere Verbreitung dieser Techniken unser Bild vom Menschen als auch die Gesellschaft langfristig verändern würde.

Joochen LAABS fragte 1997 in seiner Rede »Hallo Dolly«: »Ich stecke in einem Dilemma, mir ein Urteil bilden zu wollen und unfähig dazu zu sein. Was kann ich mehr tun, als mich auf andere verlassen, kompetentere?« (LAABS 1997).

Und der Lyriker Richard PIETRASS formulierte angesichts der Möglichkeiten von reproduktivem und »therapeutischem« Klonen vor zwei Jahren seine Ohnmacht, denn es würde »nicht an Wissenschaftlern mangeln, deren Ehrgeiz und Ruhmsucht größer ist als ihr Verantwortungsgefühl« (PIETRASS 2001), man denke an ANTINORI, ZAVOS, BOISSELIER etc.

Das heißt, im Verlauf der vergangenen 18 Jahre sind die Fragen, Warnungen, die Angst vor Gefahren im Zusammenhang mit Anwendungen der modernen Biotechnologie und Reproduktionsmedizin (einschließlich Stammzellforschung und therapeutischem Klonen), unverändert geblieben, bzw. haben eher noch zugenommen.

Ein »bedrückendes Gefühl« im Zusammenhang mit »der heutigen Naturwissenschaft« formulierte auch Helga SCHÜTZ, Potsdamer Schriftstellerin und Dramaturgin in einem ihrer letzten Bücher, und sie setzt eine wichtige Begründung hinzu, »weil sie in letzter Sekunde etwas sehr Wesentliches zu verschweigen scheint« (SCHÜTZ 2002).

Woher kommt dieses Unbehagen? Die Gründe sind sicher vielschichtig, doch der Philosoph Carl-Friedrich GETHMANN hat eine wesentliche Ursache deutlich benannt: Es ist die *Glaubwürdigkeitskrise* im Umgang der Gesellschaft mit den Wissenschaften, aber auch innerhalb der Wissenschaften selbst. Es sei *erstens* die zunehmende Unfähigkeit der nicht-wissenschaftlichen Öffentlichkeit, die Erzeugung wissenschaftlicher Ergebnisse nachzuvollziehen, *zweitens* eine weitgehende Entsymbolisierung der Wissenschaft, die im Wissenschaftsbetrieb zu einem Verlust an standesethischem Bewußtsein geführt hat, und *drittens* ein steigender

Wettbewerbsdruck als Folge einer zunehmenden Ökonomisierung, d. h. eine unkritische Übertragung ökonomischer Kategorien auf die Wissenschaft, angeführt (GETHMANN 2000).

Aus diesen Betrachtungen heraus ergeben sich für Wissenschaftler konkrete Handlungsmaximen: die verantwortungsvolle, der Wahrheit verpflichtete Information über wissenschaftliche Ergebnisse und ihre Folgen, und die interdisziplinäre und gesellschaftliche Diskussion über Ziele der Forschung und die Orientierung an Werten, die man als *wesentlich* betrachtet und *gemeinsam* zu tragen bereit ist.

»Ethik in den Naturwissenschaften« lebt aus meiner Sicht vor allem von dieser kontinuierlichen Auseinandersetzung, die wohl am besten als »Diskursethik« charakterisiert ist. In den vergangenen Gaterslebener Begegnungen haben vor allem Wolfgang VAN DEN DAELE, Konrad OTT und Wolfgang BENDER die Diskursethik in ihren Beiträgen thematisiert.

Ein solcher Diskurs setzt voraus, daß die kritischen Fragen in der Öffentlichkeit, aber auch unter Wissenschaftlern selbst diskutiert werden, daß die Standpunkte und Argumente von Kritikern und Befürwortern offen und zunächst wertfrei ausgetauscht werden.

Der Diskurs setzt darüber hinaus Vertrauen voraus, Vertrauen in die Integrität der Wissenschaftler und ihre an der Wahrheit orientierte Berichterstattung, aber ebenso die Anerkennung der Teilhaberschaft einer pluralistischen Gesellschaft an der Entscheidungsfindung.

Die Glaubwürdigkeitskrise hat meines Erachtens jedoch noch weitere Ursachen. Wissenschaftliche Ergebnisse werden heute in größerem Umfang als früher in die Öffentlichkeit getragen und in den Medien diskutiert. Dies ist zu begrüßen, wenn es der sachlichen Information und kritischen Auseinandersetzung dient. Wenn es dagegen in verfälschter und sensationsheischender Weise erfolgt, wird es zu Fehlinformation und Desorientierung führen. Ich kann an dieser Stelle als Naturwissenschaftler nur an Journalisten und Publizisten appellieren und darauf verweisen, daß es auch eine »Ethik für Journalisten« gibt.

Es bleibt zu hoffen, daß die Auseinandersetzung um ethische Maßstäbe in der naturwissenschaftlichen Forschung, einschließlich der wissenschaftlichen Berichterstattung in den Medien, nicht nur die Forschung selbst, sondern auch die Gesellschaft *in dem Maße* voranbringen wird, wie es gelingt, die Glaubwürdigkeitskrise, in die die Wissenschaft sowohl selbstverschuldet als auch unverschuldet geraten ist, aufzuheben.

Jürgen MITTELSTRASS hat in den Beziehungen zwischen Wissenschaft und Ethik auf zwei neue Aspekte hingewiesen: Anforderungen an die Forschung, die eine ethische Evaluierung und möglicherweise Regulierung erfordert, und Konsequenzen für die Ethik selbst. Das heißt, ethische Gesichtspunkte werden sich einerseits auf die weitere Forschung auswirken, andererseits wird die Forschung selbst ethische Normen in Frage stellen (MITTELSTRASS 2002).

Meine Damen und Herren,

in früheren Zeiten war *Natur* das, was nicht vom Menschen gemacht ist, etwas, das unabhängig vom Menschen und ohne sein Zutun da ist. Wir wissen, daß diese Definition von Natur bereits seit langem nicht mehr zutrifft, denn im Verlauf der Evolution hat der Mensch immer auch in diese Evolution eingegriffen.

Es stellt sich heute die Frage, ob durch Anwendungen der neuen Methoden der Molekular- und Zellbiologie auf humane Reproduktionstechniken darüber hinaus die Stellung des Menschen im natürlichen System der Arten in einer qualitativ neuen Weise beeinflusst wird, da sie den Menschen erstmals in die Lage versetzen könnte, seine eigene Position in der (bio-

logischen) Natur zu verändern. Jürgen HABERMAS sieht in dieser Entwicklung das Selbstverständnis unserer Gattung berührt (HABERMAS 2001). Das heißt, besteht die Gefahr, daß zukünftige Entwicklungen ausgelöst werden, die nicht nur das Individuum selbst betreffen, sondern auch unsere Spezies, die *Gattung Mensch* nachhaltig verändern?

Ich behaupte, und Peter PROPPING wird dazu morgen Genaueres sagen, daß man dies aus evolutionsbiologischer Sicht verneinen kann. Die Techniken der Reproduktionsmedizin, wie *In-vitro*-Fertilisation, pränatale Diagnose oder Präimplantationsdiagnostik (PID), werden immer nur in einem sehr kleinen Teil der menschlichen Population zum Tragen kommen, sie werden die natürliche Fortpflanzung nie ersetzen und den Gen-Pool nicht irreversibel verändern.

Was sich aber tatsächlich und stetig ändern wird – davon bin ich seit der Klonkonferenz der letzten Woche¹ überzeugt – ist unsere Sicht auf die Dinge, die immer mehr eine teilweise Instrumentalisierung menschlichen Lebens ins Kalkül zieht. Das heißt, nicht die biologische Evolution des Menschen ist in Gefahr, sondern unser *Bild vom Menschen*.

Unser menschliches Selbstverständnis von Einzigartigkeit und Selbstbestimmung beruht darauf, daß jeder Mensch in seinen genetischen Anlagen zufällig entstanden ist. Deshalb hat aus meiner Sicht die Schaffung des Klonschafs »Dolly« vor 6 Jahren, mit der das von Karl Ernst VON BAER formulierte Naturgesetz außer Kraft gesetzt wurde – nämlich, daß jede embryonale Entwicklung mit einer zunehmenden Spezialisierung verbunden und unumkehrbar ist – einen Paradigmenwechsel herbeigeführt und markiert eine entscheidende Zäsur.

Auch die ganz aktuellen Befunde der Stammzellforschung, der Nachweis, daß sich aus einer embryonalen Stammzelle in Kultur nicht nur Körperzellen, sondern auch Keimzellen bilden können, könnten früher oder später zu einer weiteren Instrumentalisierung menschlichen Lebens führen. Denn sollten sich die Ergebnisse aus dem Labor von Hans SCHÖLER (HÜBNER et al. 2003) auf humane Stammzellen übertragen lassen (und kaum ein Stammzellwissenschaftler zweifelt daran), wäre es in Zukunft denkbar, *allein* in der Petrischale durch die Verschmelzung der aus embryonalen Stammzellen *in vitro* gebildeten Ei- und Samenzellen einen menschlichen Embryo herzustellen, der von *einem* »Elternteil«, der Stammzell-Linie, abstammt. Hätte dieses Gebilde Menschenwürde, die ihm nach unserem Embryonenschutzgesetz zukäme? Oder müssen wir das Gesetz ändern, die Definitionen verändern oder die Forschung verbieten, die international sicher stattfinden wird? Ich habe hierzu keine einfache Antwort.

Aber vielleicht müßte ich Manfred WOLTER heute – wenn er noch unter uns wäre – antworten, daß sich seine Befürchtung, daß die biomedizinische Forschung unser Menschenbild stetig verändern wird, tatsächlich bewahrheitet hat.

Meine Damen und Herren,

lassen Sie mich nach diesen allgemeineren Vorbemerkungen nun zu unserer diesjährigen 10. Gaterslebener Begegnung kommen. Unser Thema »Bewahren und Verändern im Kontext biologischer und kultureller Evolution« faßt in gewisser Weise die Diskussionen der früheren Tagungen zusammen und formuliert deutlich unser Anliegen. Wir als Naturwissenschaftler und Biologen fühlen uns beidem verpflichtet, der Bewahrung der Schöpfung – der in der Evolution entstandenen biologischen Vielfalt – aber auch dem Anspruch, dieses Potential verantwortungsvoll zum Wohle des Menschen einzusetzen und zu gestalten.

1 International Meeting »Therapeutic Cloning and ES Cell Technology. Cloning in Biomedical Research and Reproduction«, Berlin (May 14–16, 2003).

Wie bereits erwähnt, steht seit der ersten Gaterslebener Begegnung die Anfrage eines Schriftstellers an uns Wissenschaftler am Beginn der Veranstaltung. Wir haben diese Anfragen nie verstanden als »Absegnen« unseres »Dranges nach Erforschung, Therapieren und Vermarktung« (PIETRASS 2001), sondern diese Anfragen sollten uns Wissenschaftler sensibel machen für Ihre Fragen und in ein möglichst konstruktives Gespräch einführen.

Wir sind glücklich, daß Helga SCHÜTZ in diesem Jahr diese Aufgabe übernehmen wird. Helga SCHÜTZ, den Mitarbeitern des Instituts aus früheren Jahren bekannt, ist Potsdamer Autorin und Dramaturgin, und sie ist eine begeisterte Pflanzenfreundin. Aus ihrem schönen Buch über ihren Garten (mit Ausflügen in die Linnésche Systematik und Betrachtung moderner Pflanzenforschung) habe ich oben zitiert. Wir sind gespannt auf ihre Ausführungen.

Der darauffolgende Eröffnungsvortrag von Bert HÖLLDOBLER aus Würzburg wird ein Grundthema unserer Tagung behandeln, die Frage, wie in der Folge von Evolutionsprozessen sich nicht nur eine biologische Vielfalt entwickeln konnte, sondern daraus soziale Zusammenhänge entstanden sind.² Bert HÖLLDOBLER hat in jahrzehntelangen Studien die Biologie und Soziologie von Ameisenpopulationen untersucht und daraus auf die Evolution sozialer Systeme insgesamt schließen können.

Danach wird uns Konrad BACHMANN, Taxonom und Evolutionsbiologe aus dem Gaterslebener Institut, in die biologischen Grundlagen der Evolution einführen. Wir werden hören, wie die Erkenntnisse der Molekularbiologie seit den 50er Jahren eine neue Blickrichtung auf Grundprobleme der Evolution geöffnet haben. Wir werden erfahren, wie immer komplexere Mechanismen zur Erhaltung der genetischen Information die Evolution zu einem Prozeß werden lassen, der zunehmend schneller abläuft und schließlich beim Menschen eine neue Qualität angenommen hat.

Nicht nur höhere Pflanzen und Tiere unterlagen im Verlauf der Jahrtausende und bis heute stetigen evolutionären Veränderungen, sondern auch Mikroorganismen sind in diese Prozesse eingeschlossen. Die Verbreitung der Immunschwächekrankheit (HIV), die Ausbrüche schwerwiegender Infektionskrankheiten, wie derzeit die Lungenkrankheit SARS, lassen die Brisanz der Problematik für die menschliche Population im Zeitalter der Globalisierung nur erahnen. Jörg HACKER, Mikrobiologe aus Würzburg, wird uns kundig in diese ganz aktuelle Thematik einführen.

Durch den Ethnomediziner und Humanethologen Wulf SCHIEFENHÖVEL, der am Max-Planck-Institut in Andechs arbeitet und an der Universität Innsbruck lehrt, werden wir heute Nachmittag über evolutionsbiologische Grundlagen der Humanethologie hören. Wulf SCHIEFENHÖVEL hat in Papua Neuguinea und West Neuguinea seit 1965 in langjährigen Felduntersuchungen über biopsychologische Grundlagen des menschlichen Verhaltens gearbeitet. Wir dürfen auf seine Ausführungen zur Evolution sozialer Verhaltensweisen gespannt sein.

Die morgige Vormittagsitzung wird – ausgehend von der biologischen Evolution – der Thematik der kulturellen Evolution gewidmet sein. Zunächst stellt Peter PROPPING, Humangenetiker aus Bonn, moderne Methoden der humangenetischen Prävention und der Reproduktionsmedizin vor. Peter PROPPING beschäftigt sich u. a. mit der Analyse von neurologischen Erkrankungen und ihrer genetischen Grundlagen, ein Gebiet, das ganz besonders in der öffentlichen Diskussion steht und kontrovers wahrgenommen wird. Er wird in seinem Vortrag dann die Frage behandeln, ob und inwieweit die neuen reproduktionsbiologischen Verfahren bereits Eingriffe in die natürliche Evolution des Menschen darstellen.

2 Der Beitrag lag für die Veröffentlichung leider nicht vor.

Christophe BOESCH, Anthropologe und Verhaltensforscher am Max-Planck-Institut in Leipzig und Präsident der *Wild Schimpanzee Foundation*, wird danach Gemeinsamkeiten und Unterschiede der kulturellen Evolution zwischen Schimpansen und Mensch aufzeigen.³ Hier wird wohl Sprache, Tradition und Geschichte zu betrachten sein. Wir sind sehr gespannt auf diesen Vergleich.

Daß Evolutionskonzepte nicht nur biologischen Prozessen immanent sind, sondern auch Bestandteil der Kulturwissenschaft sind, werden wir morgen Vormittag von Frau Sigrid WEIGEL, Berlin, lernen. Frau WEIGEL hat sich aus sozialwissenschaftlicher Sicht mit den Schnittstellen zwischen Biologie und Kulturgeschichte befaßt und wird in dieses für uns neue Gebiet einführen.

Am Nachmittag wird Klaus TANNER, Theologe an der Universität Halle, die ethischen Dimensionen unseres Tagungsthemas in seinem Vortrag »Zwischen Heuristik der Furcht« und Hoffnung auf Veränderung« behandeln.

Ein *Rundtischgespräch* am Nachmittag des zweiten Tages, das sich dem Tagungsthema aus verschiedenen Sichten und Disziplinen nochmals annähert, ist fester Bestandteil der Gaterslebener Begegnungen. In diesem Jahr werden Naturwissenschaftler und je ein Sozialwissenschaftler, Künstler und Schriftsteller über das Verhältnis von Kunst und Wissenschaft im Kontext kultureller Evolution diskutieren, und ich bin sicher, daß wir hier nochmals die gesamte Fülle der Tagungsproblematik thematisieren werden.

Doch die Gaterslebener Begegnungen wären nicht das, was sie sind, ohne die Beteiligung der Schriftsteller und bildenden Künstler. Seit der ersten Begegnung im Jahre 1986 werden die Abendsitzungen mit Lesungen von Schriftstellern gestaltet. Wir freuen uns, daß wir heute Abend ein Trio begrüßen können, das sowohl uns *Gaterslebenern* und darüber hinaus auch *miteinander* bekannt ist. Richard PIETRASS und Manfred JENDRYSCHIK sind unserer Veranstaltung seit Jahren verbunden, und ich darf mich auch an dieser Stelle bei beiden für ihre unermüdliche Hilfe und Unterstützung bei der Organisation der Lesungen bedanken. Und wir freuen uns um so mehr, daß es uns in diesem Jahr auch gelungen ist, Thomas ROSENLOCHER aus Dresden für die Lesung zu gewinnen.

Den morgigen Abend werden Rainer KIRSCH und Christoph HEIN gestalten. Beide sind uns ebenfalls von früheren Lesungen bekannt. Wir erinnern uns noch mit einer ganz besonderen Empfindung an Christoph HEINS Lesung im Wendejahr 1990 und unsere anschließenden Gespräche.

Obwohl wir die Kunstaussstellung bereits gestern Abend mit einer Vorstellung der bildenden Künstler eröffnet haben, möchte ich trotzdem an dieser Stelle die ausstellenden Künstler nochmals herzlich begrüßen und willkommen heißen. Alle drei, Peter SYLVESTER, Fritz SCHADE und Olaf WEGEWITZ mit Künstlern des Röderhofs, haben bereits im Gaterslebener Institut ausgestellt, ihre Werke sind u. a. im Gebäude der Genetik und im Genomzentrum zu sehen. Jeder Einzelne hat sich mit der Thematik unserer diesjährigen Tagung, mit »Bewahren und Verändern« unserer natürlichen Lebensumwelt auseinandergesetzt.

Aber dann haben wir in diesem Jahr noch ein Novum: Erstmals nimmt ein Naturwissenschaftler mit einer Präsentation und der Ausstellung eigener Kunstwerke an der Gaterslebener Begegnung teil. Wir freuen uns sehr, daß Harald JOCKUSCH, Entwicklungsbiologie-Professor an der Universität Bielefeld, der seit vielen Jahren künstlerisch tätig ist, an unserer Tagung mitwirkt und bereits gestern Abend mitgewirkt hat.

3 Der Beitrag lag für die Veröffentlichung leider nicht vor.

Meine Damen und Herren,

wir Organisatoren freuen uns, daß wir die 10. Gaterslebener Begegnung durchführen können. Ein zehnjähriges Jubiläum ist immer auch ein Anlaß für eine Rückschau und eine Vorausschau in die Zukunft. Wir haben neun interessante Veranstaltungen erlebt, von denen wir selbst – und ich hoffe, alle, die im Laufe der Jahre daran teilgenommen haben – in vieler Hinsicht profitiert haben. Wir meinen, daß die zehnte Veranstaltung aber gleichzeitig auch eine Zäsur sein sollte, die Reihe in der bisherigen Form abzuschließen und mit einem neuen Konzept fortzuführen, das auch *junge* Wissenschaftler, Künstler und Autoren stärker in die Veranstaltung einbezieht. Wir hoffen, daß es uns gelingen wird, mit Gleichgesinnten dieses neue Konzept in den kommenden Jahren zu verwirklichen.

Am Schluß darf ich an dieser Stelle nochmals allen danken, die in diesem Jahr, aber auch in den vergangenen Jahren die Gaterslebener Begegnungen ideell, materiell und mit tatkräftiger Hilfe unterstützt haben. Ganz besonders wünsche ich uns allen eine interessante und fruchtbare Tagung.

Literatur

- BENDER, W.: Zukunftsorientierte Wissenschaft – Prospektive Ethik. In: WOBUS, A. M., WOBUS, U., und PARTHIER, B. (Eds.): Gaterslebener Begegnung 1995 »Stellenwert von Wissenschaft und Forschung in der modernen Gesellschaft – Handeln im Spannungsfeld von Chancen und Risiken«. Nova Acta Leopoldina N. F., Bd. 74, Nr. 297, 39–51 (1995)
- GEISSLER, E.: Bruder Frankenstein oder – Pflegefälle aus der Retorte. Sinn und Form 36, 1289–1319 (1984)
- GEISSLER, E.: Frankensteins Tod – Bemerkungen zu einer Diskussion. Sinn und Form 38, 158–177 (1986)
- GETHMANN, C. F.: Die Krise des Wissenschaftsethos. Wissenschaftsethische Überlegungen. In: *Max-Planck-Gesellschaft* (Ed.): Ethos der Forschung. Ringberg-Symposium Oktober 1999, S. 25–41. München 2000
- HABERMAS, J.: Die Zukunft der menschlichen Natur. Auf dem Weg zu einer liberalen Eugenik? Frankfurt am Main: Suhrkamp 2001
- HÜBNER, K., FUHRMANN, G., CHRISTENSON, L. K., KEHLER, J., REINBOLD, R., DELAFUENTE, R., WOOD, J., STRAUSS III, J. F., BOIANI, M., and SCHÖLER, H. R.: Derivation of oocytes from mouse embryonic stem cells. *Science* 300, 1251–1256 (2003)
- LAABS, J.: Hallo, Dolly! Fragen an Wissenschaftler. In: WOBUS, A. M., WOBUS, U., und PARTHIER, B. (Eds.): Gaterslebener Begegnung 1997 »Vom Einfachen zur Ganzheitlichkeit«. Nova Acta Leopoldina N. F., Bd. 77, Nr. 304, 15–20 (1997)
- MITTELSTRASS, J.: The impact of the new biology on ethics. *J. Mol. Biol.* 319, 901–905 (2002)
- OTT, K.: Ethik und Wahrscheinlichkeit: Zum Problem der Verantwortbarkeit von Risiken unter Bedingungen wissenschaftlicher Ungewißheit. In: WOBUS, A. M., WOBUS, U., und PARTHIER, B. (Eds.): Gaterslebener Begegnung 1997 »Vom Einfachen zur Ganzheitlichkeit«. Nova Acta Leopoldina N. F., Bd. 77, Nr. 304, 111–128 (1997)
- PIETRASS, R.: Dollys Wolle. In: WOBUS, A. M., WOBUS, U., und PARTHIER, B. (Eds.): Gaterslebener Begegnung 2001 »Freiheit und Programm in Natur und Gesellschaft«. Nova Acta Leopoldina N. F., Bd. 86, Nr. 324, 19–26 (2001)
- SCHÜTZ, H.: Dahlien im Sand. Mein märkischer Garten. Berlin: Aufbau-Verlag GmbH 2002

Prof. Dr. Anna M. WOBUS
 Institut für Pflanzengenetik und
 Kulturpflanzenforschung (IPK)
 Corrensstraße 3
 06466 Gatersleben
 Bundesrepublik Deutschland
 Tel.: +49 39482 5256
 Fax: +49 39482 5481
 E-Mail: wobusam@ipk-gatersleben.de



Hal Jos »Frühlingstanz«, ca. 1959/1999; Leinen, Spachtelgrund, Sand Harzölfarbe, Acrylfarbe auf Verbundholzplatte, 140 cm × 100 cm.

Anfragen an Wissenschaftler

Helga Schütz

Geboren in Falkenhain/Schlesien, siedelte 1944 nach Dresden. Im ersten Beruf erlernte sie Gärtnerin. Sie studierte an der Hochschule für Filmkunst in Potsdam-Babelsberg und wurde im zweiten Beruf Diplom-Dramaturgin. Seit 1962 ist sie freie Autorin, sie ist außerdem Professorin an der Hochschule für Film und Fernsehen und lebt in Potsdam. Helga SCHÜTZ erhielt zahlreiche Preise (1973 Heinrich-Mann-Preis, 1974 Fontane-Preis der Stadt Potsdam, 1991 Stadtschreiber-Literaturpreis des ZDF und der Stadt Mainz, 1992 Brandenburgischer Literaturpreis, 1998 Ehrengabe der Deutschen Schillerstiftung).

Veröffentlichungen (Auswahl): Vorgeschichte oder Schöne Gegend Probstein (1971), Festbeleuchtung (1974), Jette in Dresden (1977), Julia oder die Erziehung zum Chorgesang (1980), In Annas Namen (Roman, 1986), Vom Glanz der Elbe (Roman, 1995), Grenze zum gestrigen Tag (Roman, 2000), Dahlien im Sand (ein märkisches Gartenbuch, 2002).

Ozon, das schöne blaue Wort

Helga SCHÜTZ (Potsdam)

Wir meinten, seinen Geruch zu kennen. Wunderbar. Wie ein Korb frischer Wäsche, die in waldreicher Bergluft getrocknet worden war. So ein Geruch entfaltet sich, wenn wir als rachitische Kriegskinder Höhensonne verordnet bekommen hatten. Dafür gab es eine Einrichtung im Sachsenbad, eine Abteilung für medizinische Anwendungen.

Atme nur tief, sagte meine Mutter, das, was jetzt so gut riecht, das ist Ozon. So gesund riecht es sonst nur im Walde.

Ozon galt als ein Geschenk der Natur, als eine besonders wohltuende Form des Sauerstoffs. Eine Kostbarkeit, die aus drei Atomen bestehe, wie wir Schulkinder hörten, als der Sauerstoff im Chemieunterricht dran war. Ozon, das Wort komme aus dem Griechischen und heiße Geruch, eigentlich wohl Duft. Das Duftende.

Ein Herr SCHÖNBEIN hatte 1840 diese Sonderform des Sauerstoffs entdeckt. Den Leuten ging es damit gut.

Ozon war ein Versprechen.

Zu den Bedingungen schöneren Wohnens in großen Mietshäusern gehörte seit den zwanziger Jahren in Dresden zur gemeinsam genutzten Waschküche ein Bleichplan. Man mußte nicht mehr an die Elbwiesen gehen zum Wäschebleichen. Man mußte nicht einmal mehr an den Mond glauben, der laut Legende das Bleichen mit seiner Kraft und seinem Licht bisher besorgt hatte. In der *WEISST DU SCHON* Ecke der Sächsischen Zeitung waren die Leser aufgeklärt worden: Die bleichende Kraft sei dem Ozon zu danken. Der Aufklärer hatte seine Weisheit aus dem Meyer-Lexikon von 1896 übernommen. Unter anderem erklärte er, daß die feuchte, taureiche Nachtluft ozonreicher sei als die Luft an warmen trockenen Tagen.

Damit erfuhren wir Kinder den Grund, warum Wäsche-Tage so scheußlich waren. Abgesehen davon, daß es überall in der Wohnung kalt und ungemütlich war, blieb kein Augenblick zum Spielen. Wir mußten die Kurbel der Wringmaschine drehen, Taschentücher auf dem Waschbrett rubbeln, vor allem aber immer wieder mit der Gießkanne die weiße Wäsche begießen, die ordentlich Kante auf Kante über unserem Bleichplan ausgebreitet lag. Schmale grüne Wege, die gleich nur für Kinderfüße berechnet waren, mäanderten durch das weiße Zeug. Vor dem aufklärerischen Artikel hatten wir gedacht, das Gießen hätte eventuell seinen Sinn darin, daß die Wäsche na und schwer sein müsse, damit der Wind, der erst übermorgen erwünscht war, wenn die Wäsche zum Trocknen an der Leine klammerte, die Hemden nicht von der Bleiche in die Bäume der Schrebergärten wehte. Oder es wäre einfach nur einer der spielverderberischen Einfälle unserer Mütter. Nein, nicht des Windes, nicht der Launen der Mütter wegen mußten wir spät am Abend noch einmal die Gießkanne schwingen, wir sorgten vielmehr für Feuchtigkeit und damit für das gute Ozon.

Ozon war gesund, sauber, wohlriechend und blau, vielleicht himmelblau. Wenn man Ozon im Labor zusammenquetschte, entstand ein indigoblauer Tropfen und der konnte, wie alle

konzentrierten Düfte, sogar stinken, das hatte der Aufklärer in der Sächsischen Zeitung kurz angedeutet.

Später gab es Heimhöhensonnen. Ich hatte für meine Kinder, für meine kränkelnde Tochter, so ein Gerät besorgt. Immer wenn die Sonne in Betrieb war, lag etwas fein und leicht in der Luft, das wir Ozon nannten und dem wir gut waren. Gab es nicht sogar in Frankreich ein Parfüm mit diesem Namen? *Parfum d'ozone*.

In den folgenden Jahren aber, fast zeitgleich mit dem Loch in der Stratosphäre, dem Ozonloch, kam das Ozon ziemlich in Verruf. Heute duftet es nicht mehr, es riecht nur noch. Der Wetterbericht warnt vor Ozon. Nur wer robust genug ist, darf bei erhöhten Ozonwerten ins Gelände.

Eine Parfümfirma würde sich mit einem Duftwässerchen namens Ozon dieser Tage ruinieren.

Man kann im Meyer von 1896 schon manche Andeutung finden, die mein Aufklärer der Sächsischen Zeitung in seinem Zusammenhang wahrscheinlich für unwichtig angesehen hatte: *Das Ozon wirkt aber keineswegs direkt günstig auf den Körper. Es erzeugt bei längerem Einatmen Hustenreiz, Schläfrigkeit und Abstumpfung des Gefühls. Nachts ist die Luft ozonreicher als am Tage, und man weiß, wie leicht man sich bei Nacht einen Katarrh zuzieht.*

Ich will damit nicht die Klugheit oder die Irrtümer eines Lexikons, die Beschränktheit eines Aufklärers oder gar die Erkenntnisse der Naturwissenschaften zu jener spezifischen Form des Sauerstoffs ins Gerede bringen. Ich spreche vielmehr über meine Erinnerungen und die Strahlkraft eines Wortes, über Ozon, sein mehr oder weniger geheimes Walten. Wie es seine Güte und sein schönes Blau verlor und wie ich den Bleichplan meiner Kindheit, vor allem unser genüßliches Schnupfern, kurz, wie ich den sauberen Duft von Ozon trotz neuer Erkenntnisse, ja gegen alle Welt und andere Erfahrungen eigensinnig behaupten könnte. Ozon, das einst duftende vielversprechende Wort, sagt dem Heutigen zu viel und häufig etwas Neues und damit zu wenig. Es füllt im neuesten Meyer viele Spalten.

Wörter haben ihre Schicksale.

Während einer Wanderung mit dem Schwarzwaldverein beschrieb mir eine Frau einen unserer Gefährten. Er sei *laittselig*. Ich konnte sie nicht gleich verstehen, sie wiederholte deutlich und laut: leutselig, ein Mädchen übersetzte synchron: der ist super. Beide redeten ohne Ironie nur ihre Wahrheit. Ich verstand beide. Die eine, weil ich jeden Tag die Sprache der Jugend höre, die andere, weil ich das Wort leutselig aus der Literatur kenne: leutselig bedeutet in alten Texten: den Menschen wohlgefällig sein, später verschob es sich zu einer Geste von oben herab: freundlich sein gegenüber einfachen Leuten. Ich war überrascht von der Beharrlichkeit, vom Festhalten an der ursprünglichen, der ältesten Bedeutung und vom Alltag, den das Wort noch genoß. Leutselig bedeutete hier: freundlich von gleich zu gleich. Als ich später erfuhr, daß der Besagte einmal Ortspolizist gewesen war, bekam das Wort in meinem Ohr noch einen kleinen Zwischenton.

Ich rede über Umschwünge, Kurven und Wendepunkte. Schnell wie die Kleider modellt sich die Sprache. Worte wechseln ihren Sinn. Geil wächst eine Pflanze, später kennzeichnete das Wort zudem einen lüsternen Typen, heute heißt alles geil, was gefällt. In meinem letzten Roman, der in einem brandenburgischen Dorf der siebziger Jahre angesiedelt ist, tauchen Worte auf, die meine Lektorin gern kursiv setzen wollte, um sie als regionale und zeitlich gebundene Stolpersteine hervorzuheben. Damit der ferner wohnende und jüngere Leser sie gleich als von gestern erkennt. Smaragd-Gerät, Taigaschreck, Wäscheblau, Sputnik, Möbelglanz, Plasteimer.

Erzählen bedeutet sich erinnern, nur im Gestern leben die Geschichten und Mythen, aber das Heute ist wahr und hat recht. Fakten, Fakten, statt Orakel. Aus der Faktenfülle können sich nur wenige Worte über Jahrzehnte, geschweige denn Jahrhunderte behaupten. Das Gestrige ist gleich überholt und vergessen. Mir scheint, ich bin die Letzte, deren Geschichten lange her und wahrlich von gestern sind. Ich sage nur Ozon. Große Wäsche. Bleichplan. Sputnik. Ich höre von einem Förster, auch Bäume haben es heute schwer über eine Schwelle hinweg alt zu werden.

Wer als Wissenschaftler in der Forschung arbeitet, hat sich damit abgefunden, Fortschritt definiert sich durch das Voran vom alten zum neuen Irrtum. Jede Antwort provoziert viele neue Fragen und gilt bald nicht mehr hinlänglich als Erklärung. Das war immer so, doch unterdessen ist aus dem Fortschreiten ein überstürztes Fortgaloppieren geworden. *Theorien sind gewöhnlich Übereilungen des ungeduldigen Verstandes, der die Phänomene gern los sein möchte.* So lese ich in GOETHE'S *Maximen und Reflexionen*. Wissenschaft muß eilen. Literatur möchte bleiben. Von einem bestimmten etwas versteckten Standpunkt her sieht es so aus, als könne Literatur wirklich Hüter der eiligen Zeit sein, eingedenk dessen, daß man zwar in Jahren voran geht, aber nur rückwärts versteht. Inzwischen aber ist in unserem Leben ein solches Tempo ausgebrochen, daß jeder Rückblick, das Innehalten und Erinnern, sich durch Schichten von Lärm, von Bewegung, Moden und Informationen aus aller Welt rings um die Welt durchsetzen muß, und dies gelingt mit Hilfe der tagesaktuellen Medien, die den Blick auf ein partielles Gestern, ein vermeintliches Besinnen im Augenblick für den Augenblick entdeckt haben. Nostalgie, die auf dem Markt mit Gewinnhoffnungen platziert wird.

Es bleibt dieses Versteck. Vielleicht brauchen die Bedächtigen immer ein Versteck, eine Gartenlaube, einen Dachboden, eine Narrenkappe, ein Institut am Rande der Welt. Auch GOETHE hatte beschlossen, seinen zweiten Teil des *Faust* einzupacken und wegzuschließen, weil er sich vor dem Zeitgeist, dem *Dünenschutt der Stunde* fürchtete. Vor allem fürchtete er jene Schnelligkeit, die er damals schon als eigentliches Unglück empfand oder wenigstens vorausahnte. Den schnellen Fortschritt, *die Übereilungen des ungeduldigen Verstandes*. In einem Briefentwurf GOETHE'S an Georg NICOLOVIUS, dem in Berlin lebenden Mann seiner Nichte, fand ich am Ende ein Wort für die Krankheit der Zeit: *Für das größte Unheil unserer Zeit, die nichts reif werden läßt, muß ich halten, daß man im nächsten Augenblick den vorhergehenden verspeist, den Tag im Tage vertut, und so immer aus der Hand in den Mund lebt, ohne irgend etwas vor sich zu bringen. Haben wir doch schon Blätter für sämtliche Tageszeiten ... Dadurch wird alles, was ein jeder tut, treibt oder dichtet, ja was er vorhat, ins Öffentliche geschleppt. ... von Stadt zu Stadt, von Reich zu Reich und zuletzt von Weltteil zu Weltteil, alles veloziferisch.*

Velozitas, die Eile, und Luzifer in einem Wort.

GOETHE verstand die Naturbetrachtung als das verlässlichste Gewicht gegen die teuflische Eile und den Geschwindigkeitsrausch. Die Natur ist die große Ruhe gegenüber unserer Beweglichkeit.

Homunkulus, das neue unfertige Geschöpf, ruft nach Natur, Natur – doch ist er nur zwei Philosophen auf der Spur. Dem seherisch veranlagten Meergott Proteus und dem Vertreter der sieben Weisen THALES. Beide fühlen sich unzeitig in der Ruhe gestört.

*Er fragt um Rat und möchte gern entstehn.
Er ist, wie ich von ihm vernommen,
gar wundersam nur halb zur Welt gekommen.*

Helga Schütz

*Ihm fehlt es nicht an geistigen Eigenschaften.
Doch gar zu sehr an greiflich Tüchtighaften.
Bis jetzt gibt ihm das Glas allein Gewicht,*

Proteus zu Homunkulus:

*Du bist ein wahrer Jungfernsohn,
eh du sein solltest, bist du schon!*

Wie es mit dem neuen Geschöpf ausgeht, man weiß es: Die Wellen nehmen ihn auf. Homunkulus verschwindet für die nächste Ewigkeit in der Natur der Elemente. Flüchtet in den Schoß einer neuen Evolution.

Während Faust, immer noch eilig auf Reisen, in eine Gegend gerät, wo Kanonenkugeln explodieren.

Schon wieder Krieg: Der Kluge hörts nicht gern.

Krieg, Handel und Piraterie. Und am Ende die vertriebenen Alten, Philemon und Baucis, ihr Flammentod. Faust, der Mitschuldige, schaut vom Balkon herab auf die Reste:

*Das Feuer sinkt und lodert klein
Ein Schauerwindchen fächelt an,
Bringt Rauch und Dunst zu mir heran.
Geboten schnell, zu schnell getan! –*

Veloziferisch.

*Könnt ich Magie von meinem Pfad entfernen,
Die Zaubersprüche ganz und gar verlernen,
Stünd ich, Natur, vor dir ein Mann allein,
da wärs der Mühe wert ein Mensch zu sein.*

Nicht nach-eilen, sondern anschauen.

Denken ist interessanter als Wissen, aber nicht als Anschauen. So heißt es in GOETHES nachgelassenen Schriften zur Natur und Naturwissenschaft. Er hat in seiner Zeit manches von unseren Sorgen geahnt.

Man höre, wie es mit Dr. Faust zu Ende geht.

Er, indessen erblindet, aber immer noch rührig, ist dabei, sein eigenes Grab zu schaufeln. Wir schauen mit ihm voraus ins Jenseits, das, anheimelnd und bedrohlich, aus Bergschluchten, Wald, Feld, Einöde besteht, darinnen: Selige Knaben, Engel, jüngere Engel und sogenannte vollendetere Engel.

Diese Engel im Chor:

*Uns bleibt ein Erdenrest
Zu tragen peinlich,
Und wär' er von Asbest,
Er ist nicht reinlich.*

*Wenn starke Geisteskraft
Die Elemente
An sich herangerafft,
Kein Engel trennte
Geeinte Zwiennatur
Der innigen beiden,
Die ewige Liebe nur
Vermags zu scheiden.*

Der Erdenrest und wär' er von bestem Asbest.

Durch PLINIUS ist es überliefert, schon die Römer bezeichneten mit dem griechischen *asbestos* einen unzerstörbaren feuerfesten Faserstoff.

Mein Großvater teilte mit den vollendeteren Engeln im letzten Akt des *Faust* die hohe Meinung über Asbest. Er war glücklich, ein kuchenblech-großes Stück von dem tüchtigen, besonders fest gefügten Stoff zu besitzen. Meine Großmutter bekam davon ein kleines Viereck, darauf konnte sie das glühendheiße Bügeleisen von der Herdplatte beruhigt abstellen, denn Brandlöcher oder schwarze Flecke gab es nicht mehr. Ein guter fast reiner Stoff, den nicht einmal einer der vollendeteren Engel, eventuell noch die ewige Liebe, zu GOETHES Zeit in seine Teile läutern oder klären konnte.

Das Wort hat wie mein Ozon die damals angelegte oder wenigstens vermutete Strahlkraft heute eingebüßt, es ist der Baustoffbranche zugefallen und steht heute mit dem Stoff für Schaden und Abriß, so daß wir, wenn wir dieses Wort aus dem Munde der Engel hören, erst einmal unseren Ohren nicht trauen, darauf vielleicht verwundert lächeln, denn unsere asbestverseuchten Gebäude behaupten das genaue Gegenteil von dem, was die Engel meinen.

Gewiß habe ich wenig für Sie entdeckt. GOETHE, wenigstens der ist unvergessen und wie kaum einer präsent: Mit GOETHE durch das Jahr. GOETHES Garten. GOETHES Frauen. GOETHE in Leipzig. Titel, die ich erfinde, stehen sicherlich wirklich auf Buchhandelslisten. GOETHE und das Erinnern.

GOETHE hat Konjunktur. Das Erinnern hat Konjunktur, trotz oder gerade wegen der Eile unserer Zeit. Altmodische Blumentöpfe auf unseren Balkonen, nostalgische Hortensien. Massenware, die Handgemachtes imitiert. Krummes und Schiefes. Skulpturen aus Resten der Wegwerfgesellschaft. Alte Apfelsorten. Fachwerkarchitektur. So eine Begegnung in Gatersleben erinnert an Klostertreffen, bevor es Druckereien und das Internet gab. Alles gegen das veloziferische Tempo. Gewichte gegen das Vergessen.

Doch das Tempo ist nicht aufzuhalten. Die Zukunft löst sich von der Herkunft. Naturwissenschaftler müssen sich nicht um verrostete Skulpturen und um GOETHES Frauen kümmern. Sie kümmern sich um unsere Krankheiten und alle sonstigen Defizite, eingebilddete und echte. Aber wer will das für mich bestimmen. Was mir fehlt, weiß ich oft selber nicht. *Denken ist schöner als Wissen, aber nicht als Anschauen.* Wer am Ende hat den Frühlingsvollmond in diesem Jahr so glänzend erscheinen lassen. Das irritierend glitzernde Licht oben am Bergkamm, ein leuchtender Bogen zwischen den Schwarzwaldtannen, Aura eines einzelnen scheinenschnittartigen Tannengipfels. Immer klarer und schöner, so stieg er vor meinen Dachstubenaugen über den Bergwald. Ich erkannte ihn wieder als den stillen Wanderer, den Bleichgesellen der Kindheit, trotz der schwarzen Steine von ihm, die ich im Babelsberger Institut in die Hand nehmen durfte – zu dieser Stunde ein scheinbar unberührtes Geheimnis, ein veröhnendes Geschenk.

Es steht zwar schon im alten, hier mehrfach zitierten Lexikon, aber nun haben es Wissenschaftler in La Jolla/Kalifornien nachgewiesen. Ozon ist für uns Menschen ein körpereigener Stoff. Es existiert nicht nur auf dem nächtlich feuchten Bleichplan der Kindheit, unter der Höhensonne und über den Wipfeln der Bäume, nicht nur manchmal in gefährlichen Konzentrationen in den Städten: Unser Körper macht es in den weißen Blutzellen selbst, wahrscheinlich um Bakterien abzutöten. Wenn uns wohl ist, genau im richtigen Maß. Wie findet der Körper das ideale Gleichgewicht? Vielleicht steht hinter der Frage eine Fährte, um auf Ursachen von Krankheiten zu kommen. Sollte Ozon wieder einen besseren Ruf bekommen? Als etwas Blaues im Blut, das uns Menschen gut ist?

Das Wort ist für uns alle seit Jahrzehnten anders besetzt. Man spürt Ozon jetzt manchmal wie ein Kratzen im Hals oder bei beunruhigend azurblauem Himmel wie ein Brennen auf der Haut. Und dennoch hat man noch nirgendwo von jüngeren sprachprägenden Autoren, gleich des Mädchens, das leutselig für mich mit super übersetzte, gehört, daß ein unangenehm auf der Haut juckender Pullover wie Ozon kratzen oder jemand singen würde, als habe er Ozon in der Kehle.

Ozon ist nach keiner Seite hin heute ein Inbegriff.

Wie gesagt, Worte haben es schwer, sich ins Unterbewußte, wo die Mythen gedeihen, hinein zu läutern. Man hört selten auf die Schläge der Turmuhr. Der moderne ortlose Internet-Tag braucht eine andere Zeit.

Die Stunden, die Jahre schwinden in diesem Rhythmus schneller dahin. *Vita breve*. Wie kann ich mir bei der Kürze unseres Daseins erlauben, der Langsamkeit, dem Zögern und Verweilen das Wort zu reden?

In der Ozonaseforschung wie in der regenerativen Medizin, überall werden Ergebnisse erwartet. Ich wäre glücklich gewesen, wenn wir meiner Tochter hätten besser helfen können als mit einer Höhensonne.

Immer noch stehen große Fragezeichen hinter den Verwandlungskünsten der adulten Stammzellen. Selbst wenn alte Zellen die genetischen Vorzüge der neuen nutzen, bleibt die Frage: Ist das gut oder schlecht. An welchem Ende wartet der Teufel.

Ich sollte mich in die Lage eines Wissenschaftlers versetzen, der erfahren muß, daß sich beim Reprogrammieren, also dem Versuch höhere Lebewesen, etwa Primaten, zu klonen, das Erbmaterial nicht wie erwünscht spindelartig anordnet, sondern daß es irgendwie chaotisch in der Zelle herumirrt. Alle Versuche sind, wie ich höre, deswegen bis jetzt den Bach hinunter gegangen. Zurück in das alte ozeanische Element, woher das Leben einmal gekommen ist.

Ich empfehle die Langsamkeit, weil ich im Stillen hoffe, jene Wissenschaftler fühlen sich durch die wunderbare Widersetzlichkeit nicht zurückgeworfen, sondern erlöst. *Den Irrtum entdecken, heißt rückwärts erfinden*. Der Mensch wird sich nicht kopieren lassen. Dank der Eigensinnigkeit der Chromosomen. Und überhaupt.

Auch die Gesetzesmacher dürfen besonnener und langsamer sein beim Einschränken und Verboten.

Doch schon lese ich: *Homunculus ahoi*. Im schon benannten La Jolla ist der Unvollkommene auf einer Welle neuer Verlautbarungen aus den Elementen vor der Ewigkeit wieder aufgetaucht. Wie steht es mit dem komplexesten Informationssystem der Erde, dem menschlichen Selbstbewußtsein? Spezialisierte Teile unseres Gehirns reflektieren nicht unmittelbar die Außenwelt, sondern wiederum andere Gehirnregionen. Repräsentationen von Repräsentationen. Dynamische Koalitionen. Frequenzwettbewerb. Genau so entstehe bewußte Wahrnehmung. So entstehe Bedeutung. Das greiflich Tüchtighafte nach dem Homunculus nach Mei-

nung der griechischen Weisen verlangte, scheint präsent. Jedenfalls am Strand von La Jolla.

Aber was bedeutet die Entschlüsselung der Bedeutung?

Was bedeutet ein Wort? Was bedeutet ein Bild? Ein Foto von Dolly. Es zeigt nur ein Schaf. Es bedarf der wissenschaftlichen Erklärung. *Erst die didaktisch ausbuchstabierte Wunder, Versprechen und Unheilsszenarien der Genetik statten die Bilder mit Brisanz aus, die sie aus sich heraus nicht entwickeln.* So heißt es in einem Kommentar zu einer Kunst-Ausstellung aus Anlaß des 50. Jahrestags der DNA-Doppelhelix. Die rundliche dickfellige Maus könnte von DÜRER gemalt worden sein. Die Maus mit dem Ohr auf dem Rücken von DALI. Ohne Erklärung bleibt das Bild eine Täuschung.

Auch die Bleichwiese, die blaue Ozonlandschaft meiner Kindheit, wäre eine Täuschung, sie würde einem Bakterium, das geschaffen werden soll, um in Tanks und Kraftwerken zu existieren, zu danken sein. Noch ist es ein Phantasiebild. Vorgestellt von einem Forscher, der den vor 50 Jahren publik gewordenen Bauplan des Lebens nehmen will, um ein neues namenloses Leben zu kreieren, ein Bakterium, aus einem Mycoplasmaschema geformt, das alles wieder gut macht, was im Himmel und auf der Erde zerstört worden ist.

Ich würde so ein Abbild ohne Ihre Hilfe, ohne Ihre geduldigen Erklärungen in seiner einfachen Bedeutung nicht mehr verstehen. Seine versuchte Doppeldeutigkeit würde mir erst recht ein Rätsel bleiben. Ich bin von gestern, ich rieche den Bleichplan der Kindheit. In diesem Rätsel stecken alle meine Fragen.

Anmerkungen

Zitate im Text ausgewiesen.

Zur Modernität J. W. VON GOETHE fand ich Anregungen in einem Vortrag von Manfred OSTEN, den er während einer Tagung der Akademie der Wissenschaften und der Literatur in Mainz gehalten hat.

Helga SCHÜTZ
Jägerstein 4
14482 Potsdam
Bundesrepublik Deutschland



Hal Jos »Frühlingstänzer«, ca. 1958; aus Massivholz gebeitelt, Spachtelgrund, Natur-Erdfarben und Chromoxid, 45 cm × 48 cm.

Die ferne Flut

Zehn Pferde rissen mich vom Blindenschirm
Und kutschten in die Niedern Lande.
Die Kolben flutschten. Eh ich mich versah
Stand ich an Zeelands heikler Wasserkante.

Die Deiche runzelten die grünen Brauen.
Pappeln gaben plappernd Kommentar.
Ich sah die rheingewaschne Oosterschelde
Mit ihrem Schwimmtor, hoch wie ein Barockaltar.

Sah das stahlgeschiente Gleichgewicht.
Sahs und sah es nicht. Denn nach Sachsen
Rollten meine Augen in den Höhlen.
Seid, Freunde, ihr der Bildflut noch gewachsen?

Hält sie, eure satzgeflickte Kante?
Ohne Peepshow, Katastrophenblatt
Wähl ich eurer Nummern heißen Draht
Und hör das Rauschen: die Konstante.

Die Schelde schilt mich. Deutscher Narr
Wasser kommt, und Wasser geht.
Holt sich, was schon immer Seines war.
Ersäuft, was ihm im Wege steht.

Mach hin! Ich habe Besseres zu tun
Als ein versoffnes Moffenherz zu trösten.
Fluß ohne Raum? Schleif dein Gurkenbeet
Statt in Zandvoort deinen Krebs zu rösten.

Wir niedern Lande schluckten manche Flut.
Manchmal entkamen wir, und blasser.
Ich drehte mich und ging ins Polderland.
Mein Fußabdruck randvoll mit Wasser.

Richard PIETRASS

Aus: Holterdiepolder / Holderdepolder, Verlag Derby Pier, Amsterdam 2003



Peter Sylvester »Baum-Impressionen I«, 2001; Acryl auf Hartfaser, 120 cm × 170 cm

Evolution aus biologischer Sicht

Professor em. Dr. Konrad Bachmann

Geboren 1939 in Leipzig, studierte Biologie in Göttingen und München und promovierte 1965 in Princeton (USA). Nach der Promotion war er Dozent in Gainesville (Florida), Atlanta (Georgia) und Tampa (Florida). 1973 nahm er einen Ruf auf eine C3-Stelle in Heidelberg an und wechselte 1984 als Professor für Evolutionäre Botanik an die Universität von Amsterdam. Von 1996 bis 2004 war er Leiter der Abteilung Taxonomie am IPK Gatersleben. Seine Forschung betrifft die Struktur und Dynamik der genetischen Variation innerhalb und zwischen Arten.

Evolution und Information

Konrad BACHMANN (Gatersleben)

Schon bevor SHANNON (1948) »Information« zu einer meßbaren naturwissenschaftlichen Größe machte, hatte sich das Konzept beinahe unbemerkt in die Biologie eingeschlichen. Am deutlichsten sehen wir das in der Biochemie. Wie bei allen chemischen Reaktionen spielen auch in der Biochemie die Ausgangs- und Endprodukte der Reaktion, also der Materialumsatz, und dazu die Energiebilanz eine Rolle. Darüber hinaus wird aber jede biochemische Reaktion durch ein spezifisches Enzym katalysiert. Die Enzyme entscheiden, welche von vielen energetisch möglichen Reaktionen der Moleküle in einer Zelle stattfinden. Sie übertragen Information, indem sie steuernd eingreifen und dafür sorgen, daß von den vielen möglichen Stoffwechselreaktionen immer wieder nur ganz bestimmte ablaufen. Diese Steuerung ist lebenserhaltend und lebensnotwendig.

Enzyme sind Eiweiße, Proteine, eine Molekülklasse, die ideal für die Rolle als flexible Informationsüberträger geeignet ist. Proteine sind Makromoleküle, lange Ketten aus Aminosäuren. Zwanzig verschiedene Aminosäuren kommen in Eiweißketten vor, und je nachdem, welche davon in welcher Reihenfolge die Kette bilden, faltet sich das Molekül während seiner Synthese spontan in eine spezifische thermodynamisch stabile dreidimensionale Struktur (KING et al. 2002). Jedes Protein hat seine eigene Funktion, die auf dieser Struktur beruht (BERMAN et al. 2002). Meistens geht es darum, daß das Protein eine Bindungsstelle hat, in die ganz bestimmte Moleküle, die Liganden des Proteins, wie Schlüssel ins Schloß passen. Die Liganden für Enzyme sind die miteinander reagierenden Moleküle, die durch das Enzym in der richtigen Orientierung zusammengebracht werden.

Die dreidimensionale Struktur eines Proteins ist aber nicht starr. Viele Proteine werden durch die Bindung ihrer Liganden verformt. Darauf beruhen Schalteffekte im Stoffwechsel. Zwei Proteine können nämlich so zusammenhängen, daß die Bindung des Liganden am einen die Bindungsfähigkeit des anderen beeinflusst. So kann ein Hormon als Ligand außen an der Zellmembran von einem Rezeptorprotein gebunden werden, das durch die Membran hindurch reicht und in der Zelle eine Bindungsstelle als Enzym hat. Die Bindung des Hormons außen löst auf diese Weise eine spezifische Reaktion innen aus. Proteine, die sich gegenseitig an- und abschalten und damit regelbare Steuernetzwerke bilden, sind die Grundlage von Informationsübertragungen und Regelprozessen aller Lebewesen bis hin zu uns und unserem Gehirn.

Trotzdem ist das Konzept der Information explizit und mit viel öffentlicher Anteilnahme erst bei der Aufklärung der DNA-Struktur und des genetischen Codes in die Biologie eingedrungen. Daß gleichzeitig mit der Einführung der Informationstheorie das Grundprinzip der Vererbung in einer Molekülstruktur erkannt wurde, die so verblüffend einer linearen digitalen Information entsprach, hat seitdem zu einer Parallelentwicklung in Molekularbiologie und Bioinformatik geführt (HOOD und GALAS 2003). Einerseits war das der Motor für den unaufhaltsamen technischen Fortschritt der Biologie in der zweiten Hälfte des letzten Jahrhunderts,

andererseits hinkt seitdem die Theorie in der Biologie den praktischen Resultaten hinterher.

Das betrifft vor allem die Evolutionslehre, die um 1950 gerade in jahrzehntelangem Ringen nachgewiesen hatte, daß die Mendelsche Genetik nicht eine Alternative zur Darwinschen Selektionstheorie ist, sondern genau die Prinzipien liefert, die zu DARWINS Zeiten für eine schlüssige Evolutionstheorie noch fehlten (PROVINE 1971). Auf diesem Nachweis fußte die »Synthetische Theorie« des Neodarwinismus, und zwar spezifisch auf der mathematischen Demonstration, daß Mendelsche Genetik und Darwinsche Selektion zusammen ausreichen, um Evolutionsvorgänge im notwendigen Umfang und Zeitrahmen zu erklären. Diese Erkenntnis wurde mit einem beinahe hörbaren Aufatmen entgegengenommen, und man glaubte nun, die entscheidenden Prinzipien der Evolutionstheorie zu kennen und sich auf die experimentelle Unterbauung der mathematischen Theorie in Fallbeispielen konzentrieren zu können. Die Aufklärung der chemischen Natur der Gene hielt man für eines der Details, das zu diesem Ziel beitrug, ohne wirklich neue Erkenntnisse zur Theoriebildung zu liefern.

Die Synthetische Theorie von 1950 war zwar im Prinzip richtig und von ganz enormer Bedeutung für die Akzeptanz der Evolutionstheorie, aber sie war nicht die endgültige Lösung des Problems, sondern eine notwendige Zwischenstation auf dem Weg zu den wirklichen Grundprinzipien der Evolution. Das ist dann recht holperig durchgedrungen. Die großen Kontroversen in der Evolutionsbiologie in den letzten Jahrzehnten beruhten alle darauf, daß man nur ungern das bequem vereinfachte und so schön berechenbare Modell der Synthetischen Theorie verlassen wollte. Wir können erst heute beginnen, all diese Entwicklungen, die sich auch noch in zunehmend spezialisierten Teilfächern abgespielt haben, in einen sinnvollen Zusammenhang zu bringen. Damit sind wir nach DARWIN und nach der Synthetischen Theorie beim dritten Anlauf, und jedes Mal wird die Theorie abstrakter, aber gleichzeitig umfassender und wissenschaftlich interessanter (spezifische Ansätze zu »neuen« Theorien z. B. WILSON 1975, WICKEN 1988, HOFFMEYER 1997).

Wir können dabei heute von der Aufklärung der Grundvorgänge der Vererbung, und damit der Lebensvorgänge überhaupt, ausgehen, die nach 1950 innerhalb von knapp zwei Jahrzehnten unser Denken auf eine ganz neue Basis gestellt hat. Dazu gehören die Doppelhelix-Struktur der DNA, ihre Replikation und ihre Transkription in RNA, und schließlich der Mechanismus der Translation der Nukleotidsequenz von Nukleinsäuren in die Aminosäuresequenz der Proteine. Es ist die Geschichte vom genetischen Code und vom beeindruckenden molekularen Mechanismus, mit dem der Code bei der Synthese von Proteinen umgesetzt wird (KENNEDY 2003). Drei grundlegende Erkenntnisse aus diesen Resultaten sind von besonderer Bedeutung. Das ist zum ersten die abstrakte digitale lineare Struktur der genetischen Information. Das ist weiterhin die Erkenntnis, daß durch die lineare Codierung der Aminosäuresequenz die dreidimensionale Form (und damit die Funktion) der Eiweiße vorgegeben ist, weil sich eine bestimmte Aminosäurekette während der Synthese praktisch automatisch in eine thermodynamisch stabile Form faltet. Mit der Erklärung, wie Form und Funktion von Eiweißmolekülen codiert werden, war die erste und wichtigste Hürde zur funktionellen Genomik genommen, auch wenn wir erst heute ausreichende Daten und Methoden haben, um die Geninteraktionen in ihrer vollen Komplexität zu analysieren. Schließlich kam dazu als Drittes die Erkenntnis, daß die Translation, die Übersetzung von Nukleinsäuresequenzen in Proteinsequenzen unumkehrbar ist, und damit die chemische Erklärung dafür, warum individuelle Anpassungen von Organismen nicht ins Erbgut übernommen werden können. Damals hielt man das übrigens noch für einen bedauerlichen Mangel.

Diese Erkenntnis hat danach für eine Menge Aufregung gesorgt, denn mit ihr brach bald ein letztes Bollwerk anthropozentrischer Naturanschauung. Erst mit der Reduktion des Vererbungsmechanismus auf seine physikalisch-chemischen Grundlagen ist die Unumkehrbarkeit des Informationsflusses von DNA zu Proteinen, also vom Genom zum Organismus, sicher nachgewiesen worden. Deshalb hat auch DARWIN die Kenntnis gefehlt, die nötig war, um diese Folgerung konsequent zu vertreten. Wenn aber die Erbinformation in den Nukleinsäuren die Entwicklung von Organismen steuert, während die Organismen keinen direkten Einfluß auf ihre Erbinformation nehmen können, dann sieht das sehr danach aus, als ob die intuitive Ansicht, daß die Erbinformation dem Organismus dazu dient, sich fortzupflanzen, weniger genau zutrifft als die Interpretation, daß Organismen dazu da sind, die Erbinformation zu erhalten und zu vermehren. Wegen der Unumkehrbarkeit des Informationsflusses ist das kein amüsanter Paradox wie die Geschichte von der Henne und dem Ei, sondern eine legitime naturwissenschaftliche Überlegung. Die beiden Sichtweisen sind nicht symmetrisch, und wir müssen diejenige finden, mit der wir die meisten Beobachtungen aus den wenigsten Grundannahmen vorhersagen können. Ohne Zweifel wird bei der Vererbung letztendlich nur Information weitergegeben. Selbst die Nukleinsäuren, in denen diese Information gelagert ist, sind nur austauschbare materielle Träger dieser Information. Auch Biologen haben sich erst daran gewöhnen müssen, daß es in ihrem Fach in der letzten Konsequenz um etwas Immaterielles geht, nämlich um die Schaffung und Weitergabe von Information. Das ist Information zur Synthese von Molekülen und zur Entwicklung von Organismen, die notwendig sind, um diese Information weiterzugeben. Leben ist die Fähigkeit zur autonomen Selbstreplikation.

Man darf dabei nicht vergessen, daß die genetische Information eine Bauanleitung, also »Software«, ist, die auf eine passende Maschinerie zur Ausführung, also die entsprechende »Hardware«, angewiesen ist. Nun ist es zwar die definierende Eigenschaft des Lebens, daß es Software gibt, die sich ihre passende Hardware selbst bauen kann, aber trotzdem ist eine Kontinuität der Hardware, also der Zellen, ebenso unabdinglich für die Kontinuität der Information wie eine Kontinuität der Information selbst. Die Forschergruppe um Eckard WIMMER an der *State University of New York* in Stony Brook hat im letzten Jahr (2002) das Genom des Poliomyelitis-Virus anhand der gedruckten Sequenzinformation synthetisiert und gezeigt, daß dieses künstliche Genom (immerhin 7741 Nukleotide lang) die Synthese von aktiven Polio-Viren programmieren konnte (siehe *Science* 297, S. 174, CELLO et al. 2002). Damit haben die Forscher nicht etwa Leben geschaffen, sondern, genauso wie die Polio-Viren selbst, nur eine lebende Zelle umprogrammiert. In der Biotechnologie haben wir die Software des Lebens technisch im Griff und können damit auch die Hardware verändern, aber wir können zur Zeit auch aus der vollständigen Kenntnis des Genoms nicht die passende Zelle dazu im Labor konstruieren. Wir brauchen immer eine vorgefertigte Zelle, um die von uns veränderten Programme ablaufen zu lassen. Das klingt selbstverständlich, denn es reflektiert, daß Information immer durch den Erkennungs- und Ausführungsmechanismus, also durch den Empfänger, definiert wird, aber es hat praktische und theoretische Konsequenzen, die leicht übersehen werden.

Irgendwann einmal in der frühen Geschichte der Erde, hat die Selbstreplikation damit begonnen, daß ein Makromolekül die Synthese von identischen oder ähnlichen Molekülen aus einfacheren Bausteinen katalysiert hat. Am Anfang waren die genetische Information und ihr Empfänger praktisch identisch. Dort, wo wir zum ersten Mal mit einiger Sicherheit Leben nachweisen können, etwa vor dreieinhalb Milliarden Jahren, sind die entscheidenden und unwahrscheinlichsten Evolutionsvorgänge schon abgelaufen. DNA muß damals schon der pri-

märe Informationsträger gewesen sein und muß schon über eine RNA-Zwischenstufe die Information für die Synthese der Enzym-Proteine geliefert haben, die nicht nur bei der Replikation und Vermehrung von DNA eingesetzt wurden, sondern die auch um die DNA eine Zelle aufbauten und am Laufen hielten, mit der sich die DNA von direkten Umwelteinflüssen in einem selbst bestimmten Milieu abschirmen konnte. Dazu war eine Lipidmembran notwendig, mit Proteinporen für den kontrollierten Materialaustausch, und die Membran enthielt Proteinrezeptoren, mit denen die notwendigen Außenfaktoren erkannt und verarbeitet werden konnten. Die erste Zelle, die sich teilen und je eine Kopie des Ausgangsgenoms in jede Tochterzelle bringen konnte, muß schon eine sehr komplexe Struktur gewesen sein. Der Zugewinn an Komplexität der Informationsübertragung vom ersten autokatalytischen Molekül bis zur ersten Zelle ist möglicherweise ein größerer Schritt als der von der ersten Zelle bis zum Menschen. Über diese zweite Phase der Evolution sind wir recht gut informiert, aber bei der Evolution bis zur ersten Zelle sind wir derzeit vor allem auf Hypothesen über mögliche Prozesse angewiesen (EIGEN 1992, YARUS 2002, MARTIN und RUSSELL 2003).

Mit dem ersten Molekül, das die Information zur Synthese weiterer Kopien von sich selbst in sich trug, war etwas völlig Neues in die Welt gekommen. Hier war die aller einfachste Form von dem, was immer spezifischer zu Ziel und Zweck evolvierten sollte. Ziel und Zweck verlangen, daß vor dem Erreichen des Ziels ein Bild oder ein Plan davon existiert. Genau das ist am einfachsten und ursprünglichsten der Fall bei der Selbstreplikation, wo die Information zugleich Plan zum Erreichen des Ziels und Ziel ist. Wir Menschen gehen gerne davon aus, daß ein Plan eine bewußte Intelligenz voraussetzt, also ein typisch menschliches Produkt ist. Es wird aber immer deutlicher, daß wir die Rolle des Bewußtseins (auch dort, wo es eine spielt) gewaltig überschätzen (WEGNER 2002). Weder Bewußtsein noch zielgerichtete Handlungen sind plötzlich mit dem Menschen auf die Welt gekommen, und Prozesse, die ein vorbestimmtes Ziel unter vielen möglichen ansteuern, hat es Milliarden Jahre vor der Evolution des Bewußtseins gegeben.

Ein System, das die Fähigkeit hat, sich selbst zu vermehren, hat damit automatisch den Zweck, sich selbst zu vermehren. Das liegt an der trivialen Konsequenz, daß der Informationsträger zerfällt und die Information gelöscht wird, wenn sie sich nicht weiter vermehrt. Das ist Selektion, eine weitere notwendige Folge der Selbstreplikation. Allerdings wird dies primär *stabilisierende Selektion* durch Verlust fehlerhafter, nicht funktionierender Information sein. Keine Information wird auf die Dauer fehlerlos kopiert, und wenn die Information Anleitung zu ihrer eigenen Replikation ist, werden Kopierfehler in der Regel die weitere Replikation behindern oder unmöglich machen. Solange nicht alle Kopien Fehler enthalten, sondern auch fehlerfreie Kopien vorliegen, bleibt die Information bestehen. Gelegentlich wird ein Kopierfehler einmal eine Version der Information erschaffen, die sich zufällig effizienter vermehren kann als die Ausgangsinformation. Dann wird Selektion diese neue Version fördern. Das ist dann *gerichtete Selektion*, der Grundvorgang der Evolution. Evolution ist, wenigstens anfangs, ein unvermeidliches, aber nicht angestrebtes Nebenprodukt der identischen Reproduktion. Das Zitat, »in der Evolution gibt es auf Dauer nur Verlierer«, bringt das zum Ausdruck. Ein System, das sich selbst reproduziert, kann dadurch aussterben, daß es sich nicht mehr fortpflanzen kann. Es kann aber auch dadurch aussterben, daß es sich durch eine effizientere Version seiner selbst ersetzt. Das klingt wie eine pedantische Spitzfindigkeit, ist aber wichtig zum Verständnis der Evolution. Nur als Vorgriff auf die weittragenden Konsequenzen, die später daraus folgen werden: Die schärfsten Konkurrenten in der Evolution sind immer die genetisch ähnlichsten, solange sie nicht genetisch identisch sind. Sie konkurrieren um

die selben Ressourcen. Das wird wichtig für das Verständnis von jeder Art von Kooperation von Zellen und Organismen und für die Diskussion der »Einheiten der Evolution«. Während die Replikation ein Ziel und damit einen Zweck hat, tastet sich die Evolution ziellos in alle erreichbaren Richtungen und prüft jede zufällige Änderung auf ihre Persistenzfähigkeit. Wie in der kulturellen und technischen Evolution des Menschen, die ja ein Teilprozeß der biologischen Evolution ist, bauen dabei Neuerungen auf den bestehenden Errungenschaften auf, und Überholtes wird nicht weiter repliziert. Dadurch erhält die Evolution eine globale Tendenz zur Zunahme der Information und der Komplexität. Wir können das durchaus evolutionären Fortschritt nennen, denn Fortschritt braucht ja keineswegs ein bestimmtes Ziel anzustreben (HEYLIGHEN 1996).

Allerdings könnte die Evolution auch ohne willkürliche Planung ein voraussagbares Ziel bekommen, wenn es ein optimales selbst-replizierendes System gäbe, das allen möglichen Zufallsvarianten von sich selbst überlegen ist. Vielleicht hätte das erste autokatalytische Molekül die Chance gehabt, zu einem Molekül zu evolviere, das sich effizienter replizieren konnte als alle Kopiervarianten seiner selbst, so daß jeder Ansatz zur Evolution wieder zu diesem Molekül zurückgeführt hätte. Einzelne zentrale *Gene* des Stoffwechsels können wirklich über einen unvorstellbaren Zeitraum von Milliarden Jahren unabhängiger Replikation mit so wenig Veränderungen bestehen bleiben, daß man sie eindeutig als Kopien desselben Ahnenmoleküls erkennen kann (OLSEN und WOESE 1993, BALDAUF et al. 1996). Daß aber die Evolution der *Organismen* nicht bei einem lokalen Optimum festgelaufen ist und sicher auch nie bei einem Optimum festlaufen wird, liegt daran, daß mit einer Zunahme der Komplexität immer alternative Lösungen für Überlebensstrategien von Organismen möglich werden. Es gibt kein absolutes Optimum, weil es außer Persistenz kein feststehendes Beurteilungskriterium gibt. Die lokalen Beurteilungskriterien, also die Faktoren, die zur Persistenz bestimmter Organismen unter bestimmten Bedingungen beitragen, entstehen zusammen mit den zu beurteilenden Systemen. Einmal verändern die Organismen die unbelebte Umwelt lokal und global. Zu den ersten eindeutigen Lebensspuren gehören Stromatoliten, bis zu metergroße Steinknollen, die Ablagerungsprodukte und zugleich Substrat von Cyanobakterien-Matten sind (SCHOPF 1992), und auch der größte globale Wandel in unserer Atmosphäre, der Anstieg der Sauerstoffkonzentration vor 2400 bis 2100 Millionen Jahren, ist das Resultat von Lebensvorgängen (HOLLAND 1984). Organismen verändern nicht nur ihre unbelebte Umwelt, sie gehören selbst zu den wichtigsten Umweltfaktoren anderer Organismen. Die Evolution von Landpflanzen ist zum Beispiel die Vorbedingung für eine um Größenordnungen höhere Diversität von Landtieren.

Damit spiele ich aber schon auf eine Evolution an, die sich von der ursprünglichen langsamen Ansammlung zufällig effizient wirkender Kopierfehler durch mehrere geradezu revolutionäre Neuerungen unterscheidet. Die Konsequenzen dieser »major evolutionary transitions« (SZATHMÁRY und MAYNARD SMITH 1995) spielen eine wichtige Rolle in der Evolutionsbiologie der letzten Jahrzehnte. Am besten sind sie zu verstehen, wenn man von dem asymmetrischen Verhältnis zwischen genetischer Information und dem Organismus als Informationsträger ausgeht und zwei Arten von Information getrennt betrachtet: die erbliche genetische Information und die abgeleitete individuelle Information, die (grob gesagt) auf dem Wechselspiel der Proteine miteinander und mit der genetischen Information in der Zelle und zwischen Zellen beruht.

Ein Aspekt des genetischen Programms in der DNA, der erstaunlicherweise erst in der allerletzten Zeit zu einem eigenen Thema in der Evolutionsbiologie geworden ist, betrifft die

Beziehung zwischen dem genetischen Programm und dem Organismus, der dadurch codiert wird. Das genetische Programm ist zwar ein Algorithmus für die Entwicklung und Funktion des Organismus (DAVIDSON et al. 2003), aber in keinem Falle ist das eine starre Bauanleitung. Überall sind konditionelle »wenn-dann«-Regelungen eingebaut, die auf Protein-Interaktionen beruhen. Gene regeln einander über ihre Genprodukte, also Proteine, die direkt oder indirekt bestimmen, wann welche Gene transkribiert werden. Das findet innerhalb von Zellen statt, aber am Beispiel von Hormonwirkungen habe ich schon erwähnt, daß eine Zelle von außen Signale bekommen kann. Auch die einfachsten Einzeller können auf Signale von außen reagieren, für die sie spezifische Rezeptorproteine haben. Das klassische Lehrbuchbeispiel ist das lac-Operon vom Darmbakterium *Escherichia coli* (JACOB und MONOD 1961). Dieses lac-Operon ist eine Serie gemeinsam geregelter Gene, die Enzyme für den Lactose-Stoffwechsel codieren. Die Regelung besteht darin, daß diese Enzyme nur dann synthetisiert werden, wenn zwei Bedingungen zutreffen: der übliche Zucker, nämlich Glucose, muß fehlen, und Lactose muß in hinreichender Konzentration im umgebenden Medium vorhanden sein, um als alternative Energiequelle in Frage zu kommen. Das ist eine sinnvolle und zweckmäßige Regelung, mit der auf sparsame Weise für eine eventuelle Notsituation vorgesorgt wird. Die Kenntnis dieses Mechanismus gehört heute zum Abiturwissen, aber welcher Schüler, der das lernt, merkt, daß es hier auf der molekularen Ebene um Entscheidung, Absicht und Vorausplanung geht, und zwar ohne jedes Bewußtsein.

Das Einfachste an diesem Regelmechanismus ist das Element der Voraussicht. Selektion kann nicht nur zu »fest verdrahteten« Anpassungen an grundlegende Bedingungen und Anforderungen leiten, sie kann auch die Mechanismen für bedingte, zeitlich begrenzte Modifikationen erhalten und weiter entwickeln. Beim lac-Operon geht es um eine Anpassung, die über Zellgenerationen hin nicht benötigt wird, aber gerade bei höheren Organismen mit längerer Lebensdauer betreffen die meisten konditionellen Anpassungen Anforderungen, die in jeder Generation oder für kürzere Perioden während der Lebenszeit eines Organismus beantwortet werden müssen. Einmal für das ganze Leben passen sich z. B. viele festsitzende Organismen an den Standplatz an, wo sie mehr oder weniger zufällig zur Entwicklung kommen. Wir kennen das von Pflanzen, aber auch bei Tieren gibt es Beispiele dafür, wie sich je nach den Außenbedingungen unter der Kontrolle ein und desselben Genoms völlig verschiedene Körperformen ausbilden können. Wir sehen einen regelmäßigen Wechsel alternativer Lebensformen bei vielen langlebigen Organismen als Reaktion auf die Abfolge von Sommer und Winter oder Regenzeit und Trockenzeit, und die Zeitskala bedingter Anpassungen kann bis hin zum Mittagsschlaf oder sekundenschnellen Reflexen gehen. Es überrascht nicht, daß viele bedingte Reaktionen mit Interaktionen zwischen Organismen zu tun haben. All das sind Anpassungen, die mehr oder weniger direkt zum Überleben beitragen, und es läßt sich verstehen, wie sie durch Selektion entwickelt und erhalten werden können. Voraussicht ist dabei nichts anderes als lineare Extrapolation aus generationenlanger Erfahrung und laufende Überprüfung der adaptiven Strategie durch ihren Erfolg oder Mißerfolg. Wenn es jedes Jahr im Winter draußen weiß und kalt ist, haben Organismen einen Selektionsvorteil, die sich rechtzeitig darauf einstellen. Wie sie das machen, ob sie Winterschlaf halten, ihr Fell verändern, in wärmere Gegenden abwandern, oder absterben und Keime im Boden hinterlassen, das bestimmt weitgehend der kumulative historische Zufall. Übrigens wird nicht nur die adaptive Reaktion selbst durch Selektion geformt. Selektion bestimmt auch, durch welche Signale die adaptive Reaktion ausgelöst wird. Das sind oft einzelne Faktoren, die als zuverlässiges Merkmal oder als leicht erkennbares Symbol für den Faktor selbst stehen. Viele Bäume erkennen den Zeit-

punkt für den Laubfall an der Tageslänge, und Tiere lernen, auffällige Markierungen in Schwarz und Gelb als Etikett für giftige Organismen zu erkennen. Auch wir Menschen erkennen Situationen anhand von wenigen ausgewählten Signalen, auf die wir eingestellt sind. Durch die Korrelation mehrerer Signale können wir die Sicherheit ihrer richtigen Interpretation enorm erhöhen, aber auch in Entscheidungsschwierigkeiten geraten. Die Effizienz des Informationsflusses verlangt eine Kosten-Nutzen-Berechnung, wie genau die Interpretation von Signalen abgesichert werden soll. Die »semiotische« Informationsübermittlung durch symbolische Signale ist deshalb auch ein perfekter Ansatz für Betrug, und Betrug ist bei Kommunikation allgegenwärtig. Auch dafür ist Bewußtsein nicht nötig.

Individuelle (bedingte) Information und Kommunikation und ihre Abhängigkeit von der genetischen Information ist ein Aspekt des asymmetrischen Verhältnisses zwischen der genetischen Information und dem Organismus. Beide sind auf Gedeih und Verderb aufeinander angewiesen, aber durch die Unumkehrbarkeit des Informationsflusses entsteht in der Evolution zunehmend eine Rollenverteilung zwischen der genetischen Information (»den Genen«) und den Organismen. Die adaptiven Reaktionen von Organismen können nämlich auch so interpretiert werden, daß die Gene den Organismus in die Auseinandersetzung mit der Umwelt vorschicken, um dahinter versteckt unverändert bestehen bleiben zu können. Am deutlichsten ist das bei der phänotypischen Plastizität von krautigen Pflanzen, die je nach den Umweltbedingungen, in denen sie sich entwickeln, völlig verschiedene Formen annehmen können (CLAUSEN et al. 1940, BRADSHAW 1965). In der Pflanzenmasse kann das einen Faktor von tausend ausmachen, und es kann die Blattform bis zur Unkenntlichkeit variieren, und zwar auch bei genetisch identischen Pflanzen, ja, selbst an einer einzigen Pflanze im Laufe ihres Lebens (WELLS und PIGLIUCCI 2000).

Natürlich müssen die bedingten plastischen Reaktionen des Organismus im Genom verankert sein. Dazu muß das Genom evolvieren. Es muß sich verändern, um effektiver konstant bleiben zu können. Diese Veränderung verlangt eine Zunahme der Information. Gene und Schaltelemente für die plastischen Reaktionen müssen hinzukommen, zum Beispiel all die Gene von *Escherichia coli*, mit denen bei Glucosemangel alternative Zucker in den Stoffwechsel eingespeist werden können. Und das hat wieder Konsequenzen. Das gesamte Erbmateriale kann zwar bei Bakterien ein einziges Molekül sein, aber dennoch ist es modular aus Genen aufgebaut. Wenn Gene hinzukommen und die Überlebenschancen des ganzen Genoms vergrößern, ist das etwas grundsätzlich anderes, als wenn verschiedene Versionen eines Gens (Allele) in verschiedenen Individuen um ihre Persistenz konkurrieren. Wenn wir Gene als selbstreplizierende Einheiten betrachten, und nicht ganze Genome, können Genom und Organismus durch den Einbau neuer Gene evolvieren, ohne daß einzelne Gene dazu unbedingt mutieren müssen. Trotzdem kommt es unweigerlich zum Konflikt zwischen Einzelgenen und der Gesamtheit des Genoms. Konflikt bedeutet hier, welche Gene evolvieren, damit andere unverändert bestehen bleiben können, und es bedeutet, daß bei verschiedenen Ebenen einer Hierarchie die Interessen der Gesamtheit nur durch die der Einschränkung der individuellen Eigeninteressen der Einheiten zu erreichen sind. Die funktionelle Integration des Genoms schließt eine freie Konkurrenz der Gene im Genom um Replikationsraten aus. Vergleichbares geschieht übrigens auch wieder bei der Integration von Zellen im vielzelligen Organismus und bei der Integration von Organismen in soziale Gefüge.

Woher kommen eigentlich die neuen Gene? Die meisten sind sicher Kopierfehler. So wie man aus Versehen eine Buchseite zweimal kopieren kann, so kann auch bei der DNA-Replikation ein größeres Stück Sequenz zweimal hintereinander eingebaut werden. Die redundan-

te Kopie kann gelegentlich einmal funktionell sein und dann eventuell eine spezialisierte Funktion oder eine eigene Regelung bekommen. In der Evolution der Prokaryoten (der Einzeller ohne Zellkern, also Bakterien und Archäen) scheint es aber vor allem seit Urzeiten immer wieder vorgekommen zu sein, daß ganze Stücke DNA aus Genomen anderer Arten aufgenommen worden sind (BUSHMAN 2002). Wir kennen verschiedene Mechanismen dafür. Der Extremfall besteht darin, daß ganze einzellige Organismen in andere aufgenommen, aber nicht als Nahrung genutzt werden, sondern in Symbiose mit der Wirtszelle koexistieren. Alle Zellen von Tieren und Pflanzen gehen auf einen derartigen Ursprung zurück. Jede unserer Zellen enthält zwei ganz verschiedene Arten von Genomen, eine in zwei Kopien im Zellkern, ein zweites, winziges Genom in jedem Mitochondrion, einem Zellbestandteil, der vor Milliarden von Jahren als intrazellulärer Symbiont in unseren Zellen gelandet (MARGULIS 1992) und nun unentbehrlich für die Zellatmung ist.

Es kann sich also allerhand genetisches Material in unseren Zellen ansammeln und in unsere Genome eingliedern. Andererseits schaffen es allerhand Gene oder Genkomplexe immer wieder, sich aus Genomen auszugliedern und ein Eigenleben als Parasiten in anderen Zellen oder sogar in anderen Genomen zu führen. Viren, Plasmide und Transposons (sogenannte »springende Gene«) gehören dazu. Ihr individueller Selektionsvorteil ist es, nicht im integrierten Verband der anderen Gene mitspielen zu müssen, sondern von einem Platz im Genom zum anderen, von einem Genom zum anderen, oder von einer Zelle zur anderen springen zu können. Was daraus für verschiedene Gleichgewichtssituationen aus Schaden, Vorteil, Abwehrmechanismen und Tricks, diese Abwehrmechanismen zu unterlaufen, entstehen können, ist zu komplex, um es hier zu beschreiben. Irgendwie muß sich die Situation zwischen einer Konkurrenz aller Gene gegen alle und einer kontrollierten Kooperation einpendeln.

Ein Faktor, der dabei ins Spiel kommt, ist die Genomgröße. Größere Genome mit mehr Genen können zwar flexiblere Reaktionen codieren, sind aber gleichzeitig anfälliger für alle Arten von Mutationen (DRAKE et al. 1998). Es scheint, daß Milliarden Jahre lang mit einer Genomgröße von etwa fünf Millionen Nukleotiden ein Optimum erreicht war. Das bedeutet, daß der Nutzen eines Gens für den Organismus laufend gegen die Nebeneffekte seines Beitrags zur Genomgröße abgewogen werden mußte. Genome von Prokaryoten werden auf Effizienz getrimmt. Nun gibt es aber gelegentlich in der Evolution Neuerungen, die nicht nur kleine Varianten von Vorhandenem sind, sondern »Erfindungen«, die neue Horizonte eröffnen. Das sind die oben erwähnten »major evolutionary transitions«, und eine davon hat die Ökonomie der Genome weitgehend aufgehoben. Dabei geht es um Sexualität, und daß es dazu noch im zwanzigsten Jahrhundert fundamentale neue Einsichten geben sollte (WILLIAMS 1975, MAYNARD SMITH 1978), haben viele lange nicht geglaubt. Sicher war es gerade wegen der zentralen und selbstverständlichen Rolle der Sexualität in unserem Leben, daß wir unsere angeborenen Instinkte dazu für bare Münze genommen haben, ohne zu merken, welche Rolle gerade diese Instinkte bei der Sache spielen.

Die grundlegende evolutionäre Neuerung dazu ist die Meiose. Ursprünglich ist die Meiose ein weiterer zellulärer Mechanismus, mit dem Information in Genomen erhalten bleiben kann. Speziell geht es dabei um die Rekonstruktion einer fehlerfreien Version aus zwei möglicherweise fehlerhaften. Das geschieht durch das Verschmelzen von zwei Zellen zu einer, in der sich die beiden Genome präzise aneinander legen und abschnittsweise Stücke miteinander austauschen (rekombinieren). Es folgt eine Zellteilung, in der die Genome wieder getrennt werden. Das sind aber nicht mehr die beiden Genome, die anfangs vereinigt worden sind, sondern aus diesen beiden Genomen zusammengestückelte neue Versionen. Hatte jedes der Aus-

gangsgenome eine schädliche Mutation, dann können nach dem Stückaustausch in der Meiose in den Tochterzellen fehlerfreie Genome auftreten. Allerdings entstehen dabei reziprok Genome mit beiden Mutationen, die der Selektion anheim fallen.

Dieser Mechanismus, der ursprünglich sicher als Reparaturmechanismus zur Erhaltung unveränderter Genome entstanden ist (SOLARI 2002), hat schließlich genau das Gegenteil erreicht. Man kann sich nämlich leicht ausrechnen, daß bei mehr als einem Fehler pro Genom die Chance, durch ein paar zufällige Stückaustausche eine bestimmte »fehlerfreie« Version zu erhalten, sehr bald gegen null geht. Meiose und sexuelle Fortpflanzung haben sich wegen anderer Vorteile durchgesetzt. Sie können nämlich nicht nur unabhängig entstandene Fehler entfernen (BACHTROG 2003), sondern auch unabhängig entstandene vorteilhafte Mutationen in einem Genom zusammenbringen. Vor allem verlangt sexuelle Fortpflanzung aber eine Abfolge von den vorher üblichen Zellen mit *einem* Genom (»haploide Zellen«) mit Zellen mit *zwei* Genomen (»diploide Zellen«). In diploiden Zellen können nun aber viele nicht funktionierende Allele in einem der Genome durch die funktionierenden Genkopien im anderen Genom weitgehend kompensiert werden. In diploiden Zellen können sich also verschiedene Allele eines Gens verstecken, wenn sie es schaffen, »unentdeckt« durch die haploide Phase zu kommen. Das hat dazu geführt, daß bei vielzelligen Pflanzen und Tieren typischerweise der mehrzellige Körper aus diploiden Zellen besteht und die haploide Generation praktisch auf Keimzellen reduziert wird. Die Möglichkeit, nicht funktionierende Allele zu kompensieren und in jeder Generation die Allelkombinationen zu neuen Genomen zusammenzustellen, wirkt wie ein Hütchenspiel, mit dem die Selektion auf Eigenschaften von Organismen so wenig wie möglich Zugriff auf Allele einzelner Gene bekommt.

Durch diese Toleranz gegenüber »Fehlern« ist bei Organismen mit sexueller Fortpflanzung die strikte Selektion auf die Genomgröße aufgehoben, und doppelt kopierte DNA-Abschnitte können bestehen bleiben (BOWERS et al. 2003). Es sammeln sich damit viele funktionslose Stücke DNA an, die gerade deshalb durch die Selektion nicht erkannt werden und im Laufe der Zeit durch unkontrollierte Kopierfehler langsam zur Unkenntlichkeit degenerieren. Genome von Organismen mit sexueller Fortpflanzung können erstaunlich viel »Informationsabfall« (»junk DNA«, OHNO 1972) ansammeln. Zufällig funktionierende duplizierte Gene können aber im Genom redundante Aufgaben übernehmen und damit das Genom noch weniger anfällig gegen Mutationen in einzelnen Genen machen (PICKETT und MEEKS-WAGNER 1995) oder zu neuartigen organismischen Adaptationen eingesetzt werden (WALSH 1995). Genome höherer Organismen enthalten »Familien« von ähnlichen Genen, die durch Gen-Duplikationen entstanden sind (LANGKJAER et al. 2003). All das geht also ursprünglich auf einen Mechanismus zur Reparatur von Genomen zurück.

Das Resultat von alledem ist es, daß bei diploiden höheren Pflanzen und Tieren mit sexueller Fortpflanzung kein Genom einem anderen gleicht. Die beiden Genome in jeder unserer Zellen unterscheiden sich in Millionen von Nukleotiden, keines der Rekombinationsprodukte in unseren Keimzellen wird einem dieser beiden Genome gleichen, und bei jeder Befruchtung einer Eizelle durch eine Samenzelle entsteht eine völlig neue Kombination von Allelen, die nie vorher da war und nie wiederkommen wird. Organismen mit sexueller Fortpflanzung können »sich« nicht mehr fortpflanzen. Während Prokaryoten sich in zwei genetisch identische Kopien teilen, sterben Eukaryoten (Organismen mit einem membranumschlossenen Zellkern) mit sexueller Fortpflanzung als Individuen, und dabei wird ihre einmalig zusammengestellte genetische Information vernichtet. Mit der sexuellen Fortpflanzung ist der geplante Tod in die Welt gekommen. Ein Mechanismus, der ursprünglich der Persistenz des

Genoms diene, schafft und vernichtet nun immer neue Genome. Dieser Vorgang hat aber einen Sinn. In einer Welt, in der man »rennen muß, so schnell man kann, um auf der Stelle zu bleiben« (VAN VALEN 1973, RIDLEY 1994), ist es nicht verwunderlich, wenn Evolution vom unvermeidbaren Nebeneffekt zum notwendigen Prozeß wird. Sexualität sorgt dafür, daß immer wieder neue Genome entstehen, so daß Antworten auf eine weite Skala von möglichen neuen Anforderungen der unbelebten und besonders der belebten Umwelt angeboten werden. Selbst ein Genom, das unter den derzeitigen Umständen »optimal angepaßt« ist, bleibt nicht erhalten. Allerdings ist dieser Vorgang schon durch seine statistische Zufälligkeit normiert: Die meisten neuen Genome, die in Populationen mit sexueller Fortpflanzung entstehen, werden nicht weit von den bisherigen Genomen abweichen. Wirklich ausgefallene Neukombinationen sind statistisch selten. Die meisten werden durch die Selektion ausgemerzt, aber sie können potentiell auch die originellsten Neuerungen liefern. Nicht vergessen dürfen wir dabei, daß es gerade die diploiden Organismen sind, die am effektivsten individuelle plastische Modifikationen programmieren können und damit den Zugriff der Selektion noch einmal mindern. Durch Sexualität wird genetische Variation geschaffen, die vordergründig einzelne *Allele* dem Zugriff der Selektion entzieht und überleben läßt, die aber gleichzeitig Adaption und Evolution von *Organismen* von einem unvermeidbaren Nebeneffekt zum unvermeidbaren Normalfall macht.

Die Synthetische Theorie der Evolution hat sich noch beinahe ausschließlich auf höhere Organismen mit sexueller Fortpflanzung bezogen. Rekombinationsvorgänge bei Bakterien wurden als eine Art primitiver Sexualität auf dem Weg zur perfekten Meiose angesehen. Erst mit den Resultaten der Molekularbiologie vor vierzig Jahren war eine Reduktionsebene erreicht, die den notwendigen Abstand schaffte, mit dem die revolutionär neuen Konsequenzen der »echten« Sexualität mit Meiose erkannt werden konnten. Das, was wir heute landläufig als Evolution der Organismen betrachten, sind Entwicklungen der letzten halben Milliarde Jahre an der Spitze eines der drei großen Äste vom »Baum des Lebens«, dessen Ursprung wenigstens dreieinhalb Milliarden Jahre zurückliegt. Der Ursprung der Meiose liegt wohl etwa zwei Milliarden Jahre zurück. Selbst von da an hat es also unendlich lange gedauert, bis die Evolution der Organismen mit sexueller Fortpflanzung merklich in die autokatalytische Beschleunigungsphase eingetreten ist, die jetzt voll im Gang ist.

Natürlich ist es eine Folgerung aus dieser neuen Interpretation, daß die fundamentalen Spannungen in unserem Leben, Sexualität und Tod, letzten Endes Konsequenzen eines Mechanismus zur Reparatur von DNA-Information sind. Auch in der Evolutionsforschung war die neue Sicht gewöhnungsbedürftig. Der bestimmende Einfluß der sexuellen Fortpflanzung auf die besonderen Entwicklungen in »unserem«, dem Eukaryoten-Ast der organismischen Evolution ist seit der Mitte der 60er Jahre ein zentrales Thema der Evolutionsforschung. Dazu gehört die Diskussion um die »Einheiten der Evolution« (BRANDON und BURIAN 1984). Der individuelle Organismus konnte keine Grundeinheit sein, denn er ist durch die sexuelle Fortpflanzung doppelt zum Wegwerfprodukt geworden: sein Körper und seine individuelle genetische Konstitution. Wenn überhaupt eine Einheit mit diesem Prozeß ihre Persistenz sichert, dann sind es die Stücke im Genom, die bei der Meiose ausgetauscht werden, eine statistische Einheit, die aber effektiv den Genen (präzis, den Allelen) entspricht (DAWKINS 1976). Implizit war das schon in der Synthetischen Theorie verankert, bei der Evolution als »Veränderung der Allelfrequenzen in Populationen« angesehen wurde. Da aber Allele funktionell in Genomen von Organismen integriert sind und Selektion primär an Eigenschaften von Organismen angreift, war diese Definition eine bequeme, aber beinahe absurde Vereinfachung, mit der ge-

rade die biologisch interessanten Probleme ausgegrenzt wurden. Der Ansatz von DAWKINS, Gene als Einheit der Evolution zu betrachten, die sich der Organismen als Verpackungs- und Transportsysteme bedienen, macht es leichter, Einheiten der Vererbung und Einheiten der Selektion getrennt, aber in ihrer Wechselbeziehung zu verstehen.

Nicht-Biologen haben große Schwierigkeiten damit, daß Gene, also kurze Stücke DNA, selbst im Zusammenspiel einen lebenden Organismus, etwa gar einen denkenden, dazu bringen können, etwas zu tun, oft sogar etwas, das nicht in seinem individuellen biologischen Interesse ist (HAMILTON 1964a, b). Daß dabei Bewußtsein keine Rolle spielt, habe ich schon angedeutet. Immerhin können die angeborenen Verhaltensweisen zur sexuellen Fortpflanzung praktisch jede andere individuelle Adaptation außer Kraft setzen, einschließlich der Nahrungsaufnahme oder des Schutzes vor lebensbedrohenden Gefahren. Man muß nur Enten oder Hasen im März beobachten, um zu begreifen, was für Mittel hier über das Gehirn eingesetzt werden, um die Individuen zur begeisterten und bedingungslosen Kooperation zu zwingen. Das sind Endstadien einer langen Evolution, die einmal damit angefangen hat, daß zwei genetisch leicht verschiedene Zellen miteinander verschmolzen sind, um ihre Genome zu rekombinieren. Von Zwang (vielleicht eher Verführung) zur Kooperation können wir hier sprechen, weil ja praktisch definitionsgemäß die einander ähnlichsten Genome (und damit Organismen) die schärfsten Konkurrenten voneinander sind. Jede Art von Kooperation, besonders Kooperation zum Vorteil des anderen und mit Kosten für den Kooperierenden, also Altruismus, verlangt eine besondere Erklärung (AXELROD und HAMILTON 1981, AXELROD 1984).

Überall bei Pflanzen und Tieren gibt es dann auch immer wieder Ansätze, der sexuellen Fortpflanzung durch genetisch identische Reproduktion zu entkommen, und selbst wir Menschen scheinen tief innen ein sinnloses Verlangen nach »ewigem Leben« durch klonale Reproduktion mit uns zu tragen. Allerdings macht die Evolution der großen und immer fehlerhaften Genome bei diploiden Organismen mit sexueller Fortpflanzung klonale Reproduktion zum Risiko. Es gibt zwar kaum eine Organismengruppe mit sexueller Fortpflanzung, in der nicht auf die eine oder andere Weise hier und da die Meiose bei der Fortpflanzung umgangen wird. In den meisten Fällen werden aber, wie bei Löwenzahn, Wasserflöhen und Blattläusen, nur klonale Generationen zwischen gelegentliche oder regelmäßige sexuelle Fortpflanzung eingeschoben, um unter günstigen Umweltbedingungen schnell große Populationen aufbauen zu können. Konsequente asexuelle Vermehrung über Millionen Jahre hin scheint bei ursprünglich sexuellen Organismen nur in ganz wenigen Fällen zu funktionieren. Wie sie das schaffen, ohne daß die Genome eine untragbare Bürde an Mutationen ansammeln, ist noch nicht voll geklärt (JUDSON und NORMARK 1996, MARK WELCH und MESELSON 2000). Eine Alternative, nämlich durch Inzucht einheitliche invariante Genome zu erzielen, die dann auch keine Meiose ändern kann, gelingt gelegentlich, vor allem bei Pflanzen, die mit einem verschwenderischen Überschuß an Nachkommen der Selektion trotzen. Bei Tieren mit wenig Nachkommen pro Individuum sind die selektiven Kosten in der Regel untragbar, weil auf dem Weg zum einheitlichen Genom durch Inzucht alle versteckten genetischen Fehler sichtbar werden. Der Anteil dieser nachteiligen Gene im Genom pendelt sich so ein, daß die genetische Bürde an tödlichen und schädlichen Genkombinationen, die auch ohne Inzucht mit berechenbarer Häufigkeit auftreten, für die Population tragbar ist (McCUNE et al. 2002).

Die Ansicht, daß Gene die Einheiten der Evolution sind, hat durchaus ihre Berechtigung. Allerdings ist die Suche nach einer bestimmten Einheit der Evolution selbst ein Zugeständnis an veraltete Denkmuster. Sie impliziert, daß Information, um die es ja geht, in definierte Einheiten einteilbar ist. Erstaunlicherweise ist die genetische Information relativ problemlos in

Gene einteilbar. Das beruht auf dem Transkriptionsmechanismus, der nicht von einem Ende des Genoms zum anderen durchläuft, sondern durch bestimmte Signale auf Startpunkte von Genen gelenkt wird, die einzelnen Proteinmolekülen entsprechen. Schon das lac-Operon von *E. coli*, bei dem Information für mehrere verschiedene Proteine von einem Startpunkt aus transkribiert wird, zeigt aber, daß die Standard-Gen-Struktur abgewandelt werden kann und nur wegen ihrer Flexibilität überall der Regelfall geblieben ist. Ähnliches gilt für die Struktureinheiten Zelle, Individuum und Art.

Die tief verwurzelte intuitive Vorstellung, daß die »Art« eine axiomatische Grundeinheit lebender Systeme ist, hat DARWIN durch den Nachweis allgemeiner (erblicher und selektierbarer) Variation zwischen Individuen ersetzt. Nach DARWIN mußte nicht mehr die Wandelbarkeit von Arten, sondern ihre anscheinende Konstanz erklärt werden. Es ist deutlich, daß auch die Entstehung und (temporäre) Einheitlichkeit von Arten eine direkte Konsequenz der sexuellen Fortpflanzung ist. Wenn Organismen nur dann ihre Gene weitergeben können, wenn sie ihre Keimzellen mit denen anderer Individuen verschmelzen, müssen sie erkennen können, welche anderen Individuen Genome haben, die mit den eigenen kompatibel sind und eine meiotische Rekombination zulassen. Das verlangt eine genetische Normierung, die mit einer art-spezifisch normierten Morphologie und Lebensweise korreliert ist. Es verlangt auch Signale zur Partnererkennung. Potentielle Partner müssen signalisieren, daß sie der richtigen Art und dem passenden Geschlecht angehören und fortpflanzungsfähig sind. Daß das zugleich ein Pokern um die »bestmöglichen« Partner, also eine besondere und besonders effektive Art der Selektion, »sexuelle Selektion«, ermöglicht, hat schon DARWIN deutlich erkannt. Von den Bestäubungsmechanismen bei Pflanzen bis zum Balzverhalten von Tieren entstehen daraus die verschiedensten, manchmal bizarren Kommunikationsmuster und die dazu gehörigen Merkmale und Verhaltensweisen.

Für uns ist die biologische Art also alles andere als eine Grundeinheit. Solche Arten gibt es nur bei Organismen mit sexueller Fortpflanzung und auch da entstehen sie in einem labilen Gleichgewicht zwischen den integrierenden Faktoren der Partnerfindung und den auflösenden Faktoren der in alle möglichen Richtungen tastenden Rekombination und Selektion (CLAUSEN und HIESEY 1960). Von der Art als einer axiomatischen Grundeinheit der Biodiversität kann keine Rede sein. Die biologische Art ist ein Paradebeispiel für eine abgeleitete, virtuelle Einheit, die als statistisch definierte Gruppe von Genomen zwischen stabilisierender und gerichteter Selektion an vorderster Front einer unaufhaltsamen Evolution steht. Weil die Individuen für die Persistenz ihrer Gene auf die Existenz anderer Individuen mit kompatiblen Genomen angewiesen sind, sind sie gezwungen, in Populationen oder Arten mit ihren schärfsten Konkurrenten zu kooperieren.

Die widersprechenden Tendenzen der Normierung und der Veränderung, der Konkurrenz und der Kooperation, die auf jedes Individuum drücken, müssen in ein halbwegs stabiles Gleichgewicht münden, oder die Art stirbt aus. So ein Gleichgewicht wird eine »evolutionär stabile Strategie« (MAYNARD SMITH 1982) genannt. Das ist ein Satz von angeborenen Spielregeln, der selbstregulierend stabil gegen abweichendes Verhalten ist. Die unendlich vielen Variationen, wie verschiedene Arten dieses Problem lösen, machen die vergleichende Biologie so faszinierend. Kooperation zwischen Individuen, vor allem, wenn diese Individuen dazu ihr Konkurrenzverhalten überwinden müssen, verlangt effektive Kommunikation. Ausgehend vom Paarungsverhalten können sich Fähigkeiten zur sozialen Kooperation dann auch auf andere Lebensbereiche ausdehnen. Vorsorge für den Nachwuchs, Gestaltung und Verteidigung des Lebensraums und Beutefang können kooperativ stattfinden, immer mit viel Vorsicht,

denn selbst wenn die soziale Integration den einzelnen Individuen einen Mehrwert bringt, selbst da, wo sie für die Individuen lebensnotwendig ist, muß sie sich mit der unvermeidlichen innerartlichen Konkurrenz arrangieren (WEST et al. 2002). Erst in den letzten Jahrzehnten haben wir gelernt, die evolutionäre Problematik von bisher als selbstverständlich angesehenen Vorgängen zu erkennen. In der Öffentlichkeit ist diese Arbeitsrichtung der Evolutionsbiologie als »Soziobiologie« (WILSON 1975) kontrovers aufgenommen worden. Schuld daran war zum großen Teil der Zustrom zur Soziobiologie von naiven Neulingen, die den alten Fehler der »Adaptationisten« aufleben ließen, alles in der Biologie, hier also alle Verhaltensweisen, ungeprüft als optimale Anpassungen zu erklären (ORZACK und SOBER 2001, die klassische Kritik bei GOULD und LEWONTIN 1979). Dahinter steht auch sicher der Wunsch, Verhaltensregeln, eine verbindliche Ethik, objektiv aus der Natur ableiten zu können, der dann dahin abgleiten kann, beliebige Verhaltensweisen als natürlich gegeben und damit als verzeihlich oder gar erforderlich anzusehen. Anstatt den Fehler im Argument zu erkennen, hat sich die Gegenreaktion oft darauf versteift, die genetische Beeinflussung von Verhalten grundsätzlich abzuleugnen. Beide Seiten versuchen, die Welt nach ihren Wünschen zu vereinfachen (LALAND und BROWN 2002).

Wie stereotyp viele Verhaltensmuster genetisch programmiert sind, kann man am besten daran erkennen, daß sie auch dort, wo sie direkt schädlich sind, nicht abgeschaltet oder verändert werden können. Grasfrösche schnappen nach allem in einem bestimmten Größenbereich, was sich bewegt. Seit Jahrmillionen ist das für diese Frösche voll ausreichend, um die passende Nahrung zu bekommen. Sieht der Frosch ein Insekt durch eine Glasscheibe, dann wird er zuschnappen. Anstatt mit Futter belohnt zu werden, wird er seinen Kopf mit Gewalt gegen die Scheibe schlagen. Das ist aber nicht in seinem evolutionären Erfahrungsschatz eingebaut, und er hat keine Möglichkeit, zu begreifen, was da los ist. Wenn man es zuläßt, wird der Frosch immer wieder zuschnappen, bis er seine Schnauze zu einem blutigen Brei haut. Er kann nicht anders.

Ich habe mir sagen lassen, daß Erdkröten nach ein paar Versuchen merken, daß sie falsch handeln und nicht wieder gegen dieselbe Stelle schlagen, sondern es schließlich sogar schaffen, die Glasscheibe zu umgehen. Wenn das stimmt, wäre es interessant, die neurale Basis dafür zu finden. Der Unterschied zum Verhalten des Frosches wäre erstaunlich. Individuelles Lernen, also die Anpassung von Verhaltensweisen an die Umstände, und sei es durch Probieren und Irrtum, ist völlig verschieden von evolutionärem Lernen, bei dem diejenigen überleben, die als erbliche Abweichung ein stereotypes Verhalten zeigen, das zufällig den neuen Umständen angepaßt ist. Individuelles Lernen ist das neurobiologische Äquivalent zur kurzzeitigen Anpassung des Stoffwechsels an verschiedene Umweltansprüche. Vorgebildet finden wir das bei Einzellern, aber was daraus bei Vielzellern, vor allem bei höheren Tieren (BONNER 1983) und beim Menschen, wird, ist um Größenordnungen komplexer. Dabei wird die Fähigkeit zum Erkennen von Situationen und das Repertoire an möglichen Reaktionen darauf sehr viel flexibler und detaillierter, aber sie bleibt im Grunde auf das erfahrungsgemäß Notwendige beschränkt. Für die meisten Organismen sind die neuen Situationen, auf die sie richtig zu reagieren lernen können, alle in der Skala von Situationen, die in der Geschichte der Art immer einmal wieder eine Rolle spielen. Daß ein Frosch anscheinend durch Erfahrung lernen kann, nicht nach Wespen zu schnappen, während er bei einer Glasscheibe im Blickfeld hilflos ist, wäre ein Beispiel dafür, und es ist dann eher überraschend, wieso die Kröte mit der Glasscheibe umgehen kann. An solchen Punkten kann die experimentelle Überprüfung der Theorie einsetzen.

Lernen durch Probieren ist eine der vielen Formen individueller Plastizität. Lernen durch Nachahmung ist ein Schritt, der vielleicht neurobiologisch nicht so weit davon entfernt ist, der aber für die Evolution eine der »major transitions« ist. Durch Nachahmung können individuelle Erfindungen vererbt werden, und zwar auf einem grundsätzlich anderen Wege als angeborene Fähigkeiten. Die faszinierende genetische Evolution der Organismen darf uns nicht vergessen machen, daß sie, in Generationen gemessen, ein sehr langsamer Vorgang ist, der auf allen Ebenen eine Grundtendenz zum Beharren überwinden muß. Es kann praktisch alles erblich festgelegt werden, einschließlich komplexer Verhaltensweisen. Genetisch scheint da bei genügend langer Zeit und konstantem Selektionsdruck kaum eine Grenze zu sein, aber bis etwas ins Erbgut gelangt, muß es eine sehr intensive Prüfung durch die Selektion bestehen. Daß erworbene Eigenschaften nicht direkt erblich werden können, ist wichtig. Alle Anpassungen sind nur zeitlich begrenzt sinnvoll. Der Zugang einer Anpassung zum Erbgut ist im Laufe der Evolution auch nie leichter geworden. Dadurch werden nur diejenigen individuellen Anpassungen durch erbliche ersetzt, die über sehr viele Generationen hin nützlich waren und deshalb wohl auch noch über Generationen hin nützlich bleiben. Im Rahmen des Machbaren hat sich das bewährt. Es hat sich deshalb auch eine erbliche Fähigkeit zum individuellen Lernen ausgebildet, aber keine Vererbung von individuell Erlerntem.

Wir haben gesehen, daß in der Biologie von Anfang an zwei Arten der Information nebeneinander vorliegen, die eine, die im Genom festliegt, und die andere, die individuell in Organismen entsteht. Indem diese Information es über den Lernvorgang schafft, sich unabhängig von der Weitergabe der genetischen Information zu replizieren, hat sie sich weitgehend von der genetischen Information emanzipiert. Jetzt beginnt eine neue Evolution, die zwar noch von Organismen und damit von der genetischen Information abhängt, die aber ihre eigene Dynamik und ihre eigene Geschwindigkeit hat. Diese neue Information ist zwar nicht erst mit dem Menschen entstanden, aber ihre Evolution findet praktisch innerhalb der Menschheit statt. Es besteht überhaupt kein Zweifel daran, daß wir Menschen in der Evolution eine besondere Rolle spielen. Die Frage ist nur, welche. Wir haben oben die prekäre Rolle der höheren Organismen mit sexueller Fortpflanzung in der Evolution gesehen. Von der einen Seite werden sie manipuliert, um dem Versteckspiel zu dienen, mit dem Allele ihre identische Persistenz sichern wollen, auf der anderen Seite müssen sie sich einem höheren Sozialverband unterordnen, weil die Genrekombination Zusammenarbeit fordert. Dazu werden sie mit den nötigen Fähigkeiten ausgestattet, zu denen Kommunikation gehört. Kaum ist an einer Stelle die Kommunikationsfähigkeit hinreichend entwickelt, da beginnt sich diese Information zu verselbständigen. Wie überall in der Evolution, wo Abhängigkeiten bestehen, ist es schwierig festzustellen, wer wen manipuliert. Erfolgreiche Manipulation durch Gene (»von unten«) oder durch den Sozialverband (»von oben«) entgegen den individuellen Interessen erkennt man oft daran, daß der Abhängige in fester Überzeugung, für sich selbst zu handeln, eine tiefe Befriedigung dabei empfindet, das zu tun, was ihm aufgezwungen wird. Die sexuelle Fortpflanzung ist das eindrucksvollste Beispiel dafür. Ich fürchte, unser Drang, ungeprüft übernommene Meinungen mit Nachdruck zu vertreten, und sei es bis zum Märtyrertum, und eine tiefe Befriedigung zu fühlen, wenn wir damit Erfolg haben, ist ein Zeichen dafür, wie weit wir hier Werkzeuge im Kampf der Meinungen (und nur mittelbar im Kampf der Meinungsmacher) sind.

Richard DAWKINS (1976, 1989) hat diesen Kampf der Meinungen als erster im evolutionären Zusammenhang dargestellt. In Analogie zu den Genen als Einheiten der genetischen Information hat er den Ausdruck »Meme« (auf Deutsch auch »Mneme«) für die Einheiten der

individuellen Information geprägt. Was er damit meint, sind Stücke Information, die von einer Person zur anderen weitergereicht werden, und mit anderen Stücken Information um ihr Bestehen konkurrieren. Sprichwörter, Lieder, Melodien, graphische Ikone, Stilmerkmale und Ideen gehören dazu. Obwohl es praktisch ist, ein gemeinsames Wort für dieses Phänomen zu haben, bin ich nicht sehr glücklich darüber. Wir wissen nämlich noch nicht, ob wir in der individuellen Information Einheiten so deutlich erkennen können wie in der genetischen Information. Wenn wir diesen hypothetischen Einheiten einen Namen geben, engen wir die Untersuchung nach der Struktur der individuellen Information auf die Suche nach diesen Einheiten ein, ob sie nun da sind oder nicht. Wir haben aus historischen Gründen in der Evolutionslehre ähnliche Probleme mit den Ausdrücken »Art« (BACHMANN 1998, WILSON 1999) und neuerdings »Merkmal« (WAGNER 2001). Wir sollten daraus lernen, vorsichtig zu sein.

Das alles ändert nichts daran, daß es eine individuelle oder kulturelle Information gibt, bei der eine gnadenlose Konkurrenz um das Persistieren besteht, und daß wir alle, zumindest zeitweise, auch persönliche Nachteile in Kauf nehmen, um Ideen zu propagieren, die sicher nicht wahr sind. Wie der Princeton-Philosoph Harry FRANKFURT (1988) in seinem Essay *On Bullshit* feststellt, ist es bei einem guten Teil unserer Kommunikation irrelevant, ob sie wahr oder nicht wahr ist. Selektion zwischen Aussagen beruht darauf, wie effektiv sie sind, und das ist ein genauso relatives Maß wie die Darwinsche Fitness bei der genetischen Information. Übrigens implizieren diese Überlegungen, daß es objektive »Wahrheit« gibt. Auf wahre (realitätskonforme) Information sind Organismen vor allem im Umgang mit der unbelebten Natur angewiesen, und Mechanismen zur Wahrheitsfindung spielen wohl auch bei der Kommunikation zwischen Organismen gelegentlich eine Rolle. Zum Beispiel scheint es, daß unsere heimischen Vögel hilflos gegen ein Kuckucksjunges im Nest sind. Das überproportionierte Kuckucksjunge scheint sogar effektiver im Stimulieren von Kinderpflege zu sein als die eigenen Jungen. Dabei läßt sich zeigen, daß unter Umständen durchaus Mechanismen zur Erkennung und Abwehr von Nestparasitismus entstehen können (LANGMORE et al. 2003), aber die entsprechende Selektion kommt nur unter bestimmten Umständen zum Tragen. In vielen Fällen stellt sich ein relativ stabiles Gleichgewicht zwischen Betrug und Sich-Betrügen-Lassen ein (TAKASU et al. 1993).

Wir Menschen haben es mit der akkumulierten Ansammlung von Verhaltensreaktionen auf den verschiedensten Ebenen zu tun, von angeborenen Reflexen bis zu rationalem Denken. Die Werbeindustrie ist das deutlichste Beispiel für die Manipulierbarkeit und Manipulation durch Kommunikation. Obwohl viele von uns die meisten manipulativen Tricks der Werbung durchschauen, sind wir dadurch anscheinend kaum weniger manipulierbar. Rationale Einsicht macht das Leben keineswegs gemütlicher, aber wir sind von ihr abhängig, um in der kulturellen und technischen Evolution bestehen zu bleiben. Die ist zwar unser Werk, aber als natürlicher Teil der Evolution ist sie nicht geplant und nicht aufzuhalten, sondern folgt ihrer Eigendynamik. Natürlich würden wir gerne wissen, wo das alles hinführt, aber alles, was wir tun können, ist, die Kräfte zu erkennen, aus denen sich die naturgesetzlichen Spielregeln ergeben und sie auf die bestehenden Randbedingungen anzuwenden. Daraus können wir die derzeitigen Richtungen der Evolution extrapolieren. Mehr ist theoretisch nicht drin. Natürlich reizt es, diese Extrapolation zu versuchen, und da wir ohnehin keinen Einfluß darauf haben, ist das ein intellektuelles Spiel ohne Verpflichtung.

Wir haben in den letzten Jahrzehnten erkannt, daß Information die treibende Kraft ist, und daß zwischen den verschiedenen voneinander abhängigen hierarchischen Ebenen von Infor-

mation und Informationsträgern ein andauerndes Tauziehen um ihre relative Selbständigkeit besteht. Noch hängen sie alle letztendlich von der genetischen Information ab. Würde die Replikation der genetischen Information stoppen (würde alles Leben aussterben), dann würde alle Informationsweitergabe enden und alle vorhandenen Informationsträger würden schließlich zerfallen. Auch die raffiniertesten neuen Formen der Informationsübertragung hängen noch davon ab, daß es Menschen gibt, die sie bedienen. Wie überall, ist es auch hier die Frage, wer wen kontrolliert und manipuliert, und natürlich sollen wir denken, daß wir in Kontrolle sind. Inzwischen ist die Situation aber schon fast halbe/halbe, denn wir sind jetzt von unserer Technologie beinahe genauso abhängig wie unsere Technologie von uns. Im großen und ganzen fühlen wir uns dabei übrigens recht wohl und finden, daß es uns besser geht als je zuvor. Nostalgie zum Beharren ist immer dabei, aber dort, wo technischer Fortschritt direkt und individuell zur Befriedigung von Bedürfnissen beiträgt, akzeptieren wir ihn ohne Bedenken, und jeder, der auf die Idee kommt, dagegen zu sprechen, wird als weltfremd abgestempelt. Das stellt Weichen, und dabei steuern wir auf die nächste »major transition« hin, weil wir uns inzwischen alle Mühe geben, unsere Erfahrungen auf Apparate zu übertragen, die, anders als z. B. Bücher, selbst die eingespeisten Algorithmen umsetzen können. Wir verknüpfen die künstliche Lagerung von Information mit den Werkzeugen und Arbeitshilfen, die auf dieser Information beruhen und die zur Anwendung dieser Information dienen. Wir schließen uns als notwendige Mittler aus dieser Verbindung aus und genießen die Freiheit, die wir dadurch bekommen. Noch glauben wir, alles fest in der Hand zu haben, und beginnen erst langsam zu verstehen, daß unsere Artefakte uns immer öfter erfolgreich Konkurrenz in der Lagerung und Umsetzung von Information machen (SCHAEFFER 2003). In den wenigen Fällen, in denen Menschen bewußt gegen die Konkurrenz von Maschinen aufgestanden sind, haben sie sich jedes Mal lächerlich gemacht. Mit dem Namen »Ludditen« werden bornierte Technik-Gegner belegt, die zu beschränkt sind, mit der Zeit zu leben (HAYES 2003). Das bezieht sich auf die Aufstände der englischen Weber im Frühjahr 1812, die sich durch die Einführung von Webmaschinen in ihrer Existenz und Menschenwürde bedroht fühlten. Sie ahnten nicht, daß sie gegen ein Naturgesetz ankämpften und nicht gewinnen konnten. Diese Interpretation ist kein Aufruf zum Sozialdarwinismus, der ja ohnehin auf einer opportunistischen Fehlinterpretation von DARWINS Theorie beruhte. Es ist eine Feststellung über die Rahmenbedingungen, die den gestalterischen Freiraum der Menschheit einschränken. Wir haben gar keine andere Wahl, als am technischen Fortschritt mitzuarbeiten und entgegen unseren Instinkten Kosten und Nutzen davon möglichst fair zu verteilen. Und wir können das auf keine andere Weise, als wir es schon immer machen, nämlich durch die endlose möglichst friedliche Auseinandersetzung zwischen vielen einander widersprechenden Meinungen. Damit sind wir aber auch Systemzwängen ausgeliefert. Es läßt sich sicher nicht verhindern, daß wir in Bälde den ersten Roboter haben werden, der sich selbst nachbauen kann. Dann wird der »individuelle« Informationsfluß einen weiteren Schritt zur Unabhängigkeit von der genetischen Information getan haben. Wir werden das als eine der größten Leistungen der Menschheit feiern, und das zu Recht. Mit diesem Schritt hat die lebende Information begonnen, sich von ihrer Abhängigkeit von den engen Grenzen der konservativen genetischen Information loszusagen. Und wir, die Menschen, waren unter allen Organismen auf der Erde ausersehen, ihr dabei helfen zu dürfen.

Literatur

- AXELROD, R.: *The Evolution of Cooperation*. New York: Basic Books 1981
- AXELROD, R., and HAMILTON, W. D.: The evolution of cooperation. *Science* 211, 1390–1396 (1981)
- BACHMANN, K.: Species as units of diversity: an outdated concept. *Theory Biosci.* 117, 213–230 (1998)
- BACHTROG, D.: Adaptation shapes patterns of genome evolution on sexual and asexual chromosomes in *Drosophila*. *Nature Genet.* 34, 215–219 (2003)
- BALDAUF, S. L., PALMER, J. D., and DOOLITTLE, W. F.: The root of the universal tree and the origin of eukaryotes based on elongation factor phylogeny. *Proc. Natl. Acad. Sci. USA* 93, 7749–7754 (1996)
- BERMAN, H. M., GOODSSELL, D. S., and BOURNE, P. E.: Protein structures: from famine to feast. *Amer. Scientist* 90, 350–359 (2002)
- BONNER, J. T.: *The evolution of culture in animals*. Princeton: Princeton University Press 1983
- BOWERS, J. E., CHAPMAN, B. A., RONG, J., and PATERSON, A. H.: Unravelling angiosperm genome evolution by phylogenetic analysis of chromosomal duplication events. *Nature* 422, 433–438 (2003)
- BRADSHAW, A. D.: Evolutionary significance of phenotypic plasticity in plants. *Adv. Genet.* 13, 115–155 (1965)
- BRANDON, R. N., and BURIAN, R. M. (Eds.): *Genes, Organisms, and Populations: Controversies over the Units of Selection*. Cambridge, MA: The MIT Press 1984
- BUSHMAN, F.: *Lateral DNA Transfer: Mechanisms and Consequences*. Cold Spring Harbor: Cold Spring Harbor Laboratory Press 2002
- CELLO, J., PAUL, A. V., and WIMMER, E.: Chemical synthesis of poliovirus cDNA: generation of infectious virus in the absence of natural template. *Science* 297, 1016–1018 (2002)
- CLAUSEN, J., and HIESEY, W. M.: The balance between coherence and variation in evolution. *Proc. Natl. Acad. Sci. USA* 46, 494–596 (1960)
- CLAUSEN, J., KECK, D., and HIESEY, W. M.: *Experimental Studies on the Nature of Species. I. Effect of Varied Environments on Western North American Plants*. Washington, D.C.: Carnegie Institution of Washington 1940
- DAWKINS, R.: *The Selfish Gene*. Oxford, UK: Oxford University Press 1976, 2. erweiterte Auflage 1989
- DAVIDSON, E. H., MCCLAY, D. R., and HOOD, L.: Regulatory gene networks and the properties of the developmental process. *Proc. Natl. Acad. Sci. USA* 100, 1475–1480 (2003)
- DRAKE, J. W., CHARLESWORTH, B., CHARLESWORTH, D., and CROW, J. F.: Rates of spontaneous mutation. *Genetics* 148, 1667–1686 (1998)
- EIGEN, M.: *Steps Towards Life: A Perspective on Evolution*. Oxford: Oxford University Press 1992
- FRANKFURT, H.: On bullshit. In: FRANKFURT, H.: *The Importance of What We Care About*; pp. 117–133. Cambridge: Cambridge University Press 1988
- GOULD, S. J., and LEWONTIN, R. C.: The spandrels of San Marco and the Panglossian paradigm: a critique of the adaptationist programme. *Proc. R. Soc. Lond. Ser. B Biol. Sci.* 205, 581–598 (1979)
- HAMILTON, W. D.: The genetical evolution of social behavior. *J. Theor. Biol.* 7, 1–16 and 17–52 (1964 a, b)
- HAYES, B.: Resistance is feudal. *Amer. Scientist* 91, 261–264 (2003)
- HEYLIGHEN, F.: The growth of structural and functional complexity during evolution. In: HEYLIGHEN, F., and AERTS, D. (Eds.): *The Evolution of Complexity*. Kluwer Academic Publishers 1996
- HOFFMEYER, J.: Biosemiotics: Towards a new synthesis in biology. *Eur. J. Semiotic Studies* 9, 355–376 (1997)
- HOLLAND, H. D. (Ed.): *The Chemical Evolution of the Atmosphere and Oceans*. Princeton NJ: Princeton University Press 1984
- HOOD, L., and GALAS, D.: The digital code of DNA. *Nature* 421, 444–448 (2003)
- JACOB, F., and MONOD, J.: Genetic regulatory mechanisms in the synthesis of proteins. *J. Mol. Biol.* 3, 318–356 (1961)
- JUDSON, P. O., and NORMARK, B. B.: Ancient asexual scandals. *Trends Ecol. Evol.* 11, 41–46 (1996)
- KENNEDY, D.: DNA. One teacher's reflection (Editorial). *Science* 300, 213 (2003)
- KING, J., HAASE-PETTINGELL, C., and GOSSARD, D.: Protein folding and misfolding. *Amer. Scientist* 90, 445–453 (2002)
- LALAND, K. N., and BROWN, G. R.: *Sense and Nonsense. Evolutionary Perspectives on Human Behavior*. Oxford: Oxford University Press 2002
- LANGKJAER, R. B., CLIFTEN, P. F., JOHNSTON, M., and PISKUR, J.: Yeast genome duplication was followed by asynchronous differentiation of duplicated genes. *Nature* 421, 848–852 (2003)
- LANGMORE, N. E., HUNT, S., and KILNER, R. M.: Escalation of a coevolutionary arms race through host rejection of brood parasitic young. *Nature* 422, 157–160 (2003)
- MARGULIS, L.: Biodiversity: Molecular biological domains, symbiosis and kingdom origins. *Biosystems* 27, 39–51 (1992)
- MARK WELCH, D., and MESELSON, M.: Evidence for the evolution of bdelloid rotifers without sexual recombination or genetic exchange. *Science* 288, 1211–1215 (2000)
- MARTIN, W., and RUSSELL, M. J.: On the origins of cells: a hypothesis for the evolutionary transitions from abiotic geochemistry to chemoautotrophic prokaryotes, and from prokaryotes to nucleated cells. *Phil. Trans. R. Soc. Lond. B* 358, 59–85 (2003)

- MAYNARD SMITH, J.: *The Evolution of Sex*. Cambridge, UK: Cambridge University Press 1978
- MAYNARD SMITH, J.: *Evolution and the Theory of Games*. Cambridge: Cambridge University Press 1982
- MCCUNE, A. R., FULLER, R. C., AQUILINA, A. A., DAWLEY, R. M., FADOOL, J. M., HOULE, D., TRAVIS, J., and KONDRASHOV, A. S.: A low genomic number of recessive lethals in natural populations of bluefin killifish and zebrafish. *Science* 296, 2398–2401 (2002)
- OHNO, S.: So much junk DNA in our genomes. *Brookhaven Symposium in Biology* 23, 366–370 (1972)
- OLSEN, G. J., and WOESE, C. R.: Ribosomal RNA: a key to phylogeny. *FASEB J.* 7, 113–23 (1993)
- ORZACK, S. H., and SOBER, E. (Eds.): *Adaptationism and Optimality*. Cambridge, UK: Cambridge University Press 2001
- PICKETT, F. B., and MEEKS-WAGNER, D. R.: Seeing double: appreciating genetic redundancy. *Plant Cell* 7, 1347–1356 (1995)
- PROVINE, W. B.: *The Origins of Theoretical Population Genetics*. Chicago: Chicago University Press 1971
- RIDLEY, M.: *The Red Queen*. London: MacMillan 1994
- SCHAEFFER, J.: Tangled up in blue. *Amer. Scientist* 91, 276–278 (2003)
- SCHOPF, J. W.: The oldest fossils and what they mean. In: SCHOPF, J. W. (Ed.): *Major Events in the History of Life*; pp. 29–63. Boston: Jones and Bartlett 1992
- SHANNON, C. E.: A mathematical theory of communication. *Bell System Techn. J.* 27, 379–423 and 623–656 (1948)
- SOLARI, A. J.: Primitive forms of meiosis: the possible evolution of meiosis. *Biocell* 26, 1–13 (2002)
- SZATHMÁRY, E., and MAYNARD SMITH, J.: The major evolutionary transitions. *Nature* 374, 227–232 (1995)
- TAKASU, F., KAWASAKI, K., NAKAMURA, H., COHEN, J. E., and SGHIGESADA, N.: Modeling the population dynamics of a cuckoo-host association and the evolution of host defences. *Amer. Nat.* 142, 819–839 (1993)
- VAN VALEN, L.: A new evolutionary law. *Evol. Theory* 1, 1–30 (1973)
- WAGNER, G. P. (Ed.): *The Character Concept in Evolutionary Biology*. London: Academic Press 2001
- WALSH, J. B.: How often do duplicated genes evolve new functions? *Genetics* 139, 421–428 (1995)
- WEGNER, D. M.: *The Illusion of Conscious Will*. Cambridge, MA: MIT Press 2002
- WELLS, C. L., and PIGLIUCCI, M.: Adaptive phenotypic plasticity: the case of heterophylly in aquatic plants. *Persp. Plant Ecol. Evol. Syst.* 3, 1–18 (2000)
- WEST, S. A., PEN, I., and GRIFFIN, A. S.: Cooperation and competition between relatives. *Science* 296, 72–75 (2002)
- WICKEN, J. S.: Thermodynamics, evolution, and emergence: ingredients for a new synthesis. In: WEBER, B. H., DEPEW, D. J., and SMITH, J. D. (Eds.): *Entropy, Information, and Evolution*; pp. 139–169. Cambridge, Mass.: MIT Press 1988
- WILLIAMS, G. C.: *Sex and Evolution*. Princeton, N. J.: Princeton University Press 1975
- WILSON, E. O.: *Sociobiology. The New Synthesis*. Cambridge, Mass.: Harvard University Press 1975
- WILSON, R. A. (Ed.): *Species. New Interdisciplinary Essays*. Cambridge, Mass.: MIT Press 1999
- YARUS, M.: Primordial genetics: phenotype of the ribocyte. *Annu. Rev. Genet.* 36, 125–151 (2002)

Prof. Dr. Konrad BACHMANN
Leiter der Abteilung Taxonomie i.R.
IPK Gatersleben
Corrensstraße 3
06466 Gatersleben
Bundesrepublik Deutschland
Tel.: +49 39482 5465/5270
Fax: +49 39482 5155
E-Mail: bachmann@ipk-gatersleben.de

Diskussion I

WOBUS, U.: Der Vortrag ist vom Einfachen zum Komplexen, d. h. zum Menschen, gegangen. Es gibt genügend Stoff zum Nachfragen.

TANNER: Meine Frage bezieht sich auf Genetik und Patentrecht. Es gibt den Streit um das sogenannte Stoffpatent und dessen Reichweite. Meine Frage knüpft an die Feststellung an, daß die Biologie eigentlich eine Informationswissenschaft ist oder sich als solche strenggenommen verstehen muß. Welche Rolle spielt dann aber der Stoff als Träger? Es gibt eine lange Diskussion darüber, was Information ist. Ist sie abhängig vom Träger? Herr BACHMANN, Ihr Ausblick legt nahe, daß die Information in einer gewissen Weise vom Träger unabhängig ist. Wenn für die Biologie die genetische Information das Entscheidende ist – und nicht mehr die Substanz –, dann bricht hier das ganze Patentrecht in sich zusammen, weil es am Stoffpatent orientiert ist.

BACHMANN: Um diese Frage sachgerecht zu beantworten, müßte ich wohl eine Stunde sprechen. Zweifellos ist die Information in gewisser Weise vom Träger unabhängig (z. B. können wir ein Gen als Buchstabenfolge im Computer aufbewahren), aber für den angezielten Adressaten (hier: die Zelle) muß die Information vom passenden Träger übermittelt werden. Das Problem muß also für jeden Träger und jede Art von Information einzeln untersucht werden, was hier nicht möglich ist.

REICH: In der ersten Zeit, als die Soziobiologie mit dem berühmten Buch von WILSON aufkam, sprach man noch von sogenannten Verhaltensgenen. Man hatte damals aus den Beobachtungen gefolgert, daß es Gene geben müsse, die das Verhalten, etwa bei den staatenbildenden Insekten, streng programmieren. Der Streit ging dann, ob es möglich ist, daß das Verhalten genetisch kodiert ist. Heutzutage beschreibt WILSON das komplizierter. Er sagt nicht mehr, daß es ein Gen gibt, das ein Verhaltensgen ist, sondern beschreibt, daß das Verhalten als Ganzes in einen komplizierten Prozeß um das gesamte Individuum herum eingebettet ist. Hat man mit den Techniken der modernen Molekulargenetik tatsächlich einmal etwas gefunden, das einem solchen Verhaltensgen entsprechen könnte? – Das wäre etwa ein Gen, nach dessen Ausschaltung ein ganz bestimmter Instinktablauf ausfällt, ohne daß der Organismus darüber hinaus Veränderungen aufweist. Ein »sauberes« Verhaltensgen dürfte also nur auf ein Verhalten einwirken. Das könnte mit transgenen oder *Knock-out*-Tieren gezeigt werden. Gibt es dafür Beispiele? Oder ist die Genetik des Verhaltens stets in einem Komplex von vielen Genen in Wechselwirkung mit Umwelt und bestimmten Prozessen kodiert?

HÖLLDOBLER: Tatsächlich waren diese Gen-Verhalten-Modelle, die WILSON seinerzeit benutzte, etwas oberflächlich. Im Grunde hätte er nur von Verhaltensdispositionen reden dürfen. Das gibt er heute auch ohne weiteres zu. Die wichtigsten Kritiker der Soziobiologie waren jedoch die Soziobiologen selbst. In den USA tobte damals ein politischer Streit, der mit der Bewegung »Science for the People« zu verbinden ist. WILSON war alles andere als ein Mann, der den Menschen zu einer genetischen Maschine machen wollte. Natürlich mußte er sich aber den Vorwurf gefallen lassen, daß er die Sachverhalte am Anfang zu sehr vereinfacht dargestellt hatte. Damit war Mißverständnissen Tür und Tor geöffnet.

Es gibt eine Reihe von Modellsystemen, in denen man entsprechende Genmutanten erzeugen kann. Sie können durch Mutationen einzelner Gene das Paarungsverhalten oder die Flügelbewegung verändern. Der Würzburger Neurobiologe Martin HEISENBERG konnte bei der Fruchtfliege phantastische Gehirnmутanten selektieren; und über das Gehirn läuft dann das Verhalten anders ab. Allerdings ist die Anzahl der Modellsysteme begrenzt, bei denen sich wirklich gute Resultate erzielen lassen. Bei Honigbienen ist es der Arbeitsgruppe von Robert PAGE von der *University of California* in Davis gelungen, bei Honigbienenarbeiterinnen genetische Linien zu selektieren, die besonders gute Pollen- bzw. Nektarsammlerinnen sind. Bei den Ameisen funktioniert das nicht. Es ist einfach viel zu schwierig, sie in der erforderlichen Weise genetisch zu manipulieren. Wir können zwar mit molekulargenetischen Methoden, etwa Mutter- oder Vaterschaftsbestimmungen, Aussagen zu Genfrequenzen treffen und Zunahme oder Abnahme bestimmter Gene in der Population registrieren, aber richtige Verhaltensgenetik, bei der man genetische Varianten züchten kann, ist hier nicht möglich. Es gibt jedoch auch bei Ameisen ein Beispiel, wo es gelungen ist, im Labor entsprechend gut zu züchten, so daß man brauchbare Modelle hat. Aber wir sind weit davon entfernt, diese Vorstellungen generalisieren zu können. Sicher ist es so, daß die meisten Verhaltensweisen komplexen genetischen Dispositionen unterliegen. Die Grundlage des Verhaltens sind folglich komplexe Genomdispositionen, mit denen Verhaltensprogramme festgelegt sind. MAYR spricht davon, daß wir über offene und geschlossene Programme verfügen. Den relativ geschlossenen Programmen bei den sozialen Insekten stehen ziemlich offene Programme bei den Primaten (vor allem dem Menschen) gegenüber. Der Mensch verfügt über ein sehr offenes Programm, auch wenn er immer wieder über seine evolutionsbiologisch erworbenen Fußfesseln stolpert.

ADAM: Für die Verständigung vieler Insekten untereinander spielt die chemische Kommunikation eine wichtige Rolle. In vielen Fällen wurden solche Signalstoffe chemisch identifiziert, und der Mensch nutzt sie zur Insektenbekämpfung, etwa in Borkenkäferfallen oder spezifischen Mitteln zur Ameisenbekämpfung. Bei der Feuerameise steuert eine solche Substanz das richtige Verhältnis zwischen Arbeiterinnen und Drohnen. Durch chemische Modifikation konnte man die Wirkung dieser Verbindung in der Weise verändern, daß nur noch Drohnen produziert wurden und das Ameisenvolk somit an Hunger zugrunde geht – eine teuflisch-intelligente Bekämpfungsstrategie. Sind auch bei anderen Ameisenarten solche Stoffe bekannt, und kann man Genaueres über ihren Wirkungsmechanismus sagen?

HÖLLDOBLER: Die Ameisen sind wahre Künstler der chemischen Kommunikation. Sie sind kleine chemische Fabriken, die mit einer Reihe exogener Drüsen eine Vielfalt von Substanzen produzieren. Dieses hochkomplexe Kommunikationssystem sorgt in diesem Superorganismus Insektenstaat dafür, daß es zur Arbeitsteilung und zur Integration kommt. Das ist eine phantastische Geschichte, die erst in den letzten zwanzig Jahren aufgeklärt wurde. Wir stehen im Verständnis allerdings immer noch am Anfang. Die entsprechenden Verhältnisse sind z. B. für die Pharaoameisen, diese winzig kleinen, äußerst lästigen und zum Teil in Kliniken bedeutsamen Schädlinge, gut untersucht. In der DDR gab es in einigen Krankenhäusern damit große Probleme, und so wurde ich öfter angeschrieben und um Hilfe gebeten. Ein Schüler von mir hat ein System zur Abhilfe entwickelt. Vorher hatte man häufig versucht, Pharaoameisen mit Giften zu bekämpfen. Das ist immer gescheitert, da man das Gift zur Königin bringen muß. Man kann damit zwar Tausende von Ameisen töten, jedoch im nächsten Jahr hat die Königin diese Verluste wieder ausgeglichen. Demzufolge benötigt man etwas, mit dem man das

Reproduktionssystem stören kann. Gary ALPERT hat schließlich – gemeinsam mit den Insektenphysiologen in Harvard – einen Köder entwickelt, dem eine Art Juvenilhormon beige-mischt war. Ihn haben die Arbeiterinnen dann in die Nester eingetragen und an die Königin verfüttert. Das wirkte wie eine »Antibabypille« für Ameisen. Die Fertilität der Königinnen wurde gestört, die Populationen brachen zusammen. Nebenbei bemerkt: Damals – Mitte der 70er Jahre – hätte man in Harvard fast die Molekulargenetik gestoppt, weil die Laboratorien mit Pharaoameisen infiziert waren und diese natürlich auch in die Hochsicherheitsbereiche vordringen konnten.

SCHUBERT: Herr BACHMANN, wenn ich Sie richtig verstanden habe, implizierte Ihr Vortrag, daß die Informationsreplikation auch ohne genetische Replikation vorstellbar sei, gewissermaßen unabhängig von der genetischen Information. Ungeachtet des Aussterbens von Millionen von Arten scheint es aber doch so zu sein, daß die genetische Information eine Kontinuität von Anbeginn bis heute hat. Die Unterbrechung dieser Kontinuität müßte dann eigentlich zur Beendigung des Lebens führen. Wenn es keine Pflanzen mehr gäbe, wären wir auch nicht mehr da. Selbst wenn es keine Bakterien mehr gäbe, würde diese Kette unterbrochen, und ich wage zu behaupten, daß das zur Vernichtung der Lebenssysteme auf der Erde führen könnte. Wie also soll man sich dann eine von der genetischen unabhängige Informationsreplikation vorstellen, wenn sie doch das letzte Glied einer Kette ist, die von der genetischen Replikation initiiert wurde.

BACHMANN: Wir werden das sicher nicht mehr miterleben, aber ich sehe das so: Nehmen wir an, wir haben einen Roboter, der sich selbst replizieren kann. Dazu braucht er auf jeden Fall auch Material und Energie, und dafür wird er uns Menschen benötigen. Wir werden dem gerne nachkommen, denn es ist sicher wirtschaftlich vorteilhaft für uns. Wir werden uns also die größte Mühe geben, so einen teuren Roboter entsprechend zu hegen und zu pflegen, und wir werden das Material bereitstellen, das er zur Selbstreplikation braucht. Natürlich sind wir zu bequem, das auf Dauer zu tun. Folglich werden wir dem Roboter beibringen, wie er sich sein Material selbst besorgen kann. Wenn er das aber wirklich lernt und es schließlich schafft, autark zu werden, dann werden wir langsam überflüssig. Es würde sich dann ein Leben entwickeln, das parallel zu dem unseren ist und unabhängig davon, was mit uns passiert. Ob wir dann aussterben oder nicht, ist Maschinen, die sich autark replizieren können, völlig gleichgültig. Es wäre eine zweite Art Leben als direkte Fortsetzung und Folge der organischen Evolution. Haben Sie aber keine Angst. Zu unseren Lebzeiten geschieht das sicher nicht mehr.

PARTHIER: Herr BACHMANN, ich wollte die vielleicht etwas ungehörige Frage stellen: Glauben Sie an das, was Sie soeben entwickelt haben?

BACHMANN: Ja.

GÖPFERT: Herr BACHMANN, Sie beschrieben eingangs, daß sich die DNA repliziert, ohne daß die geometrische Anordnung der Moleküle eine Rolle spiele. Was macht Sie so sicher, daß nur die Biochemie Einfluß auf die Entwicklung von Lebewesen oder die Weitergabe von Erbinformationen haben soll? Jede Form von Leben entsteht doch in räumlichen Strukturen, in denen mikrophysikalische Prozesse ablaufen. Es sind Flüssigkeiten und Membranen beteiligt,

die zu hydrodynamischen Effekten führen. Glauben Sie nicht, daß eine Berücksichtigung mechanischer Nanoeffekte unter Umständen zu völlig neuen Erkenntnissen führen könnte, die Ihr Weltbild erschüttern würden?

BACHMANN: Ich habe mich da sicher nicht klar genug ausgedrückt, denn ich stimme völlig mit Ihnen überein. Das erschüttert mein Weltbild nicht. Nur, um deutlich zu machen, daß ich wirklich Ihrer Sicht folge: Auch jetzt, wo wir die Genome ganzer Organismen voll verstehen, können wir diese Organismen nicht herstellen, ohne eine Zelle dieses Organismus zu haben. Diese wird dann durch die DNA neu programmiert. Zur Zeit sind wir auch dann, wenn wir die gesamte Information lesen können, nicht in der Lage, daraus diese eine Zelle aufzubauen. Diese Zelle brauchen wir. Das, was weitergegeben wird, ist jedoch die Information. Information ist natürlich immer nur definiert als Information, die erkannt werden kann. Sie ist immer von einem Sender und einem Empfänger abhängig. In diesem Fall ist die Zelle der Verarbeiter der Information, die da kommt und die sie weitergibt.

REICH: Ich möchte nochmals zur Frage der Roboter, die den Menschen überflüssig machen, zurück. Um wirklich autark zu werden, benötigen diese als unabdingbare Voraussetzung materielle Negentropie. Informationsweitergabe geht nicht, ohne daß Energie hineingesteckt wird. Dabei sind die Roboter aber bislang noch nicht fündig geworden. Roboter und Computer sind davon abhängig, daß wir ihnen die entsprechenden energetischen, negentropischen Voraussetzungen zur Verfügung stellen. Damit aber haben wir den Hebel in der Hand. Wir können sie jederzeit abschalten. Sie können uns also niemals überflüssig machen. Es gibt keine Ansätze dazu, daß sie in der Lage wären, sich über Sonnenlicht und Stoffwechselprozesse selbst materiell zu erhalten.

BACHMANN: In diesem Punkt stimme ich völlig mit Ihnen überein. Roboter werden auch noch lange davon abhängen, ihr Arbeitsmaterial von uns geliefert zu bekommen, und das trifft erst recht auf die Energie zu. Bei informationsgesteuerter Weitergabe gibt es drei Komponenten: *Erstens* Material, *zweitens* Energie und *drittens* Information. Zur Zeit verfügen die Roboter über die Information; das Material und die Energie brauchen sie noch von uns. (Sie haben die dafür notwendige Information noch nicht.) Wir werden das auch weiterhin treu und brav liefern. Im Laufe der Zeit werden wir uns allerdings die größte Mühe geben, das nicht mehr machen zu müssen. Wir werden die Roboter instruieren, auch Material und Energie für sich selbst zu besorgen. Wir werden uns also bemühen, Mechanismen zu finden, die es den Robotern erlauben, autark an Energie und Materialien zu kommen. Schon jetzt holen sich allerhand Apparate umweltschonend Energie mit Sonnenkollektoren und folgen der Sonne so geschickt wie die Blätter einer Pflanze. Wenn unsere Roboter für sich selbst sorgen, hätten wir unsere Ruhe und könnten einfach von ihnen profitieren. So glauben wir wenigstens.

PARTHIER: Das wäre kollektiver Selbstmord!

BACHMANN: Das könnte man als kollektiven Selbstmord beschreiben, jedoch werden wir das nie so empfinden. Wir sind mit unserer Technik bisher so gut gefahren, daß wir das Gefühl haben, es gehe uns im Augenblick erstaunlich gut. Wir arbeiten sehr hart für unsere Technik, damit diese – um Gottes Willen – nicht zusammenbricht. Wir haben jedoch noch immer das Gefühl, daß wir zur Zeit sehr von dieser Technik profitieren. Daß wir von ihr schon abhängig

sind, so daß ihr Zusammenbruch auch uns zusammenbrechen ließe, haben wir noch gar nicht gemerkt.

WOBUS, U.: Trotzdem müßte sich diese Vision in weiter Zukunft ja nicht zwangsläufig erfüllen ...

BACHMANN: Ich glaube, doch, aber das ist wie das Problem mit der Thermodynamik. Dem berühmten Münchner Komiker Karl VALENTIN hat man einmal mitgeteilt, daß im Laufe von einigen Milliarden Jahren die Welt im Wärmetod verschwinden würde. Er fuhr zusammen und sagte: »Haben Sie mich erschreckt, ich hatte ›Millionen‹ verstanden.«



Fritz Schade »Das Lied der Steine«, 2000, Eitempera auf Bütten 75 cm × 50 cm.

Fledermaus

Maus mit Drachenhäuterflügeln
Flughund mit Insektenbiß.
Wie willst du mich Saurier zügeln
Der die Erde neu vermißt.

Nistende im Herz des Dunkels
Jäger in der Engel Gruft.
Ist die Welt so aus der Fuge
Daß du nach dem Anfang rufst?

Laß ich dir nicht die Turmdachritze
Die du samt Schlumberbalken brauchst
Wirst Radar du toten Witzes.
Die Luft ein Spiegel, unbehaucht.

Blauwal

Atemnot trieb dich vom Land ins Meer.
Trotzdem bist du kein Fisch geworden.
Echolot lenkt mich dir hinterher
In der Blutspur deiner sanften Horden.

Du findest Zuflucht nicht am Grund, in Fjorden.
Ich Mücke will des Elefanten Schmer
Und harpuniere dich im Süden wie im Norden
Herdentier, verfolgt von einem Heer.

Abendrot kehrt gegen mich den Speer.
In dir beginne ich mich selbst zu morden.
Ich Tropfen trink die Ozeane leer
Und fahre hin, im Schuppenpanzer meiner Orden.

Richard PIETRASS

Aus: Totentänze, 6. Folge der Edition des Leipziger Bibliophilenabends, Leipzig
2002

Professor Dr. Dr. h. c. mult. Jörg Hinrich Hacker

Geboren 1952 in Grevesmühlen (Mecklenburg). 1970–1974 Studium der Biologie an der Martin-Luther-Universität in Halle (Saale). 1974–1977 Wissenschaftlicher Assistent am Institut für Medizinische Mikrobiologie der Universität Leipzig; 1977–1979 Wissenschaftliche Hilfskraft im Archiv der Deutschen Akademie der Naturforscher Leopoldina in Halle. 1979 Promotion mit dem Thema »Genetische Untersuchungen zur Virulenz von *Salmonella typhimurium*« an der Universität Halle. 1980–1987 Wissenschaftlicher Mitarbeiter am Institut für Genetik und Mikrobiologie der Universität Würzburg. 1986 Habilitation mit dem Thema »Virulenzfaktoren extraintestinaler *Escherichia-coli*-Stämme« an der Universität Würzburg. 1987 Ernennung zum Privatdozenten für das Fach Mikrobiologie; 1988 C3-Professor für Mikrobiologie an der Universität Würzburg; 1993 C4-Professor für Molekulare Infektionsbiologie an der Universität Würzburg. 2000 sechsmonatiger Forschungsaufenthalt am Institut Pasteur in Paris. Mitglied der Deutschen Akademie der Naturforscher Leopoldina (seit 1998) und der Göttinger Akademie der Wissenschaften (2003). 1996–1997 Präsident der Deutschen Gesellschaft für Hygiene und Mikrobiologie. Seit 2003 Vizepräsident der Deutschen Forschungsgemeinschaft.

Evolutionäre Infektionsbiologie

Jörg HACKER (Würzburg)

Mit 9 Abbildungen und 4 Tabellen

1. Einführung

Infektionskrankheiten haben die Menschheit von jeher begleitet (siehe WINKLE 1997, RIETSCHEL et al. 2002). Genauso wie die Menschen umgeben sind von einem »Meer« von Mikroorganismen, so hat es von Beginn der Menschheitsentwicklung an auch immer Infektionen durch diese Mikroben gegeben. Schon die ältesten Quellen der Menschheitsgeschichte berichten von Vorkommnissen und Erkrankungen, die als Infektionen interpretiert werden können. Dies gilt für das Vorkommen von Tuberkulose und Malaria im alten Ägypten und für die Fälle von Aussatz (Lepra), die im Alten und Neuen Testament beschrieben werden. Auch die Pest spielt eine große Rolle als Begleiter der Menschheit. Insbesondere die Darstellungen mittelalterlicher Altarbilder, Literaturzeugnisse wie das *Decameron* von BOCCACCIO oder das Entstehen von Pestsäulen in Mitteleuropa zeugen von dem weit reichenden Einfluß, den Seuchen auf die Entwicklung der Menschheit genommen haben (siehe HACKER 2003).

Auch heute haben Infektionskrankheiten eine nicht zu unterschätzende Bedeutung für die klinische Medizin und für die praktische Gesundheitsfürsorge. Ein Drittel aller Todesfälle weltweit sind auf Infektionen zurückzuführen. Global spielen Tropenerkrankungen wie die Malaria, Durchfallserkrankungen, Atemwegsinfektionen, die Tuberkulose und AIDS (»Acquired immune deficiency Syndrom«) eine entscheidende Rolle (HACKER und HESEMANN 2000). Die kürzlich aufgeflamten Fälle des »schweren akuten respiratorischen Syndroms« (SARS) belegen das Faktum, daß wir auch im 21. Jahrhundert ständig mit neuen Infektionserregern konfrontiert werden (ANAND et al. 2003). Da Infektionen eine so große Rolle in der Entwicklung des Menschen spielen, lohnt es sich, die sozioökonomischen Faktoren, die zu ihrer Ausbreitung führen, zu beleuchten. Die zunehmende Reisetätigkeit, ungeschützter Geschlechtsverkehr und die Herstellung und Verbreitung von Nahrungsmitteln sind eng assoziiert mit der Transmission von Infektionserregern. Auch die Wasseraufbereitung, der Umgang mit Antibiotika in unserem Gesundheitssystem und in der Landwirtschaft sowie das Zusammenleben von Mensch und Tier beeinflussen die Ausbreitung von pathogenen Mikroben (siehe Tab. 1, HACKER 2001). Insofern ist es sinnvoll zu fragen, welche Mechanismen hinter der Entstehung und Übertragung von pathogenen Mikroben stehen, wie die Evolution von Infektionserregern zu interpretieren ist und welchen evolutionsbiologischen Stellenwert Infektionskrankheiten generell einnehmen. Ziel dieses Beitrages soll es daher sein, die molekularen Mechanismen der Evolution von Infektionserregern zu beleuchten und das Wechselspiel zwischen Krankheitserregern und Wirtsorganismen auf ihre evolutionsbiologische Bedeutung hin zu betrachten.

Tab. 1 Sozioökonomische Faktoren, die zur Ausbreitung von pathogenen Mikroorganismen beitragen. Abkürzungen: AIDS: *Acquired immune deficiency Syndrome*; SARS: *Severe acute respiratory Syndrome*; EHEC: enterohämorrhagische *E. coli*

Faktoren	Infektion
Reisetätigkeit	SARS, Tropenkrankheiten
Sexualverhalten	AIDS, Syphilis, Gonorrhoeae
Technische Vektoren	Legionellose
Nahrungsmittel: Herstellung und Verbreitung	EHEC, Salmonella
Wasser-, Abwasseraufbereitung	Cholera, Amöbenruhr
Umgang mit Tieren	Pest, Influenza
Gesundheitssystem (Antibiotika)	Sepsis, Katheter-assoziierte Infektionen

2. Grundlagen der evolutionären Infektionsbiologie

2.1 Die Ausbreitung von Infektionserregern

Mikroben können sich in bestimmten Populationen sehr schnell ausbreiten. Bereits der Name »Infektion« (von lat. »infectio« für »hineintun«) für den Ausbreitungsprozeß belegt diesen Zusammenhang. Dabei sollte man im Gedächtnis behalten, daß nicht alle Übertragungen von potentiellen Infektionserregern auch zu einer Krankheit führen. Dennoch ist es aus evolutionsbiologischer Sicht wichtig, die Übertragungswege von pathogenen Mikroorganismen zu

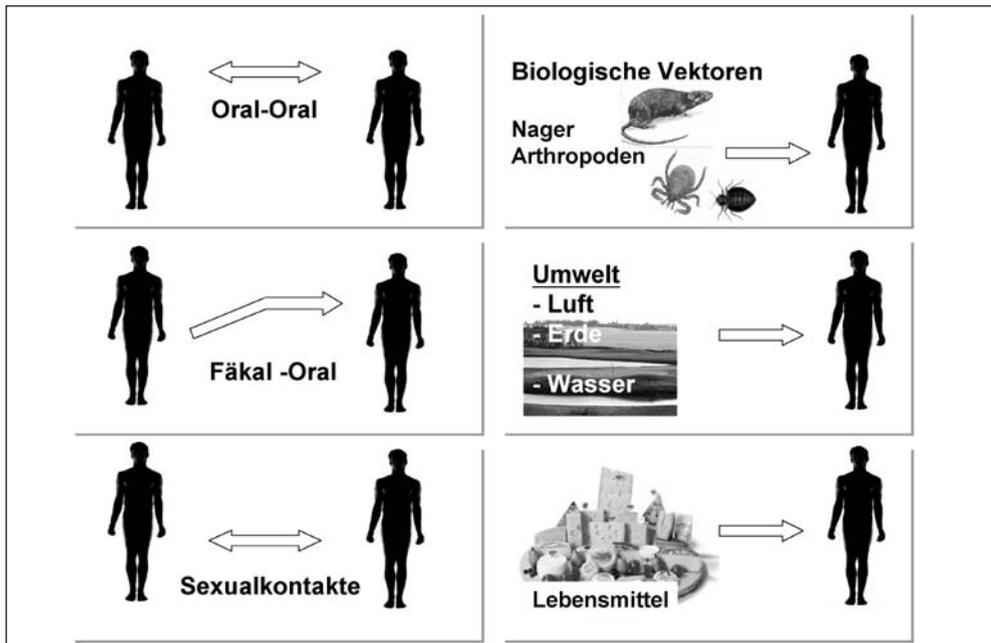


Abb. 1 Übertragungswege von pathogenen Mikroben

analysieren. Zum einen kann es zu oralen Übertragungen kommen, beispielsweise durch Tröpfcheninfektionen. Diese sehr häufige Übertragungsart spielt vor allem eine Rolle bei respiratorischen Infektionen wie der Grippe oder bei der Lungenentzündung (siehe Abb. 1). Bei der fäkal-oralen Route werden vor allem Träger wie Nahrungsmittel oder Wasser genutzt, um Erreger, die durch Feces oder Urin ausgeschieden werden, in die Nahrungskette zu bringen und so die Infektionskette zu schließen. Darminfektionen oder auch Harnwegsinfektionen sind Beispiele für Infektionen nach einer fäkal-oralen Übertragung (DOBRINDT et al. 2003). Durch ungeschützte Sexualkontakte werden ebenfalls viele Erreger verbreitet, sowohl Bakterien wie die Erreger der Gonorrhoeae oder der Syphilis (*Neisseria gonorrhoeae*, *Treponema pallidum*) als auch Viren. Am bekanntesten ist das HI (»human immune deficiency«)-Virus, das AIDS auslösen kann und sehr häufig durch Geschlechtsverkehr verbreitet wird.

Neben diesen Übertragungsformen spielen sogenannte »biologische Vektoren« eine Rolle bei der Verbreitung von Infektionserregern. Sowohl der Pestfloh als auch die *Anopheles*-Mücke sind bekannt als Überträger der Pestbakterien bzw. der Malaria-Parasiten (siehe MIMS et al. 1995). Auch mittels »nicht-biologischer Vektoren«, so über das schon erwähnte Wasser, aber auch über Erdreich oder sogar durch die Luft breiten sich Erreger aus. Gerade im Erdreich befinden sich potentielle Toxinbildner wie die Clostridien (*C. tetani*, *C. botulinum*), die zu Erkrankungen wie Tetanus oder Botulismus führen können. Lebensmittel als Träger von infektiösen Keimen wurden bereits erwähnt. Es sind vor allem bakterielle Erreger wie pathogene *Escherichia coli*, Salmonellen oder Staphylokokken, die durch Lebensmittel übertragen werden können. Da die Ausbreitung der Erreger essentiell für eine Infektion ist, stellt das Studium ihrer Übertragungswege und das Aufspüren der Infektionsquellen eine wichtige Voraussetzung für die Prävention von Infektionskrankheiten dar.

2.2 Gruppen von Infektionserregern

Humanpathogene Erreger sind in der Lage, die verschiedensten Organe des Menschen zu besiedeln und hier lokale, aber auch generelle, den ganzen Körper umfassende Infektionen, auszulösen. Infektionen des Nasen-Rachen-Raumes und der Lunge können von unterschiedlichen Bakterien und Viren hervorgerufen werden. Zu nennen wären hier die Mykobakterien (*Mycobacterium tuberculosis*) als Verursacher der Tuberkulose, die Influenzaviren, die für Grippe verantwortlich sind, oder der Keuchhustenerreger *Bordetella pertussis*. Darminfektionen spielen eine große Rolle, vor allem in den Ländern der Dritten Welt. Pathogene Bakterien, Amöben, aber auch Viren können derartige Infektionen herbeiführen. Hautinfektionen, etwa verursacht durch Staphylokokken, werden häufig als Bagatellinfektionen angesehen, sie können aber den Ausgangspunkt für eine Blutvergiftung darstellen. Infektionen der Harnwege und der Geschlechtsorgane haben gerade in den letzten Jahren zugenommen. Bestimmte Infektionserreger sind in der Lage, in das Nervensystem vorzudringen und hier zu schweren Erkrankungen wie Hirnhautentzündung zu führen. Viele dieser lokalen Infektionen können sich zu systemischen Infektionen entwickeln, bei denen die Erreger ins Blut gelangen und dann in andere Organe übertragen werden können. Darüber hinaus ist es wichtig festzuhalten, daß akute Infektionen unter bestimmten Bedingungen auch zu chronischen Leiden werden können, bei denen sich Infektionserreger über lange Zeit im Wirt festsetzen. Dies führt u. a. zu Krankheitsbildern wie der rheumatischen Arthritis oder zu anderen entzündlichen Reaktionen.

Sowohl eukaryotische Organismen, wie Pilze und Protozoen (im deutschen Sprachraum auch als »Parasiten« bezeichnet), als auch Bakterien sind in der Lage, Infektionen auszulösen. Viren stellen häufig Infektionserreger dar. Neuerdings sind auch infektiöse Eiweiße, die Prionen, bekannt geworden, die für die Ausbreitung von degenerativen Nervenerkrankungen sowohl beim Tier (BSE, »Bovine Spongioforme Encephalitis«) als auch beim Menschen (neue Variante des Creutzfeld-Jakob-Syndroms, Kuru) verantwortlich sind. Allen diesen Erregergruppen ist gemeinsam, daß sie auf unterschiedlichste Art und Weise verbreitet werden und daß sie in der Lage sind, in ihren Wirtsorganismen Krankheitssymptome hervorzurufen.

2.3 Pathogenitätsfaktoren, »die Waffen der Mikroben«

Seit langem ist bekannt, daß es sich bei Infektionen um Auseinandersetzungen zwischen dem Wirt und den Mikroorganismen handelt. Bei diesem »Kampf der Mikroben mit den Zellen« (Rudolf VIRCHOW) spielen Krankheitsmoleküle, die sogenannten »Pathogenitäts- oder Virulenzfaktoren« eine entscheidende Rolle (siehe HACKER 2001). Insbesondere durch die Entwicklung der Molekularbiologie ist es gelungen, viele dieser Pathogenitätsfaktoren zu charakterisieren, ihre korrespondierenden Gene zu klonieren und ihren Stellenwert in der Krankheit zu studieren. Wie in Abbildung 2 dargestellt, können Infektionserreger unterschiedliche Pathogenitätsfaktoren ausbilden, die sowohl beim Haften der Mikroben auf der Oberfläche des Wirtes als auch bei der Auseinandersetzung mit dem Wirtsabwehrsystem eine Rolle spielen können. Die Adhäsine und die Kapseln sind prädestiniert für derartige Prozesse. Toxine, die Bakteriengifte, können Wirtszellen zerstören, sie können aber auch zu einer »Reprogrammierung« der Wirtszellen führen und diese als »Moduline« so manipulieren, daß die Wirtsstrukturen selbst die Ausbreitung und Vermehrung von Infektionserregern fördern. Eisenaufnahmesysteme und andere stoffwechselrelevante Leistungen tragen zur Vitalität der Erreger bei. Invasine können ähnlich wie bestimmte Toxine die Aufnahme von Infektionserregern in

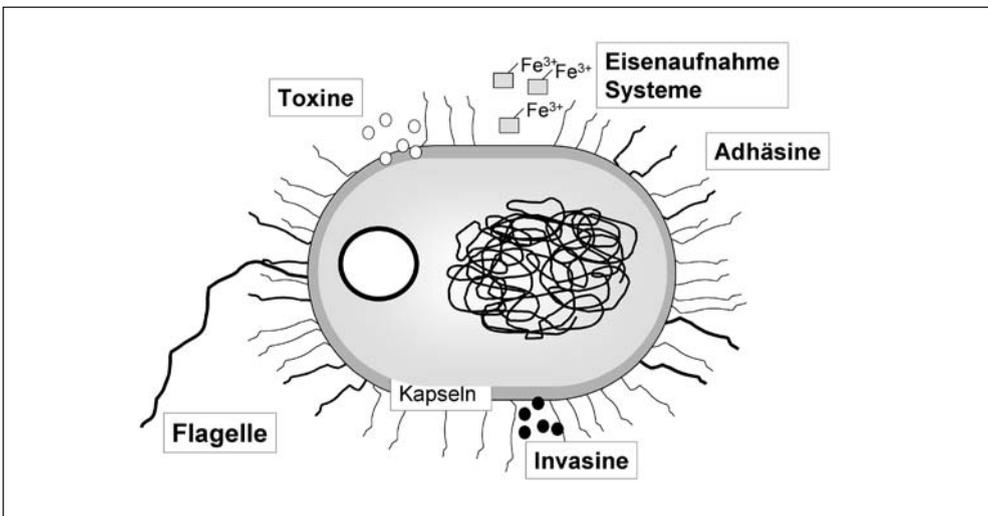


Abb. 2 Pathogenitätsfaktoren eines schematisierten bakteriellen Infektionserregers

Wirtszellen bewerkstelligen und die Verbreitung der Mikroorganismen im Wirt beeinflussen. Auch Flagellen sind in der Lage, über ihren Beitrag zur Fortbewegung der Mikroorganismen am Krankheitsgeschehen teilzunehmen. Die Pathogenitätsfaktoren nehmen also eine Schlüsselstellung bei den infektiösen Krankheitsprozessen ein, da sie für die aktiven Prozesse der Adhärenz, der Invasion, der Gewebeerstörung sowie der Proliferation der Mikroorganismen im Wirt essentiell sind (vergl. HACKER und HESEMANN 2000).

3. Mikroorganismen und Evolution

Für pathogene Mikroorganismen gilt, wie für alle Organismen, die Darwinsche Trias, die davon ausgeht, daß die Entwicklung des Lebens nur über die Entstehung von genetischer Vielfalt möglich war und ist. Genetische Variabilität nimmt deshalb auch eine Schlüsselstellung bei der Frage nach den Evolutionsprozessen ein, die hinter der Entwicklung von Krankheitserregern stehen (ARBER 2002). Die durch genetische Variabilität erzeugte Vielfalt führt auf der Ebene der Proteine zu neuen Phänotypen, die sich dann durch die natürliche Selektion in bestimmten Habitaten besonders gut vermehren können. Kriterium einer »erfolgreichen« Evolution ist in jedem Fall der Beitrag der neuen Phänotypen zum Überleben und zur Ausbreitung der Organismen. Dies ist in Abbildung 3 dargestellt. Im Mittelpunkt der Evolutionsprozesse von pathogenen Mikroben stehen deshalb nicht primär die ausgelösten Krankheiten, sondern die Prozesse, die zum Überleben und zur Übertragung der Infektionserreger führen. Somit gilt auch für Krankheitserreger das Prinzip »survival of the fittest«, wobei gerade pathogene Mikroben ihren Wirt häufig für die Erhöhung ihrer evolutionären Fitness nutzen.

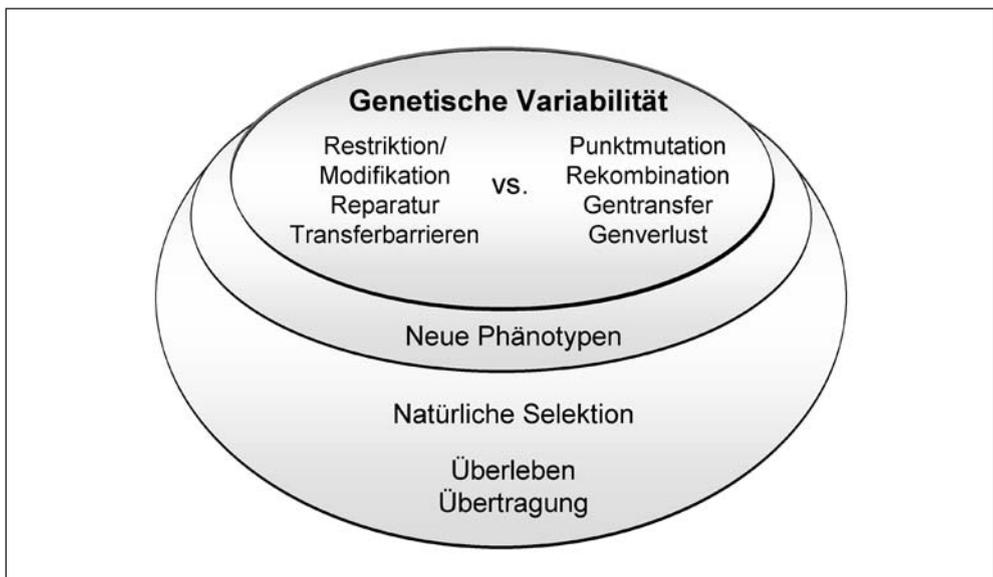


Abb. 3 Die Darwinschen Prinzipien der Evolution

In diesem Zusammenhang ist von Bedeutung, daß bei dem Zusammenspiel von Mikroben und Wirtsorganismen pathogene Wechselwirkungen nur einen Bruchteil der etablierten Interaktionen ausmachen. Viele Mikroorganismen spielen als Kommensale eine Rolle, indem sie Wirtsorganismen als ihren Lebensraum nutzen. Auch symbiontische Beziehungen zwischen Wirtszellen und Mikroorganismen sind zu beobachten, wobei diese Interaktionen zum Nutzen beider Partner gestaltet sind (vergl. HENTSCHEL et al. 2003, GROSS et al. 2003). Die Übergänge zwischen Pathogenität, Kommensalismus und Symbiose sind fließend, so daß Krankheitsprozesse durchaus im Zusammenhang mit Symbiose und Kommensalismus diskutiert werden können. Prinzipiell stehen für alle diese Interaktionsprozesse die Mechanismen, die für das Überleben und die Transmission Bedeutung haben, im Mittelpunkt der evolutionsbiologischen Betrachtungen.

4. Mechanismen der Evolution pathogener Mikroben

4.1 Gentransfer

Es wurde bereits darauf hingewiesen, daß die Krankheitsmoleküle – Pathogenitätsfaktoren – eine Schlüsselrolle bei der Entstehung und Ausbreitung pathogener Mikroben und bei der Krankheitsauslösung spielen. Bei pathogenen Bakterien konnte nun gezeigt werden, daß die korrespondierenden Gene, die für die entsprechenden Krankheitsmoleküle kodieren, sehr häufig auf mobilen genetischen Elementen liegen (siehe HACKER et al. 2003). Diese mobilen genetischen Elemente, Bakteriophagen, Plasmide oder Transposons, können von einem Mikroorganismus auf einen anderen übertragen werden, wobei diese Prozesse des horizontalen Gentransfers gerade bei pathogenen Mikroorganismen häufig zu beobachten sind (ARBER 2002). Die Analyse der Genome pathogener Mikroorganismen zeigte darüber hinaus, daß die pathogenitätsassoziierten Gene häufig auf bestimmten Regionen des Chromosoms lokalisiert sind, die als »Pathogenitätsinseln« bezeichnet werden (siehe Tab. 2). Der amerikanische Mikrobiologe Stanley FALKOW hat die Bedeutung, die die mobilen genetischen Elemente und der Gentransfer für die Entstehung von pathogenen Mikroorganismen spielen, mit dem Satz »The evolution of pathogens occurs in quantum leaps.« beschrieben (FALKOW 1996).

Tab. 2 Beispiele für die Evolution von pathogenen Mikroorganismen mittels Gentransfer durch mobile genetische Elemente. Abkürzung PAI: Pathogenitätsinsel

Pathogen	Infektion	Mobiles Element
<i>Yersinia pestis</i>	Pest	PAIs, Plasmide
Uropathogene <i>E. coli</i>	Harnwegsinfektionen	PAIs
Enterohämorrhagische <i>E. coli</i>	Haemorrhagische Colitis	PAIs, Plasmide, Phagen
<i>Vibrio cholerae</i>	Cholera	PAIs, Phagen
<i>Enterococcus faecalis</i>	Sepsis	PAIs, Plasmid

Enterobakterien, zu denen als Krankheitserreger die Salmonellen, die Ruhrerreger (Shigellen), pathogene *Escherichia-coli*-Bakterien, aber auch Yersinien zählen, stellen ein hervorragendes Beispiel dar, um die Bedeutung des Gentransfers für die Evolution von Krankheitserregern zu illustrieren. Dies soll am Beispiel der Evolution pathogener Yersinien erklärt werden. So konnte in verschiedenen Laboratorien, darunter in den Arbeitsgruppen von J. HEESE-

MANN (München), E. CARNIEL (Paris) und M. ACHTMAN (Berlin) gezeigt werden, daß der Gentransfer eine entscheidende Rolle bei der Evolution der pathogenen Yersinien spielt (ACHTMAN et al. 1999, SCHUBERT et al. 1998). Zu den pathogenen Yersinien gehören der Pesterreger *Yersinia pestis* sowie die darmpathogenen Bakterien *Yersinia pseudotuberculosis* und *Yersinia enterocolitica*. Während es in evolutionsgeschichtlich relativ früher Zeit zunächst zur Übertragung einer als HPI (»high pathogenicity island«) bezeichneten Pathogenitätsinsel kam, zeichnen sich pathogene Yersinien darüber hinaus durch die Präsenz eines Plasmids (pYV), das für ein Typ-III-Sekretionssystem kodiert und durch das Vorkommen weiterer Gene aus (siehe Abb. 4). *Yersinia pestis* hat im Vergleich zu anderen Yersinien jedoch zwei weitere Plasmide (pPla, pFra) aufgenommen, deren Produkte aktiv am Krankheitsprozeß beteiligt sind. Ähnliche Genakquisitionsmechanismen sind für weitere pathogene Enterobakterien, wie für *Escherichia coli*, aber auch für Vibrionen, für die Gram-positiven Enterokokken und für viele andere pathogene Mikroorganismen beschrieben worden (siehe Tab. 2). Insofern stellt die Übertragung von Genen auch zwischen verschiedenen Arten einen entscheidenden Mechanismus bei der Evolution der Krankheitserreger dar. Es kommt durch diesen Gentransfer zu einem Sprung in der Pathogenität, wobei dieser Sprung häufig durch die gleichzeitige Übertragung von mehreren Genen charakterisiert sein kann (siehe Abb. 5).

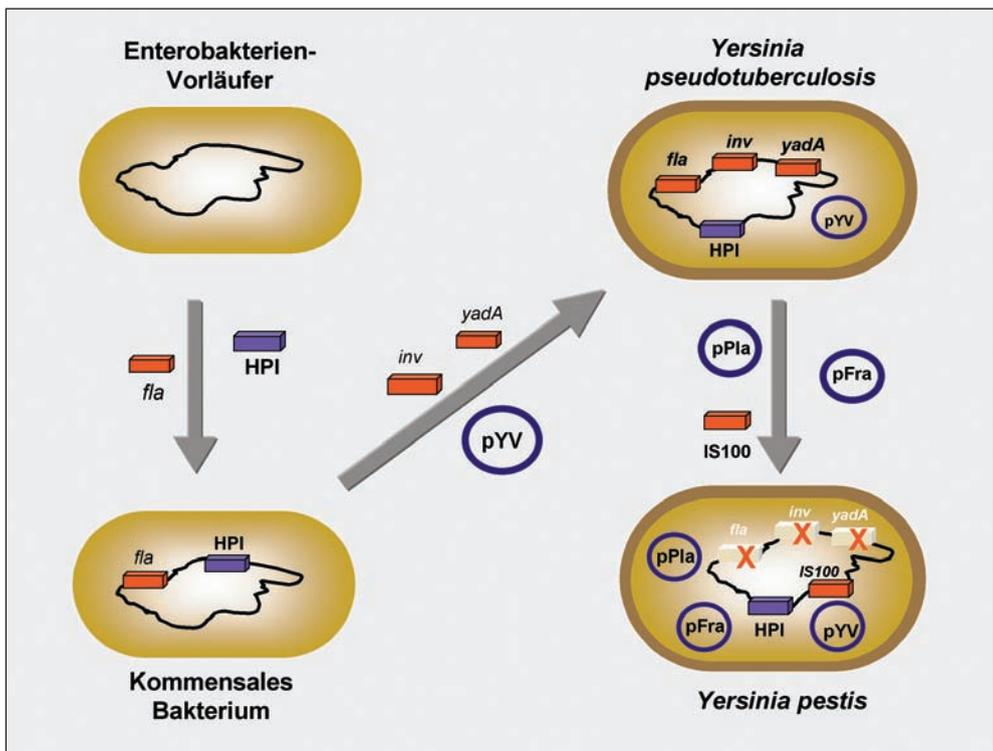


Abb. 4 Schematische Darstellung von Evolutionsprozessen, die zur Herausbildung von *Yersinia pestis* führen. Abkürzungen: HPI: High pathogenicity island; pYV: *Yersinia* plasmid; pPla: Plasmid-kodierter Plasminogenaktivator; pFra: Plasmid-kodiertes murines Toxin; IS 100: Insertionssequenz 100; *fla*: Flagellengen; *inv*: Invasingen; *yadA*: Adhäsingen.

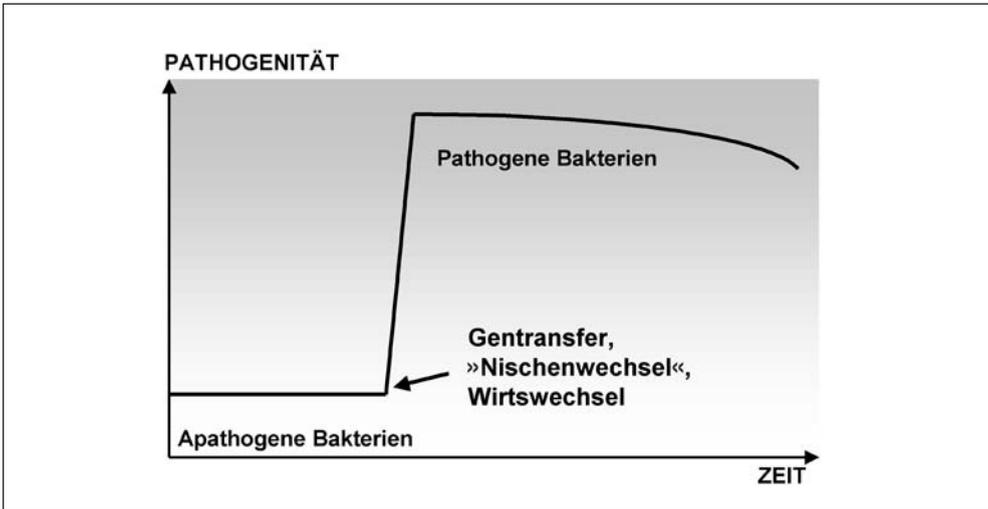


Abb. 5 Schematische Darstellung des Zusammenhanges von der Erhöhung der Pathogenität, Gentransfer, »Nischenwechsel« und Wirtswechsel

4.2 Genomreduktion

Seitdem im Jahre 1995 das erste komplette Genom eines pathogenen Bakteriums, des *Haemophilus-influenzae*-Stammes RD, vollständig sequenziert wurde, kann man die Bedeutung der Genomveränderungen mit den Krankheitsprozessen, die von Mikroorganismen induziert werden, korrelieren. Dabei nimmt es nicht Wunder, daß nicht nur die Aufnahme von Genen, sondern auch der Verlust von kleineren oder größeren Genombereichen eine Rolle bei der Evolution von Krankheitserregern spielt. Die Evolution von *Yersinia pestis* ist ein Beispiel auch für dieses Prinzip, das als »evolution by reduction« bezeichnet wird. Durch die Kompletsequenzierung des Genoms von *Yersinia pestis* und den Vergleich mit den Genomen anderer pathogener Yersinien konnte nämlich gezeigt werden, daß bei *Yersinia pestis* über 100 verschiedene Gene inaktiviert sind. Diese Inaktivierung ist zurückzuführen auf Punktmutationen, aber auch auf die Insertion von IS-Elementen, wie dem IS100-Element (siehe Abb. 4).

Interessanterweise scheint die Genomreduktion ein häufig genutztes Evolutionsprinzip zu sein, insbesondere wenn sich Mikroorganismen sehr stark an einen bestimmten Wirt anpassen. Bei *Yersinia pestis* scheint dies die Adaptation an den Zwischenwirt, den Pestfloh, zu sein. Aber auch das Lepra-Bakterium *Mycobacterium leprae* hat im Vergleich zu dem verwandten Keim *Mycobacterium bovis* ein stark reduziertes Genom. Gleiches gilt für pathogene Rickettsien, die Fleckfieber auslösen können, oder für pathogene Mykoplasmen, die für respiratorische Krankheiten verantwortlich sein können. Die Genomanalysen haben nun weiter evident gemacht, daß auch Symbionten, die intrazellulär in verschiedenen Insekten oder in Ameisen leben, stark reduzierte Genome aufweisen, die auf die grundlegenden Stoffwechselbedürfnisse hin selektiert wurden. Insofern scheinen Genomreduktion und Genomvergrößerung zwei Seiten einer Medaille zu sein, wobei die vorherrschenden Selektionsverhältnisse die Genomentwicklung in die eine oder in die andere Richtung treiben (siehe Tab. 3).

Tab. 3 Beispiele für die Evolution von Mikroorganismen durch Genomreduktion

Ausgangsbakterium	Bakterium mit reduziertem Genom	Lebensform
<i>Yersinia pseudotuberculosis</i>	<i>Yersinia pestis</i>	Infektion (Pest)
<i>Mycobacterium bovis</i>	<i>Mycobacterium leprae</i>	Infektion (Lepra)
Gram-positiver »Ancestor«	<i>Rickettsia prowazekii</i>	Fleckfieberinfektion
<i>Clostridium</i> spp.	<i>Mycoplasma pneumoniae</i>	Respiratorische Infektion
<i>Escherichia coli</i>	<i>Buchnera</i> spp.	Endosymbiose
	<i>Blochmannia</i> spp.	

4.3 Genetische Umlagerungen

Die Genome von pathogenen Mikroorganismen stellen keine statischen Gebilde dar, vielmehr wohnt ihnen die Möglichkeit inne, relativ schnell und mit Hilfe verschiedener Prozesse ein »rearrangement« bestimmter Genomfragmente vornehmen zu können. Derartige »rearrangement«-Prozesse spielen eine große Rolle bei der Evolution von pathogenen Mikroorganismen. So sind DNA-Inversionen beteiligt an der Expression von Typ-I-Fimbrien bei pathogenen *Escherichia-coli*-Bakterien. Genkonversionen, die Insertion von IS-Elementen und deren Exzision spielen eine Rolle bei den Genomveränderungen und damit bei der Variabilität vieler Krankheitserreger (siehe Tab. 4). Die Genomvariabilität ist nicht auf pathogene Bakterien oder auf Parasiten beschränkt, auch pathogene Pilze und viele Viren nutzen diese Mechanismen, um sich optimal an bestimmte Wirtsorganismen anpassen zu können.

Tab. 4 Beispiele für den Einfluß der Genomvariabilität auf die Evolution von Krankheitserregern

Mechanismus Genomvariabilität	Virulenzfaktor	Pathogener Mikroorganismus	Infektionen
DNA-Inversion	Typ-I-Fimbrien	<i>E. coli</i>	verschiedene Infektionen
DNA-Methylierung	P-Fimbrien	<i>E. coli</i>	Harnwegsinfektionen
Punktmutation	Opaque Proteine	<i>N. gonorrhoeae</i>	Gonorrhoeae
Punktmutation	Protease	HI-Virus	AIDS
Punktmutation	Protease	Corona-Virus	SARS
Genkonversion	Pili	<i>N. gonorrhoeae</i>	Gonorrhoeae
IS-Insertion/Exzision	Biofilm	<i>S. epidermidis</i>	Katheder-assoziierte Infektionen
IS-Insertion/Exzision	Kapsel	<i>N. meningitidis</i>	Meningitis

4.4 Punktmutationen

Die »klassischen« Mechanismen der Evolution von Genomen lassen sich vielfach auf Punktmutationen zurückführen. Es zeigte sich jedoch, daß in bestimmten bakteriellen Stämmen die DNA-Reparatursysteme defekt sein können, so daß derartige Mikroorganismen eine erhöhte Mutationsrate zeigen. Dies wurde beispielsweise für pathogene Pseudomonaden nachgewiesen. Diese erhöhte Mutationsrate korreliert mit der Fähigkeit, Krankheitsmoleküle zu variieren oder auch Gene, die Resistenzen gegen Antibiotika determinieren, zu akkumulieren. Punktmutationen spielen auch eine große Rolle bei der Evolution von viralen Krankheitserregern. So sind Prozesse bekannt, die das AIDS-Virus immer wieder resistent gegen antivirale Substanzen machen. Auch Corona-Viren, die für die neue Form der SARS-Erkrankung ver-

antwortlich sind, zeigen eine hohe Punktmutationsrate. Bestimmte bakterielle Adhäsine weisen Punktmutationen auf, die von Generation zu Generation weitergegeben werden und die bestimmte Wirtstropismen abbilden (SOKURENKO et al. 1999). Solche »pathoadaptiven Mutationen« sind bei vielen Krankheitserregern gefunden worden, sie scheinen mit »Single-Nucleotid-Polymorphism« (SNP)-Varianten korreliert zu sein, denen eine besondere Bedeutung im Evolutionsprozeß zukommt.

5. Erreger und Wirt – ein Wechselspiel

5.1 Co-Evolution

Viele pathogene, aber auch apathogene Mikroorganismen besiedeln ihre Wirte, wobei sie bestimmte ökologische Nischen nutzen können. Häufig hat sich dabei ein Gleichgewicht zwischen den Mikroben und den Wirtsorganismen herausgebildet. Mikroorganismen verlieren dabei einen Teil ihrer Aggressivität, so daß sie dem Wirt, den sie besiedeln, nicht schaden. Die Evolution geht hierbei nach dem Prinzip vor, »den Ast, auf dem ein Erreger sitzt, nicht abzusägen«. Aber auch die Wirtsorganismen haben häufig Resistenzmechanismen ausgebildet, die sie vor Schäden bzw. dem Abtöten durch Mikroben schützen. Insbesondere die Herausbildung des Immunsystems bei höheren Eukaryoten ist in diesem Zusammenhang zu sehen. Die Herausbildung einer wechselseitigen Abhängigkeit zwischen Wirtsorganismen auf der einen Seite und Mikroorganismen auf der anderen Seite wird auch als Co-Evolution bezeichnet. Ein Beispiel stellen die Wechselbeziehungen, wie sie bei kommensalen sowie symbiontischen Mikroorganismen und ihren Wirten vorkommen, dar.

Der menschliche Organismus ist interessanterweise auch durch eine Reihe von potentiell pathogenen Mikroorganismen besiedelt. Hierzu zählen Meningokokken, *Haemophilus influenzae*-Stämme und auch Pneumokokken, die im Nasen-Rachen-Raum vieler gesunder Personen zu finden sind. Auch *Helicobacter pylori* als der Verursacher von Magengeschwüren und Magenkrebs ist bei etwa der Hälfte aller erwachsenen Personen anzutreffen. Potentiell harnwegsinfizierende *Escherichia coli*-Bakterien sind im Darm von etwa einem Drittel aller erwachsenen Personen nachweisbar. Diese Beispiele zeigen, daß auch der menschliche Körper ein Reservat für viele potentiell pathogene Mikroorganismen darstellen kann. Durch Co-Evolutionsprozesse hat sich jedoch der Wirt Mensch so auf die Präsenz der potentiell pathogenen Mikroben eingestellt, daß diese im Regelfall keine Krankheiten auslösen. Eine derartige Co-Evolution zwischen Mikro- und Makroorganismen ist nicht nur beim Menschen, sondern auch bei vielen Tieren und Pflanzen und ihren mikrobiellen Partnern anzutreffen.

5.2 Wechsel der »ökologischen Nischen«

Potentiell pathogene Mikroorganismen können als harmlose Besiedler von Makroorganismen auftreten, wenn sich ihre Vermehrung auf bestimmte Organe beschränkt und wenn es sich bei den Trägern um immunkompetente Wirte handelt. Die schon erwähnten Besiedler des menschlichen Nasen-Rachen-Raumes (Meningokokken, *Haemophilus* spp., Pneumokokken) sind deshalb in der Regel als harmlos für ihre Wirte anzusehen. Wenn diese Mikroorganismen jedoch auf einen immunsupprimierten Partner treffen, der die Replikation der Mikroben nicht einzudämmen vermag, so kann es zu schweren Infektionen kommen, beispielsweise zu In-

fektionen der Hirnhäute durch Meningokokken, Infektionen der Lunge durch Pneumokokken oder schwere Nasen-Rachen-Raum-Infektionen durch *Haemophilus influenzae*.

In der Folge dieser Infektionen kommt es dann zu einem Wechsel der Mikroorganismen in neue »ökologische Nischen«; so sind die Meningokokken unter bestimmten Bedingungen in der Lage, die Blut-Hirn-Schranke zu überwinden und dann eine Hirnhautentzündung (Meningitis) auszulösen. Auch ansonsten harmlose *Escherichia-coli*-Bakterien können gegebenenfalls den Harnweg besiedeln und Infektionen der Blase bzw. der Niere auslösen. Bei immunsupprimierten Patienten sind derartige *Escherichia-coli*-Bakterien sogar in der Lage, eine Blutvergiftung zu induzieren, bei Kleinkindern können bestimmte *Escherichia-coli*-Varianten auch eine Meningitis auslösen. In diesem Zusammenhang ist jedoch wichtig zu erwähnen, daß viele dieser ansonsten harmlosen Bakterien durch Gentransfer, »rearrangements« oder Punktmutationen Eigenschaften ausbilden, die beim Krankheitsprozeß förderlich sind. So spielt bei der Konversion von harmlosen Mikroorganismen zu Krankheitserregern im Zuge eines »Nischenwechsels« häufig auch die Plastizität des Genoms der Krankheitserreger eine wichtige Rolle.

5.3 Wirtswechsel

Handelt es sich bei dem Wechsel der ökologischen Nischen innerhalb eines Wirtes bereits um ein »unprogrammiertes« Ereignis, so sind viele der durch Wirtswechsel zustande gekommenen Infektionen im Prinzip als »Unfälle der Evolution« zu bezeichnen. Viele Infektionserreger des Menschen stammen von tierischen Wirten, wo die entsprechenden Mikroben als normale kommensale Besiedler auftreten. Diese, als zoonotische Erreger bezeichneten Mikroben, können nun durch unterschiedliche Mechanismen auf den Menschen übertragen werden. Dabei kann ein direkter Kontakt zwischen Tier und Mensch, eine Übertragung durch Nahrungsmittel, aber auch durch sogenannte Vektoren wie Insekten eine Rolle spielen. Einige dieser zoonotischen Infektionserreger sind in Abbildung 6 dargestellt.

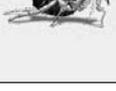
PATHOGENE	WIRTE	ÜBERTRAGUNG/ VEKTOREN	MENSCH	INFEKTIONEN
<i>Y. pestis</i>	Ratte			Pest
<i>Salmonella</i> spp.	versch. Tiere			Diarrhoeae
<i>E. coli</i>	Geflügel			Meningitis
Influenza	Geflügel			Grippe
HIV (AIDS)	Affen			AIDS
Corona-Virus	Wildkatze			SARS
Prion, PrP^{Sc}	Rind		Creutzfeld-Jakob-Erkrankung	

Abb. 6 Darstellungen von Erreger-Übertragungen vom Tier auf den Menschen (Zoonosen)

Typischerweise wäre hier wieder *Yersinia pestis*, der Erreger der Pest, zu nennen. Pestbakterien können sich ohne größere Krankheitssymptome in der Ratte und anderen Nagetieren vermehren. Durch den Pestfloh können diese Bakterien von einem Nagetier auf einen anderen Organismus, etwa den Menschen, übertragen werden. Nach Übertragung auf den Menschen kann es dann zur Ausbildung der entsprechenden Pestsymptome kommen. Typische zoonotische Erreger sind auch die *Influenza*-Viren, das HI-Virus, das SARS-Virus sowie verschiedene *Salmonella*-Arten. Die Vermehrung und Krankheitsinduktion beim Menschen, der als »Fremdwirt« auftritt, hat oftmals keine evolutionsbiologische Relevanz, vielmehr handelt es sich bei vielen der als Zoonosen auftretenden Infektionskrankheiten um »Sackgassen der Evolution«, da die Erreger, nachdem sie sich in ihrem Fremdwirt etabliert und vermehrt haben, keine weitere Möglichkeit der Ausbreitung haben. Ähnlich wie beim Gentransfer, wo aus apathogenen pathogenen Bakterien werden, können also durch Wirtswechsel bzw. Nischenwechsel ehemals apathogene Mikroorganismen zu pathogenen Erregern werden, wie dies in Abbildung 5 noch einmal schematisch dargestellt ist.

5.4 Wirtsanpassung und Wirtsresistenz

Es wurde bereits darauf hingewiesen, daß sich viele Mikroorganismen in und auf Wirtsorganismen vermehren und durch diese verbreitet werden, ohne daß es zu Krankheitsprozessen kommt. Man kann davon ausgehen, daß durch Transmission von potentiellen Krankheitserregern, etwa durch Wirtswechsel, Evolutionsprozesse der Mikro- und der Makroorganismen induziert werden. Dabei kann es einmal zu einer Veränderung von Strukturen der Mikroorganismen, etwa von Adhäsinen, kommen, so daß mildere Krankheitsprozesse ablaufen. Aus evolutionsbiologischer Sicht ist dies »sinnvoll« für die Mikroorganismen, da sie so den Wirt weiter für das Überleben und ihre Übertragung nutzen können und ihn nicht für evolutionsbiologisch »sinnlose« Krankheitsprozesse opfern müssen. Dieser Zusammenhang ist in Abbildung 7 dargestellt.

Darüber hinaus kann sich während eines Krankheitsprozesses jedoch auch die Wirtszelle ändern, indem etwa Rezeptoren für die Adhäsine der Mikroorganismen so modifiziert werden, daß die Mikroben schlechter in Zellen eindringen oder sich nur unvollkommen auf diesen vermehren können. Viele dieser Wirtsanpassungen sind auf SNP-Strukturen der Wirtsgenome zurückzuführen, wobei die genetische Veränderung von Wirtsstrukturen mit einer zunehmenden Resistenz gegenüber Pathogenen einhergeht.

Die Prozesse der Wirtsanpassung und -resistenz sind besonders gut bei Infektionen durch den Malariaerreger *Plasmodium falciparum* untersucht. Seit geraumer Zeit ist bekannt, daß eine Hämoglobin-Mangelerkrankung, die sogenannte Sichelzellenanämie, zu einer geringeren Bindung von Sauerstoff an die Häm-Moleküle von Erythrozyten führt. Diese Sichelzellenanämie geht aber auch einher mit einer Resistenz der Wirte gegenüber dem Malariaerreger. Insofern nimmt es nicht Wunder, daß in Malariagebieten eine erhöhte Anzahl von Sichelzellenanämie-Trägern auftritt. Auch andere Moleküle des Erythrozyten, beispielsweise die Glukose-6-Phosphat-Dehydrogenase, können so verändert sein, daß die Malariaerreger sich schlechter vermehren. Kürzlich wurde bekannt, daß der Chemokinrezeptor CCR5 in einer veränderten Form Resistenz gegenüber dem HI-Virus verleiht. Auch hier scheint es sich um eine Anpassung des Wirtes an Strukturen von Infektionserregern zu handeln. Die neuen Methoden der Genomsequenzierung und der Genomanalytik werden es in der Zukunft mög-

lich machen, weitere Beispiele von Wirtsanpassungen an Krankheitserreger molekular aufzuklären und so möglicherweise neue Behandlungsstrategien zu entwickeln.

6. »Balanced« versus »Increased Pathogenicity«

6.1 Krankheit, ein Motor der Evolution?

In der Evolutionsbiologie wird momentan die Frage kontrovers diskutiert, ob die Entwicklung zu einer reduzierten Pathogenität der Regelfall ist, nachdem durch Wirts- oder Nischenwechsel oder durch Gentransfer hoch pathogene Mikroorganismen entstanden sind, oder ob auch Krankheitsprozesse als Motoren der Evolution wirken können, so daß eine Erhöhung der Pathogenität als treibendes Moment der Entwicklung anzusehen wäre. Es sprechen viele neuere Daten dafür, daß letzteres bei bestimmten Infektionskrankheiten der Fall ist. So tragen beispielsweise die Krankheitsprozesse, die bei Darminfektionen entstehen, dazu bei, daß die pathogenen Mikroorganismen sich in der Umwelt verbreiten, etwa durch Defäkation und Überleben der Organismen im Wasser sowie Wiederaufnahme durch den Menschen. In der Tat scheint es so zu sein, daß eine Erhöhung der Pathogenität, etwa durch Optimierung von

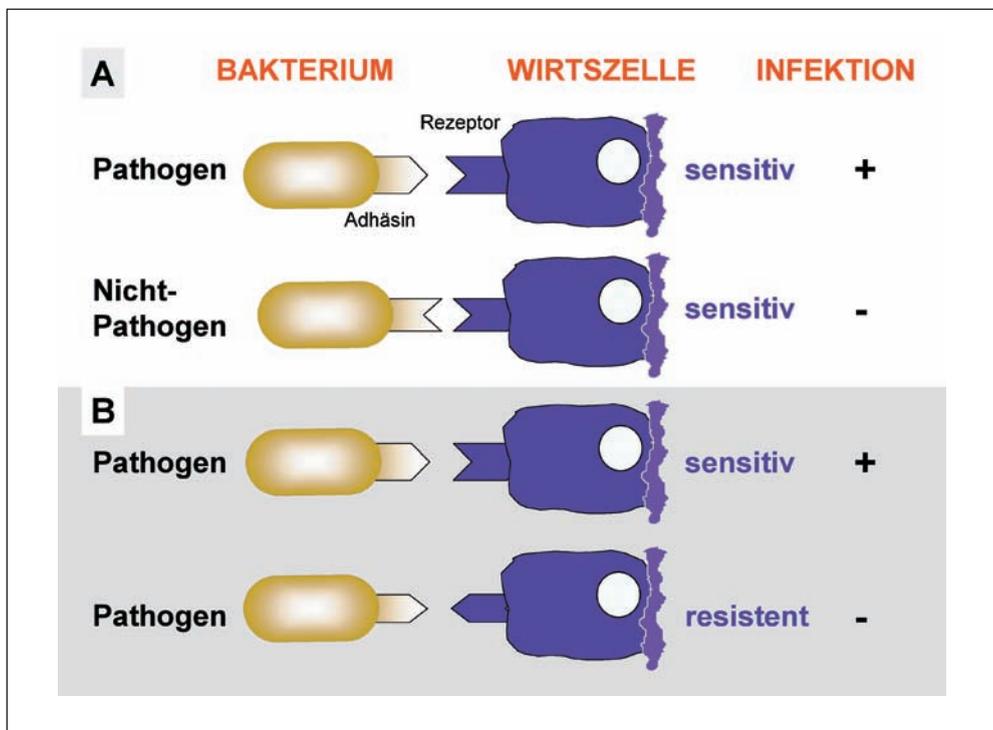


Abb. 7 Reduktion der Pathogenität von mikrobiellen Erregern durch Veränderung von Adhäsinen und von Rezeptoren auf der Wirtszelle (Evolution der Wirtsresistenz). (A) Krankheitsresistenz entsteht durch Veränderung von Adhäsinen der Krankheitserreger. (B) Krankheitsresistenz entsteht durch Veränderungen von Rezeptormolekülen auf der Oberfläche der Wirtszelle.

Toxinen beim Ruhrerreger *Shigella dysenteriae*, eine evolutionsbiologisch günstige Wirkung haben kann. Auf diesen Zusammenhang hat insbesondere P. W. EWALD aufmerksam gemacht (siehe EWALD 1994), der eine »increased pathogenicity« bei bestimmten Erregern als »Motor der Evolution« nachgewiesen hat.

Auch Erreger von respiratorischen Infektionen können ihre Verbreitung verbessern, indem sie Infektionsprozesse in Gang setzen, in deren Verlauf es zu einem »Abhusten« der Erreger, Tröpfchenbildung und Aufnahme der Mikroorganismen durch andere potentielle Träger kommt. Insofern wohnt vielen normalen Bewohnern des Nasen-Rachen-Raumes die Fähigkeit inne, milde Infektionsprozesse zu induzieren, um so die Verbreitung zu fördern. Dies könnte der Fall sein bei den schon erwähnten respiratorischen Erregern, aber auch beim Keuchhustenbakterium *Bordetella pertussis* und möglicherweise auch bei manchen Erregern von Lungenerkrankungen wie *Mycobacterium tuberculosis*. Allen diesen Erregern muß die Fähigkeit zugesprochen werden, daß sie die Krankheit als einen Motor der Evolution nutzen, um ihre Verbreitung und ihr Überleben zu sichern. Dieses Konzept der »increased pathogenicity« ist noch einmal in Abbildung 8 dargestellt.

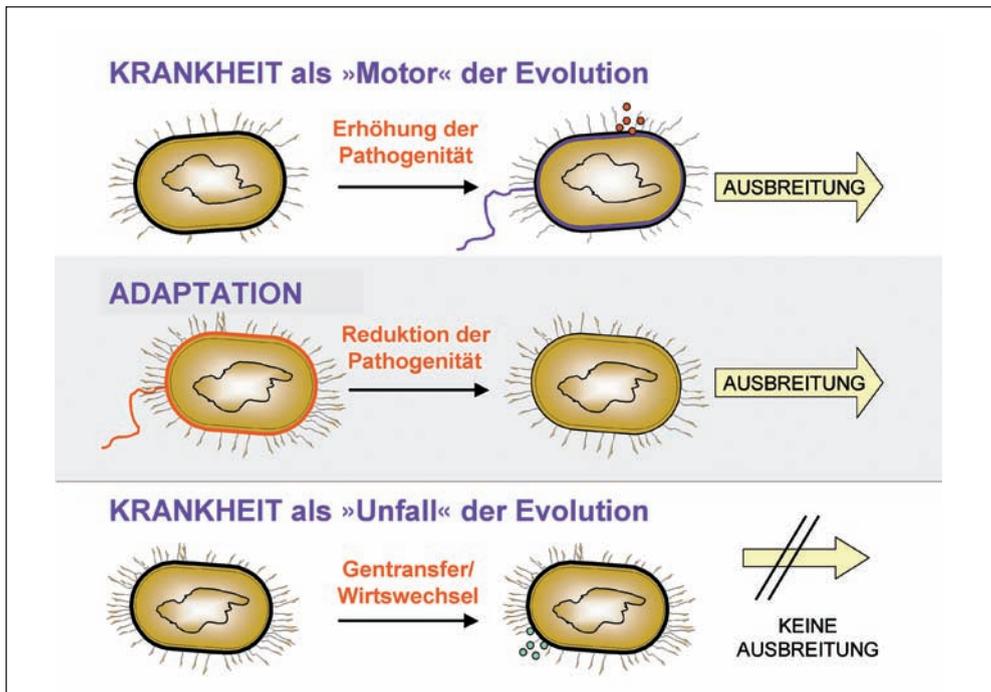


Abb. 8 Schematische Darstellung von Evolutionsprozessen

6.2 Das Konzept der »Balanced Pathogenicity«

Mit dem Prinzip der »balanced pathogenicity« (Mims et al. 1995) wird der Tatsache Rechnung getragen, daß sich pathogene Mikroorganismen an ihre Wirtsorganismen in der Regel dergestalt anpassen, daß diese auf eine Optimierung der Überlebens- und Transmissionsrate hin verändert werden. Einher geht mit dieser Veränderung oft, daß hoch pathogene Mikroorganismen entweder ganz aus der Population verschwinden, da die Wirtspopulation zu sehr dezimiert wird (»Unfall der Evolution«) oder daß die Mikroben sich in Richtung auf eine geringere Pathogenitätspotenz hin entwickeln. Der Zusammenhang zwischen dem Grad der Pathogenität und der Fähigkeit zum Überleben und zur Übertragung ist in Abbildung 9 noch einmal dargestellt. Es nimmt nicht Wunder, daß es im Zuge einer wechselseitigen Anpassung zwischen Wirtsorganismus auf der einen Seite und Mikroorganismus auf der anderen Seite zu einem dynamischen Wechselspiel kommt, bei dem aus evolutionsbiologischer Sicht eine graduelle Anpassung (Co-Evolution) beider Partner zu beobachten ist (Abb. 8).

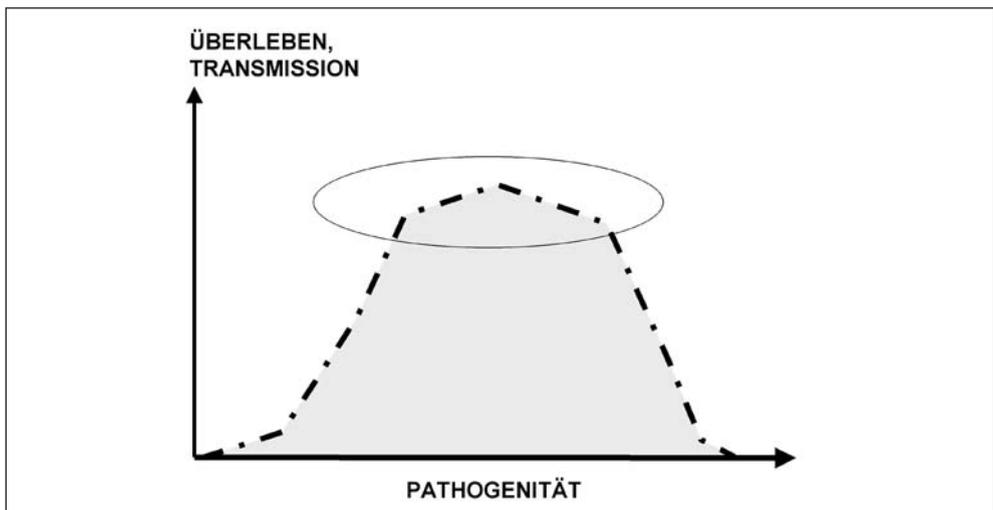


Abb. 9 Schematische Darstellung des Zusammenhanges zwischen der Erhöhung der Pathogenität und der Transmissionsrate von pathogenen Mikroorganismen

7. Resümee

Zwischenzeitlich sind die Genome nahezu aller Arten pathogener Mikroorganismen entschlüsselt und analysiert worden. Darüber hinaus werden auch viele Wirtsorganismen auf genomischem Niveau untersucht. Somit besteht die Möglichkeit, Infektionsprozesse auch im Hinblick auf ihre molekularen evolutionsbiologischen Mechanismen hin zu studieren. Diese neue Forschungsrichtung wird mit dem Terminus »Evolutionäre Infektionsbiologie« umschrieben. Dabei werden insbesondere die Wechselwirkungen zwischen pathogenen Mikroorganismen und Wirtsorganismen deutlich. Zum einen ist so eine Analyse der molekularen Ursachen von Krankheitsprozessen möglich, andererseits können auch die evolutionsbiologi-

schen Implikationen dieser Prozesse diskutiert werden. Deshalb sollte es in Zukunft möglich sein, Infektionsprozesse, aber auch Mechanismen der Entwicklung von Wirtsresistenz und -empfindlichkeit auf molekularem Niveau zu analysieren, um mögliche neue Behandlungsstrategien zu entwickeln. Dabei kommt es auch darauf an, mögliche Übertragungswege und Reservoirs von Infektionserregern zu charakterisieren, um so frühzeitig intervenieren zu können. Auch die Identifizierung von Vektoren und das Studium der genetischen Veranlagung im Hinblick auf Wirtspolymorphismen kann bei der Bekämpfung von Infektionen mit herangezogen werden. Nicht zuletzt ist es die hohe genetische Flexibilität von Infektionserregern, die immer wieder zu neuen Erregervarianten führt, welche mit Hilfe einer evolutionären Infektionsbiologie beschrieben werden können. Auch wenn hierbei die evolutionäre Infektionsbiologie eine Reihe von positiven praktischen Konsequenzen zeitigen wird, so bleibt doch der oft zitierte Satz Louis PASTEURS auch im Zeitalter der Genomforschung richtig, daß nämlich bei allen diesen Prozessen »die Mikroben das letzte Wort haben werden«.

Dank

Frau Dr. Ute HENTSCHEL und Herrn Dr. Ulrich DOBRINDT danke ich für zahlreiche Diskussionen. Frau Gonda MAASS, Frau Hilde MERKERT, Frau Claudia BORDE und Frau Petra HUFNAGEL danke ich für die Hilfe bei der Erstellung des Manuskriptes. Eigene Arbeiten zu den dargestellten Forschungsschwerpunkten werden gefördert von der Deutschen Forschungsgemeinschaft, der Bayerischen Forschungsförderung sowie dem Fonds der Chemischen Industrie.

Literatur

- ACHTMAN, M., ZURTH, K., MORELLI, G., TORREA, G., GUIYOULE, A., and CARNIEL, E.: *Yersinia pestis*, the cause of plague, is a recently emerged clone of *Yersinia pseudotuberculosis*. Proc. Natl. Acad. Sci. USA 96, 14043–14048 (1999)
- ANAND, K., ZIEBUHR, J., WADHWANI, P., MESTERS, J. R., and HILGENFELD, R.: Coronavirus main proteinase (3C^{pro}) structure: basis for design of anti-SARS drugs. Science 300, 1763–1767 (2003)
- ARBER, W.: Evolution of prokaryotic genomes. Curr. Top. Microbiol. Immunol. 264, 1–14 (2002)
- DOBRINDT, U., AGERER, F., MICHAELIS, K., JANKA, A., BUCHRIESER, C., SAMUELSON, M., SVANBORG, C., GOTTSCHALK, G., KARCH, H., and HACKER, J.: Analysis of genome plasticity in pathogenic and commensal *Escherichia coli* isolates by use of DNA arrays. J. Bacteriol. 185, 1831–1840 (2003)
- EWALD, P. W.: Evolution of Infectious Disease. Oxford, New York: Oxford Press 1994
- FALKOW, S.: The evolution of pathogenicity in *Escherichia*, *Shigella*, and *Salmonella*. In: NEIDHARDT, F. C., CURTISS III, R., INGRAHAM, J. L., LIN, E. C. C., LOW, K. B., MAGASANIK, B., REZNIKOFF, W. S., RILEY, M., SCHAECHTER, M., and UMBARGER, H. E. (Eds.): *Escherichia coli* and *Salmonella*: Cellular and Molecular Biology. Vol. 2; pp. 2723–2729. Washington (D. C.): ASM Press 1996
- GROSS, R., HACKER, J., and GOEBEL, W.: The Leopoldina international symposium on parasitism, commensalism and symbiosis – common themes, different outcome. Mol. Microbiol. 47, 1749–1758 (2003)
- HACKER, J.: Von Menschen und Mikroben: Versuch einer evolutionären Infektionsbiologie. In: WINNACKER, E.-L., et al. (Eds.): Unter jedem Stein liegt ein Diamant. Struktur – Dynamik – Evolution. Verhandlungen der Gesellschaft Deutscher Naturforscher und Ärzte. S. 169–179. Stuttgart, Leipzig: S. Hirzel 2001
- HACKER, J.: Menschen, Seuchen und Mikroben. München: Beck-Verlag 2003
- HACKER, J., und HEESMANN, J.: Molekulare Infektionsbiologie. Heidelberg: Spektrum-Verlag 2000
- HACKER, J., HENTSCHEL, U., and DOBRINDT, U.: Prokaryotic chromosomes and disease. Science 301, 790–793 (2003)
- HENTSCHEL, U., DOBRINDT, U., and STEINERT, M.: Commensal bacteria make a difference. Trends Microbiol. 11, 148–150 (2003)
- MIMS, C., DIMMOCK, N., NASH, A., and STEPHEN, J.: Pathogenesis of Infectious Disease. 4. Ed. London: Academic Press 1995
- RIETSCHEL, E. T., RIETSCHEL, M., WOLUWE, S. S., und EHLERS, S.: Der ewige Kampf gegen die Infektionskrankheiten – Sind Wissenschaft und Medizin machtlos? In: EMMERMANN, R., et al. (Eds.): An den Fronten der Forschung: Kosmos – Erde – Leben. Verhandlungen der Gesellschaft Deutscher Naturforscher und Ärzte. S. 183–210. Stuttgart, Leipzig: S. Hirzel 2002

- SOKURENKO, E. V., HASTY, D. L., and DYKHUIZEN, D. E.: Pathoadaptive mutations: gene loss and variation in bacterial pathogens. *Trends Microbiol.* 7, 191–195 (1999)
- SCHUBERT, S., RAKIN, A., KARCH, H., CARNIEL, E., and HEESEMANN, J.: Prevalence of the »high-pathogenicity island« of *Yersinia* species among *Escherichia coli* strains that are pathogenic to humans. *Infect. Immun.* 66, 480–485 (1998)
- WINKLE, S.: Geißeln der Menschheit. Kulturgeschichte der Seuchen. Düsseldorf: Artemis und Winkler 1997

Prof. Dr. Dr. h. c. mult. Jörg HACKER
Universität Würzburg
Institut für Molekulare Infektionsbiologie
Röntgenring 11
97070 Würzburg
Bundesrepublik Deutschland
Tel.: +49 931 312575
Fax: +49 931 312578
E-Mail: j. hacker@mail.uni-wuerzburg.de

Diskussion II

JOCKUSCH, B.: Herr HACKER, meine Fragen beziehen sich auf die von Ihnen angesprochene Pest. Wenn man sich die Todesraten bei diesen mittelalterlichen Pestwellen ansieht, dann ist klar, daß sie mit der Größe der Rattenpopulation korrelieren: In den Städten, in denen die Rattenpopulationen groß waren, gab es die meisten Toten. Heute gibt es Riesenstädte, die voll von Ratten sind. Trotzdem spielen offensichtlich Pestepidemien keine große Rolle mehr. Hat sich die Ratte weiterentwickelt? Oder betrifft die Weiterentwicklung den Menschen, das Bakterium *Yersinia pestis* oder den Floh? Bei der Pest war es, abgesehen sicher von der Lungenpest, meist so, daß die betroffenen Patienten die Möglichkeit hatten, ihr adaptives Immunsystem zu aktivieren. Es gibt Hinweise, daß die Todesrate beispielsweise in Abhängigkeit von der Blutgruppe schwankte. Menschen mit der Blutgruppe A starben weniger oft als die Träger anderer Blutgruppen. Außerdem sollen z. B. bestimmte Populationen in Ost-Westfalen weniger betroffen gewesen sein. Dort wird viel rohes Mett gegessen, und dieses Mett enthält, wenn es nicht ganz frisch ist, mit *Yersinia pestis* verwandte Bakterien. Die Menschen dort hatten daher Antikörper entwickelt und waren weniger empfindlich gegen *Yersinia pestis*. Die Todesrate solcher Populationen war nachweislich geringer.

HACKER: Die Pest ist heute eine der Erkrankungen, die von der Weltgesundheitsorganisation auf die Liste der wieder auftauchenden bzw. zunehmenden Gefahren gesetzt wurden. Sie ist aber keine globale Seuche mehr. Das hängt wahrscheinlich damit zusammen, daß sich die Rattenpopulationen im 18. Jahrhundert veränderten. Es überlebten jene, die resistent waren. Hinzu kommt, daß in Europa die Hausratte von der Wanderratte abgelöst wurde. Die Wanderratten sind scheuer und gehen nicht im selben Maße in die Städte. Während der großen Pestepidemien standen zudem einst zeitweise türkische Heere in Europa, und es ist bekannt, daß viele Pesterreger aus dem Orient eingeschleppt wurden. Die Situation ist sehr kompliziert zu beurteilen, und es gibt viele Spekulationen. Daß jedoch vor allem die Suszeptibilität der Ratten hier eine Rolle spielt, erscheint relativ klar.

Welche Folgen die Verteilung der Blutgruppen im Einzelnen für die Pestinfektion hatte, ist meines Wissens nicht geklärt. Möglicherweise war es so, daß Rezeptorpolymorphismen hier eine Rolle spielen. Einer der Rezeptoren, die auch bei der Infektion mit dem Aids-Virus Bedeutung haben, wird angeschuldigt, für den Pesterreger zur Verfügung zu stehen. Zur Zeit laufen in Paris und Stanford experimentelle Arbeiten, um diese Fragen abzuklären. Man kann jetzt Zellen mit unterschiedlichen Rezeptorvarianten transfizieren und wird dann sehen, ob sie noch suszeptibel sind oder bereits Resistenzen entwickelt haben. Bisher ist das noch unklar, jedoch wird man in ein oder zwei Jahren dazu sicher mehr wissen.

Bei häufigem Verzehr von rohem Fleisch kann tatsächlich mit einer gewissen Wahrscheinlichkeit *Yersinia enterocolitica* aufgenommen werden, ein Bakterium, das für Darminfektionen und rheumatische Erkrankungen verantwortlich ist und gelegentlich im Fleisch vorkommt. Möglicherweise kann sich dadurch eine gewisse Grundimmunität aufbauen. Allerdings ist das nicht so stringent bewiesen. Man findet ein bestimmtes räumliches Verteilungsmuster der Todesfälle, das sicher auch etwas mit weiteren lokalen Gegebenheiten zu tun hat.

Die Lungenpest ist mit Sicherheit immer tödlich gewesen. Sie hat sich vor allem dann entwickelt, wenn in den Herbst- oder Wintermonaten Leute zusammenkamen, weil sie z. B. Märkte und Messen besuchten. Die Bakterien wurden über Tröpfcheninfektion weitergege-

ben. Man muß daher immer betrachten, zu welcher Jahreszeit sich diese Pestzüge ausbilden. Die Pestepidemie von 1348 bis 1352 ist sehr gut aufgearbeitet, da es hier sehr viele Quellen gibt. Dabei spielte die Lungenpest eine große Rolle.

GRANER: Meine Frage schließt an das Beispiel Pesterreger an. Als Menschen und insbesondere als Wissenschaftler sind wir heute für das Problem des Artensterbens hochgradig sensibilisiert. Dennoch wären wir bei jenen pathogenen Bakterien oder Viren – ganz im Gegensatz etwa zur Situation bei Pflanzen – erfreut, wenn einige jener gefährlichen Formen das Zeitliche segnen würden. Ist es möglich, gewissermaßen durch negative Selektion eine solche pathogene Art zum Aussterben zu bringen? Gibt es dafür Beispiele? Ich hatte zunächst angenommen, daß Sie mit dem Pesterreger eines liefern könnten. Dem war allerdings nicht so. Zwar habe ich den Eindruck, daß man weltweit gegenwärtig mit großem finanziellen Aufwand versucht, bestimmte Infektionskrankheiten auszurotten. Es scheint aber recht zweifelhaft, ob dieses Unterfangen tatsächlich von Erfolg gekrönt sein wird, – es sei denn, Sie liefern ein entsprechendes positives Beispiel.

HACKER: Man kann diese Frage weiter zuspitzen: Ist die Eradikation von Infektionserregern eigentlich ein lohnendes Ziel? Natürlich gibt es ein Beispiel: die Pockenviren. Die WHO hatte es sich auf die Fahnen geschrieben, die Pocken als globale Seuche auszurotten. Das ist auch nach allem, was man heute weiß, gelungen. Es gibt zwar noch Pockenerreger in zwei Forschungszentren. Da zeichnen sich in Zusammenhang mit dem Bioterrorismus neue Gefahren ab.

Die mittlere Generation ist gegen die Pocken vielleicht noch geschützt. Sie hat noch eine Restimmunität, wenngleich diese zurückgeht. Jüngere Leute sind aber nicht mehr geschützt, weil nicht mehr immunisiert wird. Impfstoffe stehen nur in geringem Maße zur Verfügung, und vor allem geht das Wissen verloren, mit diesen Seuchen umzugehen. Daher bin ich skeptisch, ob sich solche Eradikationsprogramme durchsetzen werden, in deren Folge eine Einstellung entsteht, als gäbe es die Seuche nicht mehr. Natürlich ist es richtig, Infektionskrankheiten zu bekämpfen und möglichst auszurotten, aber man muß das Wissen über diese Krankheiten sichern und die Fähigkeiten erhalten, um mit diesen Infektionen nach wie vor umgehen und etwas dagegen vornehmen zu können.

Kinderlähmung ist ein zweites Beispiel. Sie sollte bis zum Jahr 2000 ausgelöscht sein. Das ist aber bisher nicht gelungen. Im Gegenteil scheint die Anzahl der Erkrankungsfälle in einigen Ländern Afrikas und den ehemaligen GUS-Staaten wieder zuzunehmen. Man muß sehen, wie sich das weiter entwickelt. Es gibt jetzt eine Impfkampagne. Es ist sehr wichtig, solche Erreger zu bekämpfen und zu verhindern, daß jemand daran erkrankt oder sogar stirbt. Dennoch sollte man das für die Behandlung wichtige Wissen und Können bei den humanpathogenen oder humanadaptierten Erregern erhalten.

Für nicht virale Erreger bin ich noch skeptischer. Es gibt nur sehr wenige Bakterien, die ausschließlich den Wirt Mensch benutzen, wie etwa die Meningokokken oder die Gonokokken. Möglicherweise gibt es aber bei diesen Erregern einen anderen Primaten als Reservoir. Ich glaube nicht, daß es gelingen wird, Infektionskrankheiten, deren Erreger über tierische Reservoir verつügen, völlig zu eliminieren.

HÖLLDOBLER: Herr HACKER, Sie hatten die Nachteile der Sexualität geschildert, wenn es um die Vermehrung der Genfrequenzen geht. Die Evolutionsbiologen haben eigentlich noch im-

mer keine gute Erklärung, warum die Sexualität überhaupt entstanden ist. Zu meinen Studenten sage ich in der Vorlesung: Gott sei Dank gibt es die Sexualität, es wäre sonst sehr langweilig. Aber das ist natürlich keine gute biologische Erklärung. Eine der besten Hypothesen besagt, daß es der Parasitendruck ist, der in der Evolution zur Herausbildung der Sexualität geführt hat. Dieser Druck hat nicht nur den Menschen, sondern alle sich sexuell vermehrenden Organismen stark beeinflußt. Diesen Punkt sollte man unbedingt hervorheben.

Herr HACKER, außerdem möchte ich Sie fragen, wie Sie zu der Hypothese stehen, daß die parasitischen Mikroorganismen ihre Wirte in ihrem Verhalten manipulieren, und zwar in dem sie ihre Vermehrung verstärken.

HACKER: Die Sexualität ist ein entscheidender Punkt. Der ständige Druck von Seiten der Parasiten oder der Pathogene führt dazu, daß eine große Variabilität auf der Seite der infizierten Organismen gefördert wird. Was nun die Manipulation angeht, so scheint die erwähnte Hypothese zuzutreffen. Es gibt sogar Eiweißmoleküle, die als Moduline bezeichnet werden und die die Epithelzellen veranlassen, Pathogene aufzunehmen, obwohl sie das normalerweise nicht machen würden. Diese Pathogene vermehren sich intrazellulär in der Vakuole bzw. im Zytoplasma, wo sie reiche Nährstoffe finden. Die Problematik der Übertragung ist leider noch recht wenig untersucht, wenngleich sie ein wichtiger evolutionärer Aspekt ist. Mikroorganismen sind immer dann erfolgreich, wenn sie entweder möglichst viele Lebensräume nutzen oder exklusiv einen speziellen Lebensraum in Anspruch nehmen können. Das zeigt sich etwa bei Infektionen der Atemwege oder des Darms. Bei Darminfektionen hat Herr EWALD festgestellt, daß eine möglichst hohe Pathogenität, d. h. viele Toxine, und eine möglichst schnelle Replikation für den Erfolg der Mikroorganismen verantwortlich sind. Das ist natürlich auch eine Form der Manipulation.



Peter Sylvester »Lebensräume in Vergangenheit und Zukunft I«, 2002; Acryl auf Leinen, 120 cm × 160 cm

Prof. Dr. Wulf Schiefenhövel

Wulf SCHIEFENHÖVEL, Professor für Ethnomedizin und Medizinische Psychologie an der Ludwig-Maximilians-Universität München. Seit 1977 Forschungstätigkeit in der Max-Planck-Gesellschaft, Leiter der Gruppe Humanethologie, MPG Andechs. Gastprofessuren an den Universitäten Zürich und Toronto, seit 1990 in Innsbruck, seit 1993 in Bukarest, seit 1995 in Jakarta und seit 1997 in Groningen. Fellow des Wissenschaftskollegs zu Berlin, des Collegium Budapest sowie des Zentrums für interdisziplinäre Forschung (ZIF), Bielefeld. Gründungsmitglied des Humanwissenschaftlichen Zentrums der Ludwig-Maximilians-Universität München. Sprecher der Arbeitsgemeinschaft Humanethologie und Vorstandsmitglied der Gesellschaft für Anthropologie. Mitglied u. a. in den wissenschaftlichen Beiräten des Projekts »*Avenir des peuples des forêts tropicales*« der Europäischen Union, des ZIF Bielefeld und des Forschungsinstituts Senckenberg, Frankfurt. Kontinuierliche Feldforschung vor allem in Melanesien und Indonesien seit 1965. Forschungsschwerpunkte: transkulturell vergleichende Humanethologie, Ethnomedizin, Anthropologie.

Vom Instinkt zur Kultur: Zur Evolution geistiger Fähigkeiten Beispiele aus traditionellen Kulturen Melanesiens

Wulf SCHIEFENHÖVEL (Andechs)

Mit 11 Abbildungen und 6 Tabellen

Einleitung

Das Thema, zu dem ich zu sprechen gebeten wurde, beschreibt einen großen Bogen und enthält zwei Begriffe, die schwierig sind: Instinkt und Kultur. Es gibt 164 Definitionen von »Kultur« bei KROEBER und KLUCKHOHN (1952). Mit »Instinkt« steht's nicht viel besser, vor allem auch deswegen, weil der Term aus dem allgemeinen Sprachschatz (vgl. *instinctus naturae*) entnommen wurde und, versehen mit neuen ethologischen Schattierungen, wieder in ihn eingegangen ist. Etliche moderne Evolutionsbiologen haben den Begriff, der von CRAIG (1918) und später von LORENZ (1937), TINBERGEN (1951) und anderen durchaus sorgfältig, und bis hin zum Konzept der »Instinkt-Dressur-Verschränkung« (LORENZ 1935), definiert worden war, aus ihrem Vokabular eliminiert – zu Unrecht, wie ich finde. Von daher gesehen ist die Aufgabe, dem gestellten Thema gerecht zu werden, nicht einfach. Ich werde versuchen, eine der Klippen zu umschiffen, indem ich darauf verzichte, die beiden komplexen und strittigen Termini genauer zu beschreiben; etwa in Anlehnung an Techniken des Konflikt-Managements, bei denen man auch zunächst einmal über das spricht, was leichter erreichbar scheint. In diesem Fall wäre das eine Annäherung an die immer noch ausreichend ambitionierte Frage, wie es wohl in der Hominidenentwicklung zur Evolution geistiger Fähigkeiten gekommen sein mag. Ich werde dabei vor allem auf meine Erfahrungen mit nicht-schriftlichen Gesellschaften in Melanesien zurückgreifen.

Conditio humana – evolutionsbiologisch betrachtet

In der europäischen Geistesgeschichte existiert ein sehr wirkmächtiges Bild, beschrieben in PLATOS *Protagoras*. Zeus, ausnahmsweise mal nicht in Verfolgung attraktiver Weiblichkeit auf der Erde unterwegs, betrachtet vom Kontrollstand des Olymp aus die Menschheit und macht sich väterlich-sorgende Gedanken über den *Status quo* der zweibeinigen Sterblichen. Geradezu erbarmungswürdig erscheinen sie ihm. Sie haben keine kräftigen Klauen und keine Reißzähne, kein Fell, das sie schützt, ihre Nase ist nicht in der Lage, ihnen den Weg zu weisen, usw. In einer generösen Geste übereignet er den armen Menschlein dort unten Gaben, die diese biologische Mangelhaftigkeit ausgleichen sollen, nämlich die Fähigkeit, Scham, damit

Moral zu empfinden und moralische Systeme entwickeln zu können, die Fähigkeit, Ungerechtes von Gerechtem zu unterscheiden, damit Rechtssysteme ausbilden zu können, sowie die Fähigkeit zur Kooperation, zur Ausbildung der menschlichen Gemeinschaft. Eine schöne Szene mit einem generösen Göttervater – sie hat den Nachteil, die *conditio humana* zu verfehlen. Wir sind von Natur aus keine Mängelwesen, sondern genauso ausgestattet, daß wir die Dinge, die wir auf diesem Planeten tun mußten, auch vernünftig machen konnten; genauso, wie das bei allen anderen Tierspezies auch der Fall ist. Im Vergleich mit den meisten von ihnen sind wir, etwa wie die ebenfalls singulären Spatzen und Ratten, sogar so erfolgreich gewesen, daß wir uns auf nahezu dem gesamten Planeten ausgebreitet haben.

Hier möchte ich eine Zwischenbemerkung zur Wissenschaftstheorie der Evolutionsbiologie machen. Anpassung ist das Resultat eines langen historischen Prozesses. Daher wurde im letzten Absatz das Präteritum verwendet für die durch Mutation und Selektion gesteuerte Entwicklung von Eigenschaften, die es Mitgliedern früher Hominidengruppen ermöglichten, unter den Lebensbedingungen der plio- und pleistozänen Epochen nicht nur zu überleben, sondern Kultur auszubilden. Evolutionsbiologie und Humanethologie sind quasi historische Wissenschaften, die versuchen, aus der Vergangenheit das Jetzt zu verstehen – das macht sie merkwürdig zwitterhaft, weil sie natürlich auch den Naturwissenschaften angehören.

Eine wichtige Frage, strittig diskutiert zwischen den Anhängern eines omnipräsenten Adaptionismus, der in allen organischen Erscheinungen (etwa der Schizophrenie) eine Anpassungsleistung sieht, und Vertretern einer moderateren Evolutionsbiologie, die grundsätzlich auch das Konzept der Pathologie als Form des Lebendigen zulassen (etwa als »mismatch« im Sinne BAILEYS 1996, vgl. die postpartale Dysphorie, DAMMANN und SCHIEFENHÖVEL 2001), ist eben jene, ob wir Heutigen denn immer noch an die Bedingungen angepaßt sind, unter denen modernes urbanes Leben sich vollzieht (vgl. EIBL-EIBESFELDT 1995). In der Zeusschen Zeit lebten die Sterblichen zweifelsohne näher mit und in der Natur, als es die Angehörigen der Industrienationen derzeit tun.

Zurück zum Topos des Mängelwesens Mensch. Tabelle 1 listet weitere Protagonisten des ideengeschichtlich eben sehr bedeutsamen Konzepts vom organisch defizienten Menschen auf, das uns bis heute prägt; dabei ist die Vorstellung von der Erbsünde in der Aufstellung nicht enthalten, gehört aber eigentlich dazu. Welch aberwitzige Idee, daß ein neugeborenes Kind schon so schuldhaft sei, daß es, sollte es sterben, ohne Erbarmen in eine, wenn auch abgemilderte, Verdammnis muß, in den sogenannten Limbus, wenn es nicht schnell notgetauft wird. Das ist eine hochinteressante theologische Spielart der Defizienzvorstellung. Bilder wie dieses leiten unsere Selbstwahrnehmung. Ohnehin tendieren wir Menschen wohl in universeller Weise dazu, jedenfalls zu Zeiten der kontemplativen Zwiesprache mit uns selbst, unsere Mängel besonders stark wahrzunehmen. IBN SINA/AVICENNA, der persische Arzt, Autor eines der umfassendsten medizinischen Lehrbücher aller Zeiten, des *Canon medicinae* (vgl. AVICENNA 1999), hat das Paradigma des mangelhaften Funktionierens für die Medizin formuliert. Ich denke, es ist ein bis heute fortwirkendes Problem in unserer Medizin, und es reicht bis in die Fragen, die von Herrn Kollegen PROPPING in diesen Gaterslebener Gesprächen diskutiert werden: Reproduktionsmedizin und Veränderung unseres Genoms.

Tab. 1 Der Mensch – »Mängelwesen« oder »Volltreffer«. Einige Definitionen

Protagonisten	Definitionen
PLATO (<i>Protagoras</i>)	Erbarmungswürdiges, hilfloses Wesen ohne adäquate Zähne, Klauen, Geschwindigkeit, daher von Zeus mit dem Sinn für Moral und der Fähigkeit zu Kooperation in Gruppen ausgestattet
AVICENNA/IBNSINA	Biologisches Mängelwesen, daher ständig ärztliche Gegenmaßnahmen erforderlich
GEHLEN in Anlehnung an HERDER	»Mängelwesen«, im Vergleich zum »vollkommenen Tier« biologische Mangelausstattung, die durch Kultur und Institutionen ersetzt wird
PLESSNER	Exzentrizität
GADAMER	»Unausgeglichenheit« des menschlichen Reichtums an Fähigkeiten und Ausstattungen für Wahrnehmung und Bewegung
HASELOFF	»Keine ... angeborenen, lernfreien und irrtumssicheren Verhaltensweisen« der Kommunikation
LÉVY-BRUHL	»L'homme prélogique«
NIETZSCHE	Der Mensch als »nicht festgestelltes Wesen«
LORENZ	»Spezialist auf Unspezialisiertsein« (Beispiel des sportl. Mehrkampfes zwischen einem Menschen und verschiedenen Tieren)
LORENZ	»Zwischenglied zwischen dem Tier und dem wahrhaft humanen Menschen«
EIBL-EIBESFELDT	»Das riskierte Wesen«
VOLLMER	»Eingepaßt in den Mesokosmos«
SCHAEFER und NOVAK	»An die derzeitige Welt optimal angepaßt«
MARKL	»Volltreffer der Evolution«

Es scheint mir klar, daß auch hinter diesen neuen Ansätzen medizinischer Intervention die Idee der Mängelhaftigkeit der Menschen steht. Gerade in der Medizin ist das naturgemäß ein besonders einflußreicher Topos. Die meisten Positionen aus der Tabelle sollen nicht im Einzelnen diskutiert werden. NIETZSCHE hat die *conditio humana* ziemlich gut getroffen, wie ich finde; er ist nicht in die Mängelwesenfalle gegangen, die Norbert BISCHOF in seinem Buch *Das Rätsel Ödipus* (1985) treffend skizziert hat. Er formuliert, daß die betreffenden Autoren »die Befreiung von der biologischen Erblast zu erschleichen versuchen, indem sie ihren angeblichen Verlust betrauern«. Die so gegeißelte ontologische Position erklärt ja, ganz nah am *Protagoras*, menschliche Kultur als Krücke, mit Hilfe derer erst das menscheitsgeschichtliche Überleben des organischen Schwächlings *Homo* möglich wird. Aus der Sicht der Evolutionsbiologie sind wir aber von Natur aus Kulturwesen. Das ist der Punkt und im Fokus dieses Beitrags.

Wann genau diese »Fulguration« (LORENZ 1973) stattgefunden hat, vermögen uns die Paläoanthropologen trotz großer Fortschritte in den letzten Jahrzehnten nicht zu sagen. Unsere hominiden Vorfahren haben, das wird immer klarer, bereits beeindruckende kulturelle Leistungen vollbracht. *Homo erectus* hat wunderbare Hochleistungsspeere geschnitzt, nahezu dieselben Modelle, wie sie heute Olympioniken verwenden; damit sind die Mammuts sicherlich nicht gekitzelt, sondern erlegt worden. Der angeblich friedliche Urmensch (dessen jagende Subsistenzstrategie gar nichts mit Aggression, die immer innerartlich ist, zu tun hat) ist

ein trotz aller archäologischen und evolutionsbiologischen Befunde persistierendes Idealbild in den Gesellschaftswissenschaften, hier in Gatersleben von Herrn HÖLLDOBLER kritisch beleuchtet.

Das Bild ist leicht zu verstehen: Wir sehnen uns danach, von Natur aus friedlich zu sein. Es fällt uns schwer, unsere Neigung zu aggressiven Reaktionen, um so mehr zu aggressiven Primärakten zu akzeptieren. Wir sind ein erfinderisches Tier, *Homo faber*, das die Fähigkeit zur Kultur schon immer besaß, wie z. B. die primatologischen Arbeiten von William MCGREW (1992) belegen. In diesem Beitrag geht es um die Frage, welches der evolutionäre Quell dieser Kulturfähigkeit sein mag? In den ethnologisch-anthropologischen Disziplinen und in der Soziologie finden sich immer noch Positionen, wie sie von WHITE (1959) beschrieben wurden: »There is no intermediate between animals and humans.« Ein solches Diktum kann man fundiert zurückweisen: Die neuen primatologischen Arbeiten zeigen doch eindrücklich, daß es sehr viel Nähe zwischen *Homo sapiens* und den infrahumanen Primaten gibt, mehr als wir bisher ahnten und haben akzeptieren mögen. Es gibt also Übergänge, und einige der den Menschen konstituierenden Kulturelemente möchte ich versuchen aufzuzeigen.

Die Gesellschaft der Eipo als Beispiel einer archaischen Kultur

Das möchte ich tun anhand von Menschen, die ich als »moderne Modelle der Vergangenheit« bezeichne, nämlich die Angehörigen einer Ethnie der Bergpapua im Hochland von West-Neuguinea, also im indonesischen Teil, wo von 1974 bis 1980 ein DFG-Schwerpunktprogramm stattfand, dessen Leitung vor Ort mir oblag. Ich habe mich 22 Monate lang bei den Eipo, Angehörigen der Sprach- und Kulturgruppe der Mek (SCHIEFENHÖVEL 1976), aufgehalten (siehe Abb. 1). Hier zunächst eine kurze ethnographische Skizze.

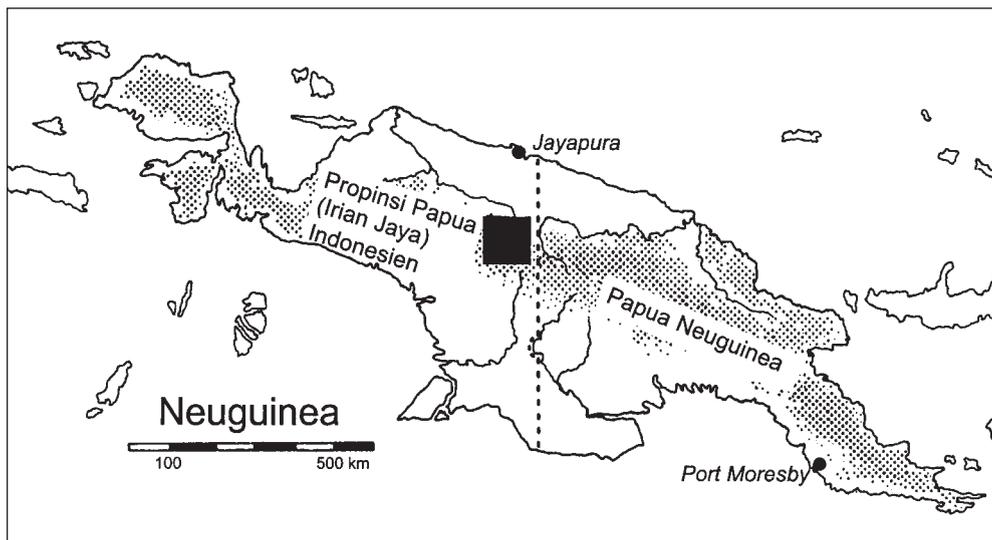


Abb. 1 Insel Neuguinea – Sprach- und Kulturgebiet der Mek, in dessen Zentrum die Eipo leben, ist durch das schwarze Quadrat hervorgehoben

Die Insel Neuguinea, wie ein Vogel gestaltet (ein schönes Symbol für den Lebensraum von so prachtvollen und ethologisch interessanten Lebewesen wie Paradiesvögeln und Laubenvögeln), ist aus politisch-historischen Gründen zweigeteilt. Den Osten nimmt das 1975 unabhängig gewordene Papua Neuguinea ein, das sich seit etwa einem Jahrzehnt in einer kritischen Phase mit oft inkompetenter politischer Führung und großen sozialen Problemen befindet. Die Westhälfte der Insel gehört nach dem Abzug der von SOEKARNO angegriffenen holländischen Kolonialherren als Propinsi Papua (ehemals Irian Barat, danach Irian Jaya) zu Indonesien. Hier, auf dem 140° östlicher Länge, 4° 27' südlicher Breite, knapp nördlich des Zentralgebirges, leben die Menschen, denen das interdisziplinäre Schwerpunktprogramm »Mensch, Kultur und Umwelt im zentralen Bergland von West-Neuguinea« galt.

Sie nennen sich selbst Eipo oder Eipodumanang (diejenigen, die am Ufer des Eipo-Flusses leben). Abbildung 2 zeigt eine junge, noch unverheiratete Frau von etwa 18 Jahren. Physisch-anthropologisch sind die Eipo und ihre Nachbarn typische Papua (BÜCHI 1981), ihre Körperhöhe ist mit durchschnittlich 146 cm für die Männer sehr gering. Es sind damit extrem kleine Ausgaben von *Homo sapiens*, völlig normal proportioniert (also keine chondrodystrophischen Zwerge) und physisch ungeheuer leistungsfähig. Man kann es sich kaum vorstellen, sie tragen Lasten im Gewicht ihres eigenen Körpers an Gartenfrüchten und Brennholz über Stunden ohne abzusetzen – wie die Sherpas im Himalaja. Die biologische Anpassung an ihr Habitat ist etwas ganz Beeindruckendes. Was die Krankheiten anbetrifft, so leiden sie, wie alle Angehörigen traditionaler Kulturen, vor allem an parasitären Erkrankungen, die große Geiseln der Menschheit bis zur Entwicklung einer gewissen Basishygiene sowie der Erfindung der Impfung und jener der Antibiotika. Etwa 70 % aller Beschwerden werden verursacht durch



Abb. 2 Junge Frau aus dem Hei-Tal; dort wohnen die Handels- und Heiratspartner der Eipo.

Infektionen im weitesten Sinne, Wurmerkrankungen mitgerechnet. Jeder hat mindestens zwei bis drei verschiedene Arten von Würmern in seinem Darm, wie Horst JÜPTNER festgestellt hat (1983), die meisten Helminthosen sind klinisch nicht relevant. Die Eipo sind ausgesprochen gesunde Menschen. Es gibt kaum Allergien, keinen Hochdruck, keiner stirbt am Herzinfarkt, keiner bekommt eine Apoplexie. Dieser Befund ist inzwischen auch in anderen traditionellen Kulturen nachgewiesen worden (vgl. LINDEBERG und LUNDH 1993). Man könnte lange darüber nachdenken, was bei uns verkehrt läuft, daß unsere Streßphysiologie so entgleist, doch das ist nicht das Thema hier.

Abbildung 3 zeigt BABYAL, den damaligen Kriegsanführer. Blitzschneller Bogenschütze mit eindrucksvoller Physis und reizendem, freundlichem Wesen, ein einfühlsamer Vater ... sowie wilder Kämpfer. Krieg mit den Erbfeinden im Nachbartal herrschte während 11 Monaten (SCHIEFENHÖVEL 2001). Die Angehörigen der Papua-Kulturen haben das verbreitete Problem, daß sie nach dem Prinzip der Vergeltung handeln und damit in die Rachespirale geraten – der Angriff auf den Irak ist wohl auch, vielleicht in erster Linie, Rache für den 11. September. Das Gesetz der Blutrache bedingt, daß die Chancen der triadischen Konfliktregulation (KOCH 1974) nicht genutzt werden können; denn das war ja einer der großartigsten kulturellen Innovationen: die Erfindung des (Schieds)Richters, der dritten Instanz.

Die Sprache der Eipo, typischer Vertreter der Papua-/nonaustralonesischen Sprachen des »Trans-New-Guinea Highland Phylums« (WURM 1975), ist hochkomplex, hat einen reichen Wortschatz und befähigt ihre Sprecher einer packenden Metaphorik (siehe unten). Das Wörterbuch der Eiposprache (HEESCHEN und SCHIEFENHÖVEL 1980) enthält über 6000 Einträge (siehe unten).

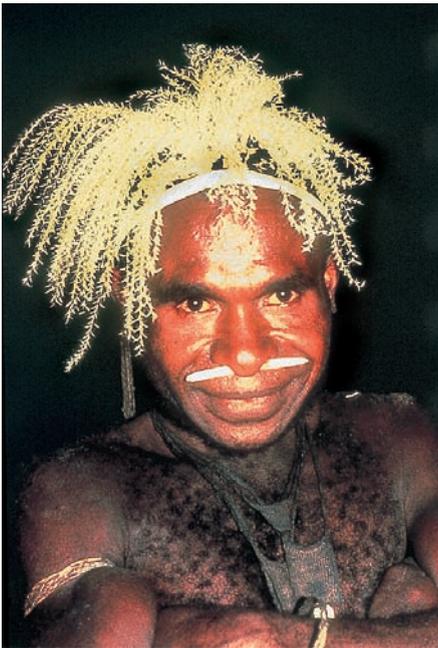


Abb. 3 Der Kriegsanführer des südlichen Eipo-Tales in den 70er Jahren

Von der Geburt bis zum Tod haben wir ihr Leben begleiten können und hatten das Glück, daß wir hier vom Materiellen her gesehen eine neolithisch intakte Kultur vor uns hatten, die sich vor unseren Augen entfaltete. Die Einheimischen hatten uns nach einer Phase der wechselseitigen Gewöhnung akzeptiert. Sie haben uns auch an religiösen Zeremonien teilnehmen lassen. Wie weiter unten skizziert, haben wir versucht, im für die Ethnographie typischen emischen Zugang auch die geistige Welt der Einheimischen zu erfassen. Es war sicherlich eines der letzten Male, daß man auf unserem Globus nicht in einer versprengten kleinen Gruppe, sondern in einer großen Bevölkerung, nämlich jener der Eipo und ihrer ebenfalls sehr wenig akkulturierten Nachbarn, Lebensbedingungen erforschen konnte, wie sie für unsere eigene Vergangenheit typisch waren. Insofern kann man, wie oben vorgeschlagen, die Eipo als moderne Modelle der Vergangenheit bezeichnen.

Gebären zwischen Instinkt und Kultur

Geburtsverhalten, Gebräuche und Riten um das Gebären sind zentrale Bereiche unserer kulturenvergleichenden Arbeit der letzten Jahrzehnte. Die Kultur bemächtigt sich der Natur vor allem dort, wo es um elementare biologische Vorgänge geht: Sexualität, Reproduktion, Essen, Krankheit, Sterben. Gebären und Geborenwerden eignen sich daher gut für die Diskussion des Rahmenthemas der Gaterslebener Gespräche. Es gibt sicher so etwas wie ein »instinktives« Geburtsverhalten, auch beim Menschen, sogar bei jenen in durchtechnisierten Städten. Das läßt sich vor allem dann beobachten, wenn ausnahmsweise für das »Entbinden« einmal keine professionelle Assistenz zur Verfügung steht und das Kind im Taxi oder im Flugzeug zur Welt kommt. Frauen, die wir nach solchen Ereignissen befragt haben, gaben an, große Angst davor gehabt zu haben, in dieser als bedrohlich erlebten Situation allein gelassen zu sein ... bis zu einem bestimmten Moment (aller Wahrscheinlichkeit nach dem Beginn biologisch gesteuerter Preßwehen), zu dem sich ihrer ein Gefühl der Autarkie bemächtigte. Ihre Angst war verschwunden und hatte dem »wildem« Entschluß Platz gemacht, das Kind *hic et nunc*, ohne Zuhilfenahme der Kultur, zur Welt zu bringen. Nun ist, wie ein Kritiker zurecht bemerkte (*Spiegel* 1986), die Geburt im Taxi natürlich nicht der Inbegriff des natürlichen Gebärens, sie steht aber für die Möglichkeit, daß auch eine Angehörige unserer urbanen Gesellschaft auf die Selbststeuerung des so ungeheuer vitalen Prozesses vertrauen könnte ... auch wenn in unseren Köpfen die Kultur ein so anderes Bild des Entbindens erzeugt hat. Und in der Tat ist menschliches Gebären wohl seit Anbeginn unserer Spezies ein Vorgang, der wegen der vielfältigen somatischen (Bipedie, rigides Becken, straffer Damm, sehr großer kindlicher Kopf usw.) und psychischen (Schmerz und Angst als integrale Bestandteile des Gebärens) Einflüsse im Normalfall unter Begleitung (vgl. das Konzept des *Homo sapiens* als »cooperative breeder« von HRDY 1999), eben einer weisen Frau, einer Hebamme, geschah, die somit die erste berufliche Spezialisierung in der Geschichte der Menschheit begründete.

Gemessen daran, wie in den Bergen Neuguineas Kinder zur Welt kommen (in der Sprache der Eipo »auf die Erde gelegt werden«) ist der Geburtsvorgang in unseren Breiten extrem stark kulturell überformt (vgl. SCHIEFENHÖVEL 1988, SCHIEFENHÖVEL und SCHIEFENHÖVEL-BARTHEL 1999), bis hin zur neuesten Attacke der medizinischen Kultur auf die Natur von Frau und Kind, dem Wunschkaiserschnitt.

Hier stichwortartig beschrieben das Kontrastbild aus der dem Biologischen viel stärker verhafteten Kultur der Eipo. Die Neugeborenen werden (typischer Effekt der chronobiolo-

gisch bedeutsamen Parasympathikus-Steuerung des Gebärens) meist nachts geboren. Dann kann es 14 °C kalt sein, und viele Kreißende befinden sich dabei außerhalb des für Menstruation, Geburt und schwere Krankheit reservierten Frauenhauses. Als europäischer Beobachter befürchtet man eine Schädigung des Neugeborenen, auch weil keinerlei antiseptische Maßnahmen getroffen werden (können). Wir haben keine der in vielen Ländern häufigen Neugeborenen-Infektionen (wie z. B. Nabeltetanus) gesehen, die perinatale Mortalität beträgt ca. 5 %, das ist im Vergleich mit anderen Entwicklungsländern (etwa Indien, Bangladesh) sehr niedrig. Als Zeuge glücklichen Geborenwerdens bei den Eipo wird dem westlich sozialisierten Mediziner schockartig bewußt, wie stark die Obstetrik unserer Prägung in die komplexe Feinsteuerung des Geburtsgeschehens eingreift: Immer noch bestimmen horizontale Gebärlagen, Immobilisierung durch CTG-Überwachungskabel und Infusionsschlauch, Schmerzausschaltung, Scheiden-Dammschnitt, Hebammenwechsel und ähnliche für eine normale Geburt ungünstige Faktoren die meisten »Entbindungen« in unseren Kliniken. Nachdem es eine Zeit lang so ausgesehen hatte, daß eine Hinwendung zu mehr natürlichem Geburtsgeschehen die Entwicklung bestimmen würde, sind unter dem neuen Lifestyle-Angebot des Wunschkaiserschnitts die Sectioraten vielerorts bei 30 % angekommen und werden wohl weiter rapide steigen. Dann hat die Kultur endgültig über die Gebärlagen gesiegt, die doch in Jahrmillionen der Hominidenentwicklung ein so wunderbares, hochkomplexes, von mechanischen über physiologisch-endokrinologische bis hin zu psychomentalen Elementen bestimmtes System der Sicherstellung des Geborenwerdens entwickelt hat. Die obstetrische Kultur greift in dieses System intervenierend ein, ohne daß es in seinen einzelnen Elementen



Abb. 4 Eine ca. 20-jährige Erstgebärende wird umsorgt; vertikale Körperhaltungen und soziale Einbettung der Geburt sind typisch für die Eipo und andere traditionale Gesellschaften.

und Steuerungsmechanismen überhaupt verstanden worden wäre. – Das Gegenmodell präsentiert Abbildung 4.

Zum kulturell bestimmten Erleben des eigenen Sterbens und zur Biopsychologie der Trauer

Auch das Sterben als der andere Eckpunkt des Lebens geht bei den Eipo dramatisch anders vonstatten als bei uns. Abbildung 5 zeigt das Sterben einer jungen Frau. Mich hat ungeheuer beeindruckt, daß sie wie andere Einheimische, die ich sterben sah, ohne Panik verschied. Das Ableben in unseren Kliniken geschieht oft viel weniger friedlich. Und das ist so, obwohl doch in unserer Religion eine wunderbare Verheißung der Angst entgegenwirken könnte: Nach dem mühevollen Durchschreiten des irdischen Jammertals geht die Seele in die ewige Seeligkeit ein. Die Religion der Menschen in den Bergen Neuguineas hat keine solche Tröstung parat: Man lebt als Totenseele in der Kälte, immer in der Sehnsucht nach dem vollem Leben, mit dem unstillbaren Wunsch, an Festen teilzunehmen, ein Kind auf dem Arm zu haben, eine sexuelle Vereinigung zu genießen. All das kann die Totenseele jedoch nicht mehr. Und trotzdem ist der Tod so ruhig. Sicherlich wirkt hier die normative Kraft des Faktischen: Man erlebt das Vergehen von Pflanze, Tier und Mensch beinahe ständig. Das und nicht der Glaube an ein mit dem Tod beginnendes besseres Sein scheint das eigene Sterben leichter zu machen.

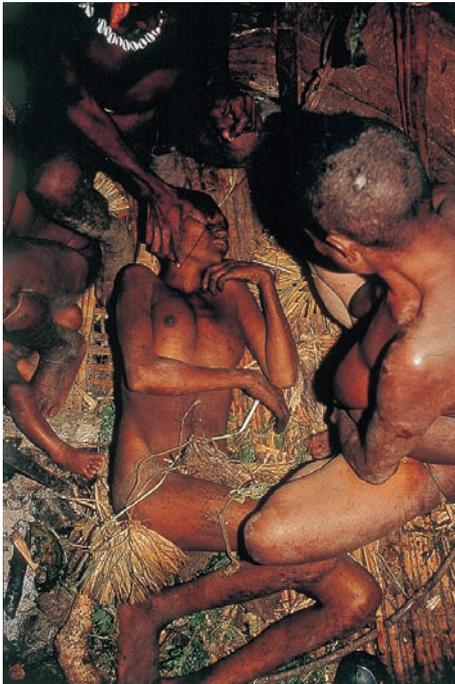


Abb. 5 Sterbende junge Eipo-Frau

Ich glaube, daß die Kultur dieser so nahe am neolithischen Modell lebenden Indigenen der Natur des Menschen in der psychisch so belastenden Situation des Sterbens besser gerecht wird als die eschatologischen Theorien und Anweisungen, die unsere Hochreligion für das Sterben bereit hält; jedenfalls so wie sie sich in der postmodernen Gesellschaft auswirken. Für den geglückten Beginn des Lebens, d. h. für Konzeption, Schwangerschaft, Geburt, Wochenbett und frühe Sozialisation, hat die Natur ein sehr hohes Maß an Überlebenssicherheit entwickelt (100 % Erfolg kann sie nicht erreichen, das ist mit zu hohen biologischen Kosten verbunden – dennoch gilt uneingeschränkt, daß die Währung des Lebens Nachkommen sind, die wiederum gesunde Nachkommen haben), auf einem geglückten Sterben lag keinerlei vergleichbarer Adaptionsdruck. Ob ein Mensch friedvoll starb oder nicht, spielte für die Evolution (unbeschadet derzeitiger esoterischer Bilder eines generell glückhaften Sterbeerlebnisses) keinerlei Rolle. Etwas überspitzt gesagt, könnte man meinen: Für das Sterben ist die Kultur zuständig, das Geborenwerden sollten wir im Normalfall der Natur überlassen.

Abbildung 6 zeigt die Bestattung eines jungen Mannes (der vermutlich eines psychogenen Todes starb) in einer eigens entlaubten Baumkrone – in der Eipo-Gesellschaft dem üblichen Platz für die Leichen, von wo sie als mumifizierter Körper in einer Sekundärbestattung in ein Gartenhaus und schließlich von dort zur letzten tertiären Ruhestätte unter ein Felsabri (Abb. 7) gebracht werden.

Trauer um den Verlust eines nahestehenden Menschen (Abb. 8) ist wie die Bestattung der Toten ein universales menschliches Phänomen. Biopsychische Vorgänge, stärker als körperlicher Schmerz, nehmen Besitz von unserem limbischen System. Bis in die Klagegesänge hin-

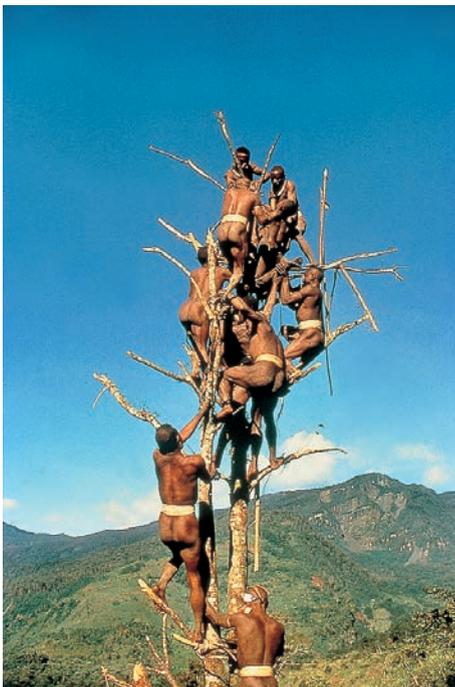


Abb. 6 Primärbestattung eines Eipo-Mannes in einem eigens entlaubten Baum in der Nähe des Dorfes



Abb. 7 Tertiär bestattete Schädel unter einem Felsüberhang in der Nähe der Gärten

ein bestimmen sie uns: Klagemelodien mit abfallender, die Depression anzeigender Linie, der Hiatus dazwischen als betontes Atemholen wie beim Schluchzen. Ich vermute, daß diese Verlustreaktion in allen Kulturen der Welt zu beobachten ist. In dieser Situation, in der die Hinterbliebenen eines ihrer wertvollsten Interaktionspartner beraubt sind, bricht sich die biologische Reaktion als Indiz unserer Wesensbestimmung als animal-soziale Bahn durch alle sozialen, kosmologischen oder in anderer Weise Sinn zuweisenden Schichten der Kultur – sie kann das je als passend empfundene Trauerverhalten nur im engen Rahmen und mit den gegebenen biopsychischen Bausteinen formen.



Abb. 8 Trauer einer Eipo-Mutter um ihren erwachsenen Sohn

***Homo symbolicus*, *Homo scientificus*, *Homo loquens* – von der Universalität kognitiver Konzepte**

Das Bedürfnis, durch Schmuck verschönt und bewundernswert zu sein, ist sicher ein weiteres Universale, auf dem Kulturen in vielfältiger Weise aufbauen. Abbildung 9 zeigt ein Fest, das Buben und Heranwachsende gemeinsam mit einigen Männern gefeiert haben. Das geschah ziemlich spontan, nicht als eines der offiziellen Feste – die fanden im Dorf statt, auf dem sakralen Platz beim Männerhaus, der von den Frauen nur zu diesen Zeiten betreten werden durfte. *Homo symbolicus*, das sind wir eigentlich mehr noch als *Homo sapiens*, sucht sich besondere Plätze für besondere Gelegenheiten. Hier war es ein flacher, runder Felsen in einem Gebirgsbach nahe dem Dorf. So ist eine topographisch-symbolische Einheit für die tanzende Gruppe gegeben; auf engem Raum ist sie vom tosenden Wasser umschlossen. In dieser emotional so positiv bestimmten Situation erlernen sie spielend und leicht die Choreographie der Tänze und die Texte der dabei gesungenen Lieder.



Abb. 9 Improvisiertes Tanzfest auf einem Felsen

Alles das, was diese Menschen zur Zeit unserer Feldforschungen besaßen, paßte in einen Netzbeutel hinein. Wenn man sich vorstellt, was alles bewegt werden muß, wenn bei uns jemand umzieht, dann kann man die kulturellen Unterschiede ermessen. Materiell neolithisch, keinerlei Metallgegenstände, sondern alle Werkzeuge aus Stein, Knochen und Holz, keine Schrift, kein Rad – Lebensbedingungen wie sie für unsere Vergangenheit typisch waren und gleichzeitig geistvoll, so kann man die Eipo wie andere Angehörige traditionaler Gesellschaften beschreiben.

Wir kommen damit zur Kultur im engeren Sinne, und es ist sehr passend, die folgenden Beispiele zu wählen, weil Gatersleben ein weltberühmtes Institut für die Forschung an Pflanzen ist. Wir hatten zwei Botaniker im Team bei den Eipo: Paul HIEPKO und Wolfram SCHULTZEMOTEL (1981) vom botanischen Museum in Berlin. Sie haben Pflanzen gesammelt, wie es die Aufgabe der Botaniker ist. Sie sind in die feuchten Bergwälder und Gebiete mit Sekundärvegetation ausgezogen, haben Blüten, Blätter und Früchte entnommen und fachgerecht konserviert. Die Kinder und Jugendlichen, insbesondere die Buben, die erst später in die Alltagsarbeit integriert wurden als die Mädchen, waren meistens dabei und fragten: »Warum macht Ihr das, das braucht Ihr doch nicht, oder wollt Ihr das essen?« etc. »Wir wollen das mit nach Hause nehmen und unseren Leuten zeigen«, entgegneten die beiden »*bolkurunang*« (Rosa-hütigen). »Aha, das ist gut, dann sehen Eure Leute, was bei uns wächst. Schau mal, diese Pflanze hier, das ist der Bruder von dieser.« (Abb. 10) Diese verwandtschaftliche Zuordnung geschah wiederholt bei verschiedenen Pflanzenpaaren. Die beiden Kollegen (zur Erklärung muß man sagen, daß sie Afrikaspezialisten und mit der Flora malesiana bisher nicht in Berührung gekommen waren) entgegneten: »Das kann eigentlich nicht sein, die sind doch viel zu verschieden.« Uns waren die damals schon existierenden Arbeiten auf dem ethnobotanischen Sektor der *cognitive science*, über Volkstaxonomie etc. nicht bekannt. Wir dachten zunächst, daß die Eipo die Pflanzen einfach anders einordneten – es mußte ja nicht immer das Linnésche Schema sein. Das reichhaltige Herbar kam dann nach Berlin, und dort begann die vergleichende Arbeit mit Exemplaren aus London, Leiden, Bogor etc. Es zeigte sich, daß beide als Brüder bezeichnete Pflanzen der Familie der Saxifragaceen angehörten, mehr noch, daß ihr gemeinsames Genus *Polyosma* war: in dem einen Fall *Polyosma induta*, im anderen Fall eine noch unbestimmte *Polyosma*-Art.

Erstaunen war die Folge. Die nachträgliche Rehabilitierung der klassifikatorischen Fähigkeiten der Eipo-Kinder geschah noch etliche weitere Male, z. B. bei Angehörigen der Gattung *Freycinetia*. Wir haben uns bei der Auswertung dieser Befunde zu einer ethnobotanischen Monographie (HIEPKO und SCHIEFENHÖVEL 1987) gefragt: Wie kann es sein, daß Kinder und Jugendliche aus einer unter neolithischen Bedingungen lebenden Ethnie diese Kenntnisse haben, ohne jegliche Form von Schule, geschweige denn Universität, ohne Herbarien, Folianten und Bibliotheken, Kenntnisse, die bisweilen jene unserer besten Spezialisten beschämen? Und die noch brisantere Frage war, warum zogen die offenbar begnadeten Botaniker der Eipo genau dieselben Kriterien zur Diagnose heran wie wir, nämlich primär die Morphologie von Blüte, Frucht und Blatt – und wie kamen sie überhaupt darauf, Ähnlichkeiten zu suchen und in einem geordneten System unterzubringen?

Nun ist es ja so, daß LINNÉ das nach ihm benannte System nicht erfunden hat. Er ist durch Europa gereist und hat Indigene befragt. Und dann kamen Antworten wie: »Ja, diese Gruppe nennen wir Buchen, das sind die Rotbuchen, und jene sind die Weißbuchen, und die dort sind die Hainbuchen.« Die taxonomischen Systeme der Kulturen dieser Welt sind hierarchisch, auch das fand Carolus LINNÄUS also schon vor. Und sie bedienen sich der Terminologie quasi-genealogischer Bezüge. Damit sind die ethnobotanischen und ethnozoologischen Klassifikationssysteme, speziell also jene der lebendigen Dinge, genauso aufgebaut wie die Verwandtschaftssysteme, die für die Beziehungen zwischen Menschen gelten.

Was ich damit sagen will ist: Offenbar ist *Homo sapiens* von Natur aus Naturwissenschaftler. Er weiß fast alles, was sich im Mesokosmos (VOLLMER 1994) befindet und seinen Sinnen zugänglich ist. Warum ist das so? Man könnte doch einfach nur die Pflanzen kennen, die wichtig sind: die giftigen als allererste, dann die, die ich essen kann, dann die, die ich zum



Abb. 10 Zwei *Polyosma*-Arten (Fam. Saxifragaceae), die von den Eipo als verwandte Spezies bezeichnet wurden; ihre Klassifikation entspricht dem Linnéschen System.

Bauen von Hütten, als Bindematerial, zur Herstellung von Pfeilen und Bögen oder von Tragnetzen benötige usw. Die anderen könnten einem doch gleichgültig sein. Die etlichen tausend Spezies die in meiner Gegend wachsen, muß ich doch nicht alle kennen. Doch weit gefehlt, die kognitiven Verhältnisse sind anders. Alles offenbar will dieser *Homo sapiens* wissen.

Er wirft ein Netz von kognitiven Strukturen über die Natur, um aus diesem Chaos Sinn zu machen. Eine der Einheiten, die sein Geist erschafft, kann man Spezies nennen, eine andere Subspezies/Sorte etc. Oft weisen traditionelle Klassifikationssysteme eine Überrepräsentation auf dieser letzten Ebene auf, aber darauf kommt es nicht wirklich an. Die universale Annahme von distinkten Einheiten, Genus, Spezies etc. ist faszinierend. Hier käme man jetzt unweigerlich zum Problem, ob derartige Einheiten in der Natur tatsächlich vorkommen oder eine reine Erfindung unseres klassifikatorischen Anankasmus sind. Ich kann darauf, vor allem aus Mangel an Fachwissen, nicht eingehen, nehme aber an, daß in der Natur durchaus reale Entitäten dieser Art existieren.

Für mich als Humanethologen ist das Verblüffende, daß Menschen eben in einer universalen geistigen Anstrengung (ist es vielleicht mehr Freude?) Ordnungssysteme schaffen, die untereinander so ähnlich sein können (nicht notwendigerweise müssen), daß man als studierter Naturwissenschaftler einen regelrechten Schock bekommt. Die Lage ist aber noch viel dramatischer. Wenn wir uns nämlich anschauen, was in der Welt an Heilpflanzen bekannt ist

(Tab. 2 enthält eine nur ganz kurze Liste). Ganz wesentliche Elemente unseres modernen Arzneimittelschatzes sind aus den Pharmakopöen traditionaler Kulturen, auch unserer eigenen europäischen, entnommene Phytotherapeutika. Sie sind mittlerweile unverzichtbar. Ohne Curare könnten wir nicht operieren, weil der Darm wegen fehlender Relaxation aus dem Bauch herausgepreßt werden würde, ohne Vincristin wären wir einer wichtigen Leukämiebehandlung beraubt. Wie ist dieses mannigfaltige ethnopharmakologische Wissen zustande gekommen? Wer hat die Heilpflanzen wie gefunden? Haben unsere Vorfahren randomisierte prospektive Doppelblindstudien gemacht? Oder sind sie dem Prinzip von Versuch und Irrtum gefolgt? Man stelle sich vor, ein Mensch hat eine Malaria mit über 40 Grad Fieber, und es wird jemand losgeschickt mit dem ungerichteten Auftrag: »Such schnell ein Heilmittel!« Bis eines unter vielen hundert oder tausend in der Nähe oder Ferne wachsenden Phytotherapeutika gefunden ist, ist der Kranke im Zweifelsfall längst tot. Nur nach zufälligem *trial and error* kann die Entdeckung der Pharmaka der präakademischen Welt also vermutlich nicht funktioniert haben.

Tab. 2 Heilpflanzen aus der Pharmakopöe der traditionellen Kulturen (nach SCHIEFENHÖVEL und PRINZ 1984)

Pflanzen	Vorkommen	Substanz	Anwendung in der modernen Medizin
<i>Physostigma venosum</i>	West-Afrika	Physostigmin	Parasympathomimetikum
<i>Pilocarpus</i> sp.	Süd-Amerika	Physostigmin	Parasympathomimetikum
<i>Atropa belladonna</i>	Europa	Atropin	Parasympatholytikum
<i>Hyoscyamus niger</i>	Eurasien	Hyoscyamin	Parasympatholytikum
<i>Ephedra sinica</i>	China	Ephedrin	Indirektes Sympathomimetikum
<i>Rauwolfia</i> sp.	Indien	Reserpin	Antisymphathotonikum
<i>Digitalis</i> sp.	Europa	Digitoxin a. o.	Herzglykoside
<i>Strophantus</i> sp.	Afrika	Strophantin	Herzglykoside
<i>Scilla maritima</i>	Europa	Scillaren	Herzglykoside
<i>Strychnos</i> sp.	Süd-Amerika	Curare	Muskelrelaxanz
<i>Chondodendron</i> sp.	Süd-Amerika	Curare	Muskelrelaxanz
<i>Erythroxylum coca</i>	Süd-Amerika	Kokain	Lokalanästhetika
<i>Papaver somniferum</i>	Europa	Morphin	Analgetikum
		Codein	Antitussivum
		Papaverin	Spasmolytikum
<i>Catharanthus roseus</i>	Afrika, Mittel-Amerika	Vinblastin	Zytostatikum
		Vincristin	Zytostatikum
<i>Colchicum autumnale</i>	Eurasien	Colchicinum	Antitussivum, Zytostatikum
<i>Cassia alata</i>	Tropen	Chrysarobine	Antimykotika
<i>Cephaelis ipecacuanha</i>	Süd-Amerika	Emetine	Anti-Amöbenmittel
<i>Cinchona</i> sp.	Süd-Amerika	Quinin	Anti-Malariamittel

Es kommt wohl darauf an, die Suche einzuengen. Und dafür haben die verschiedenen traditionellen Gesellschaften eine recht vergleichbare Idee zugrunde gelegt, nämlich die aus naturwissenschaftlicher Sicht aberwitzige Annahme, daß in der Natur, in diesem Fall der Pflanzenwelt, geheime Signaturen versteckt sind, symbolische Zeichen, die den Wissenden auf die richtige Spur lenken. Ich halte es für möglich, daß ein derartiges (im Prinzip falsches) Suchsystem durch die damit verbundene Einengung des zu Findenden ein Schlüssel für das Zustandekommen soliden ethnopharmakologischen Wissens war.

Gleichzeitig gibt es möglicherweise, und damit sei eine zweite Hypothese formuliert, in unserem Körper, speziell im Gehirn Mechanismen der chemischen Wahrnehmung von Substanzen, die uns in bestimmten Situationen gut tun. Wir alle können ja im Prinzip Substanzen erkennen, die für uns schlecht sind – manchmal funktioniert das nicht, wie bei Nikotin und ungesättigten Fettsäuren, dann haben wir ein Problem. Wenn wir naturnah leben, ist diese Fähigkeit vermutlich etwas besser ausgeprägt. Die Area postrema des Gehirns ist eine in diesem Zusammenhang interessante kleine Region: Hier ist nämlich die sonst strikt geltende Blut-Hirn-Schranke aufgehoben (es wäre nicht sehr praktisch, wenn unser Gehirn dauernd mit den im Blut gelösten Stoffen in Kontakt wäre, wir würden ständig halbbetäubt oder übermäßig aufgedreht herumgeistern). Die Area postrema aber ist ein kleines Fenster in das *milieu intern* unserer Körpersäfte. Und dort passiert unter anderem das aversive Lernen, ein prägungsähnliches, weitgehend irreversibles, sehr schnell erfolgreiches Lernen bei oft nur einmaliger Exposition: Wenn man sich nach dem Abitur mit einer bestimmten Wodkaart betrinkt, dann kann man diesen »Puschkin« jahrelang noch nicht einmal sehen, denn sonst wird einem schon schlecht (der Autor spricht aus Erfahrung). So lassen sich also das Verhalten steuernde Aversionen gegen bestimmte Inhaltsstoffe erklären. Was wir aber benötigen zur Entwicklung einer Theorie über das Finden von Heilpflanzen ist ein Prinzip der chemisch bedingten Attraktion. Haustiere können Pflanzen ausfindig machen, die ihnen bei bestimmten Symptomen Erleichterung verschaffen, und Primatologen können belegen (HUFFMANN 1993), daß unsere Verwandten eine ganze Reihe von Heilpflanzen kennen.

Wie aber ist es möglich, daß all das so gewonnene Wissen zuverlässig weitergegeben und ebenso zuverlässig behalten wird in Gesellschaften, die keinerlei schriftliche Aufzeichnungen machen können? Die Kinder und Jugendlichen, die dabei waren, als die beiden Botaniker ihre Sammlungen vornahmen, waren im Schulalter. Man vergegenwärtige sich, welch ungeheure Mühe unsere Botaniklehrer in der Schule haben, den Kindern den Unterschied nur zwischen Fichte und Tanne beizubringen. Irgendwann gehen die hoffnungsbeladenen Sprößlinge in den Wald und haben keine blasse Ahnung: »Alles Bäume mit Nadeln.« Wie wird denn überhaupt gelernt? Denn das ist doch der Kern der tradigenetischen Kultur? Ich fürchte, wir wissen praktisch nichts Solides auf diesem Feld. Wir nehmen weithin an, der Frontalunterricht in der Schule, oder vielleicht in der etwas modifizierten Form *à la* MONTESSORI, sei die einzige Chance, wie wir Informationen von einem Kopf zum andern transportieren könnten. Jedenfalls sind wir überzeugt davon, daß man ohne Schule nichts wissen könne, und unterschätzen grob die Chancen des situativen Lernens in emotional positiv gefärbten und sinnfälligen Kontexten (SCHIEFENHÖVEL 2004). Die kulturenvergleichende sowie die zoologische und im besonderen die primatologische Forschung zu kognitiven Prozessen wird uns, da bin ich sicher, manch unerwartete Antwort über die Gründe unseres weitgehenden Scheiterns geben. Das wird dann vielleicht ein noch größeres Desaster als »Pisa« sein.

Ein Abschnitt über die Kulturpflanzen. Die Eipo als neolithische Pflanzler hatten erstaunlich viele Kultivare von unterschiedlichen Nahrungspflanzen. Tabelle 3 zeigt die Antworten von Informanten in drei Dörfern. Wie wurde die Biodiversität erzeugt? Denn im Prinzip werden ja die domestizierten Pflanzen geklont, d. h. durch Stecklinge vermehrt. Die Vorfahren der Bergpapua waren also offenbar in der Lage, zufällige Mutationen zu erkennen und sie auf ihre Tauglichkeit als leicht veränderte Nahrungspflanze zu überprüfen. Ein Beispiel für den wachen Pflanzerverstand bekam ich eines Tages, als mich ein Einheimischer in seinem Garten an einige kleine, für mich gänzlich unscheinbare Pflänzchen führte: »Schau mal, was hier aus der Erde kommt!« Leider war ich völlig ahnungslos. »Ja, kennst Du das denn nicht, das

sind doch die *deklainye*, die Ihr uns für die Arbeit am Flugplatz gegeben habt!« Wir hatten in der Tat unsere fleißigen Helfer, insbesondere Frauen und Kinder, für ihre Hilfe beim Anlegen eines Landestreifens (des wohl einzigen in der Geschichte Neuguineas, der jemals unter der Leitung von Wissenschaftlern angelegt wurde) mit Erdnüssen entlohnt, anstatt ihnen das sonst übliche, aber gesundheitlich bedenkliche Salz zu geben – *to work for peanuts* hatte hier eine ganz reale Bedeutung bekommen. Der Eipo-Gärtner hatte ein paar Nüsse versuchshalber in die Erde gesteckt und erklärte mir freudig, er wolle jetzt herausfinden, in welchem Boden und unter welchen Bedingungen die *deklainye* am besten wüchsen, ob sie Schatten, Sonne, Feuchtigkeit, steiles oder flaches Gelände benötigten etc.

Tab. 3 Sorten-Diversität wichtiger Nahrungspflanzen der Eipo (aus HIEPKO und SCHIEFENHÖVEL 1987)

Spezies	Anzahl der Sorten in drei Dörfern		
	Malingdam	Moknerkon	Talim
Taro (<i>Colocasia esculenta</i>)	56	39	65
Süßkartoffel (<i>Ipomoea batatas</i>)	34	30	44
Banane (<i>Musa x paradisiaca</i>)	21	20	24
Zuckerrohr (<i>Saccharum officinarum</i>)	17	21	21
<i>bace</i> – Gemüse (<i>Saccharum edule</i>)	13	16	12
<i>touwa</i> – Gemüse (<i>Abelmoschus manihot</i>)	13	12	13
<i>teyang</i> – Gemüse (<i>Setaria palmifolia</i>)	10	18	10
<i>mula</i> – Gemüse (<i>Rungia klossii</i>)	5	8	9

Die Biodiversität ist bereits durch die Angehörigen der ersten Pflanzergesellschaften (auf Neuguinea geschah die Domestikation von Nahrungspflanzen vor ca. 9000 Jahren; SWADLING 1981) erhöht worden – ein deutlicher Gegensatz zur rezenten ökonomisch motivierten Verringerung der Diversität von Kulturpflanzen in der westlich bestimmten Welt.

Ein weiteres Beispiel aus der geistigen Kultur der Eipo, quasi ein neolithisches Hightech-Produkt: eine Schwippgalgenfalle (Abb. 11). Kurz zur Konstruktion: Ein junges, vitales Stämmchen wird umgebogen und in dieser Stellung fixiert. Die so erzeugte Spannung bildet das Kraftreservoir (*yala* in der Eipo-Sprache, das Wort umschließt ein weites semantisches Feld, das man als »Ursprung«, hier als »Kraft« übersetzen kann), das die Schlinge nach Auslösung blitzartig zusammenzieht. Eine weltweit verbreitete Technik, mittels auf Tierwechsellern aufgestellten Schlingen Wild zu fangen. Das Faszinierende für mich ist nicht die raffiniert ausgedachte und sehr geschickt mit einfachsten Mitteln zusammengebaute Falle, sondern die Tatsache, daß alle ihre Teile Funktionsbezeichnungen haben. Hier, wie beim ethnobotanischen Wissen, geht die kognitive Durchdringung der in diesem Fall erschaffenen Welt weit über das hinaus, was eigentlich erforderlich ist, nämlich die Kenntnis, welche Teile in welcher Weise zu einer funktionierenden Falle zusammengefügt werden müssen: Alle Teile sind klar benannt mit technischen Vokabeln, wie wir sie beispielsweise für die Elemente eines Verbrennungsmotors (Zylinder, Kolben, Kolbenring, Ventil, Pleuel etc.) haben. *Homo faber*, *Homo symbolicus* und *Homo loquens* verbinden sich. Es existiert also ein spezialisiertes technisches Lexikon, so wie es eines für den Ausdruck der Gefühle und das Denken gibt. Die Welt wird geistig durchdrungen und so wirklich in Besitz genommen.

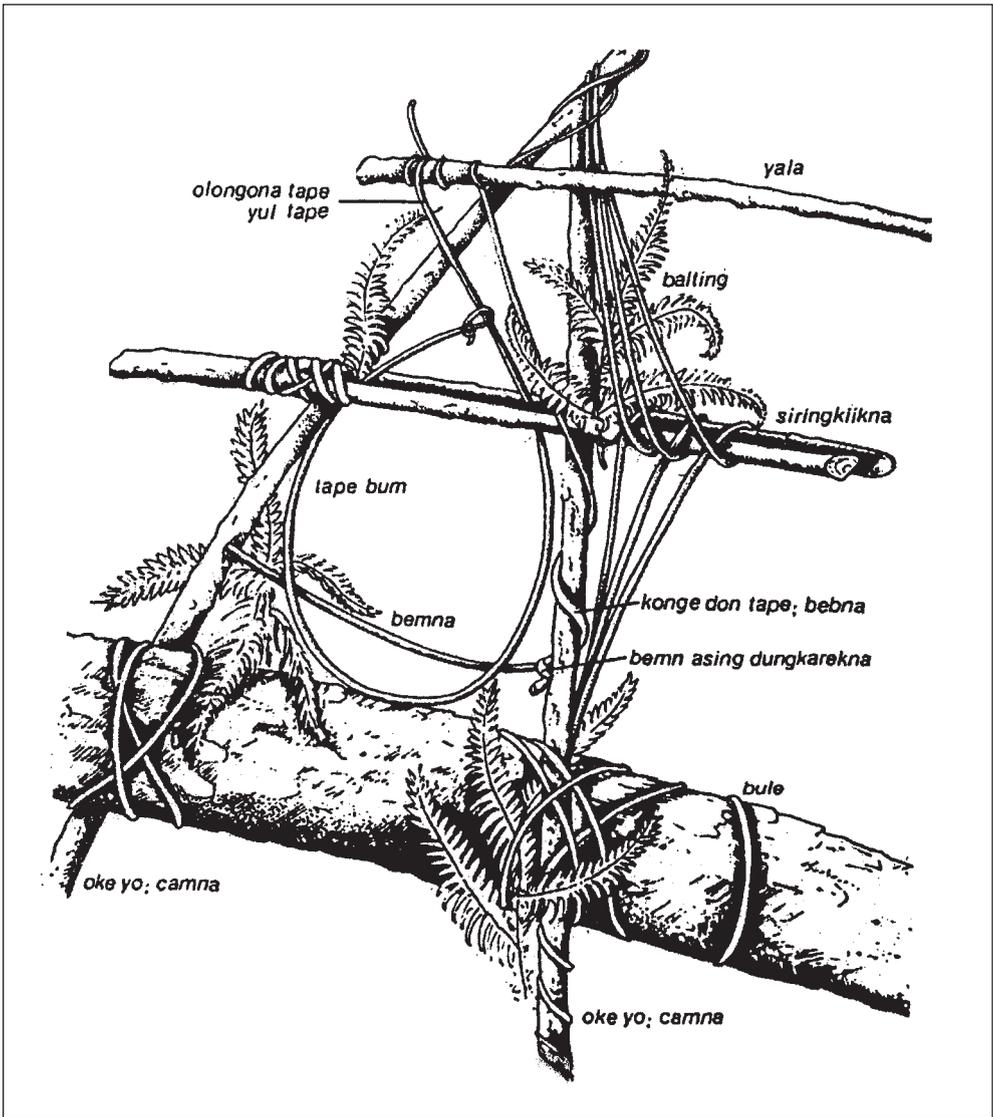


Abb. 11 Schwippgalgenfalle der Eipo mit Funktionsbezeichnungen der Elemente (aus BLUM 1979)

Im Wörterbuch der von etwa 800 Personen gesprochenen Eipo-Sprache, das Volker HEESCHEN und ich monolingual erstellt (1988) und das wir nach dem Muster des *Oxford English Dictionary* ausgerichtet haben, sind die einheimischen Lexeme nicht nur mit einem deutschen und englischen Äquivalent versehen, sondern durch die Aufnahme von authentischen Ausdrücken, Sätzen, Sprichwörtern etc. zu einer Art Inventar der geistigen Kultur zusammengestellt worden. Einige Termini daraus möchte ich hier aufgreifen, um ein weiteres Schlaglicht auf die geistige Welt der Eipo, ihre kognitive Kultur, zu werfen.

Das Wortfeld *kwa* geht auf die geometrische Grundfigur des spitzen Winkels zurück. Daraus ergeben sich eine ganze Reihe von Termini, die für uns alle sofort begreifbar sind (siehe Tab. 4): *yan kwa* ist der Winkel, der durch Spreizung beim Gehen zwischen den Zehen entsteht, *kwate* die Vagina und *kwakwa* der Schmetterling, der zwischen seinen Flügeln immer wieder den besagten Winkel beschreibt – die Reduplikation deutet hier wie in vielen Sprachen eine Iteration an (vgl. die Pluralbildung in Bahasa Indonesia und vielen anderen austronesischen Sprachen). Besonders eindrucksvoll finde ich den Term *kwaleng sendok*.

Tab. 4 Eipo – Beispiele zum Wortfeld von *kwa* (aus: HEESCHEN und SCHIEFENHÖVEL 1983)

Wort	Bedeutung
<i>kwa</i>	die Konfiguration des spitzen Winkels mit zwei auseinanderstrebenden Linien: Gabelung, Gespreiztes
<i>kwa yo</i>	gabelförmige Stütze (z. B. zur Aufnahme von Dachbalken)
<i>kwa yok</i>	Steißbein
<i>yan kwa</i>	Zwischenzehenraum (insbesondere beim Gehen, wenn der Fuß gespreizt wird)
<i>kwab-</i>	spreizen, von etwas abweichen, (Schweine) losbinden
<i>kwadik-</i>	etwas zwischen etwas stecken
<i>kwak-/kwang-</i>	etwas auseinanderdrücken, in die Erde drücken, koitieren, verteilen
<i>aik kwakne bisik</i>	der Weg zwischen den Häusern
<i>kwakwa</i>	Schmetterling
<i>kwalek-</i>	sich gabelförmig aufteilen
<i>kwaleng sendok</i>	(Neologismus; Bahasa Indonesia <i>sendok</i> = Löffel) Gabel
<i>kwaleng fot</i>	(Neologismus) Fernglas (das zusammengeklappt werden kann)
<i>kwaning</i>	Süßkartoffel (deren oberirdische Triebe einen spitzen Winkel bilden)
<i>kwate</i>	Vulva, Vagina
<i>kwalib-</i>	(aus <i>kwa</i> und <i>ib-</i> = abblocken; wohl: den spitzen Winkel stauchen) krumm werden, krumm sein
<i>kwalye</i>	Banane
<i>kwailibin-</i>	sich Arm in Arm einhängen, gekrümmt gehen
<i>kwalin yupe</i>	gezierte Rede, Periphrase; Rede z. B. von Männern über Frauen

Wir wurden natürlich von den Eipo gefragt, welche Namen die Dinge hätten, die wir mitgebracht hatten und die ihnen zunächst fremd waren – ethnographische Feldforschung vollzieht sich ja stets wechselseitig und nicht in der Einbahnstraße. Nach einiger Diskussion entschieden wir uns, den Einheimischen die indonesischen Äquivalente zu vermitteln, denn es war abzusehen, daß das ihre zukünftige *Lingua franca* sein würde. Also bezeichneten wir den Löffel (ein Werkzeug, das sie wie all die anderen fremden Produkte faszinierend fanden, sowohl hinsichtlich des Materials und der Verarbeitung als auch wegen der Funktion) entsprechend als *sendok*, diese Vokabel wurde eines der vielen neuen Lehnwörter in ihrer Sprache. Die Gabel nannten sie interessanterweise aber nicht *garpu*, so das aus dem Niederländischen entlehnte Bahasa Indonesia Wort, sondern *kwaleng sendok* = Löffel mit spitzen Winkeln. Eine sehr kreative Art des kognitiven Umgangs mit dem Neuen.

Nach Überzeugung hartgesottener Kulturrelativistinnen läßt sich eine fremde Kultur, wenn überhaupt, von Außenseitern immer nur bruchstückhaft (postmoderne Konstruktivistinnen würden sagen: und beliebig) verstehen. Nach der Sapir-Whorf-Hypothese (SAPIR 1929, WHORF 1956) kann man schlechterdings die Welt nur durch jenes kleine Fenster betrachten und verstehen, das die jeweilige Kultur für ihre Angehörigen nach draußen öffnet. Ich bin ganz anderer Meinung. Die Tatsache, daß wir uns den reichen Wortschatz einer so ganz fremden und noch nie beschriebenen Kultur aneignen konnten, spricht dafür, daß es ausreichend viele universale kognitive Konzepte gibt, die als Brücken fungieren und den Zugang auch zu essentiellen Kernen der geistigen Kultur anderer Ethnien eröffnen. Diese Erfahrung haben offenbar nur wenige Ethnographen machen können, sicherlich auch deshalb, weil es in der Nach-68er-Zeit verpönt war, von Universalien zu reden oder gar zu schreiben. Die *Cross-cultural-Anthropology* hat daher stets einen schweren Stand gehabt, wo sie doch über ein so reiches Material (man denke allein an die von MURDOCK begründeten *Human Relations Area Files*, HRAF, vgl. EMBER und EMBER 2004) verfügen könnte. Stattdessen wurde die Einmaligkeit und Unvergleichbarkeit jeder einzelnen untersuchten Kultur zum Dogma ... wohl auch, weil der Eitelkeit des erstmals in die Tiefen der ethnischen Geheimnisse eingedrungenen Ethnographen so Rechnung getragen wurde. Menschen überall und zu allen Zeiten auf diesem Planeten sind aber, so ist meine Überzeugung, viel ähnlicher untereinander als mutuell unbegreifbar.

Wenn ein Informant ganze Nächte in meiner Hütte ausharrte, um dem radebrechenden und ignoranten Fremden eine komplexe Figur seiner geistigen Welt zu erklären, wenn er sich auf das damalige niedrige sprachliche Verstehensniveau einstellte und nicht ruhte, bis der Gegenüber endlich begriffen hatte, wie es sich wirklich verhält, dann war das für den Lehrenden ein schönes Erfolgserlebnis und für den Feldforscher darüber hinaus ein Zeichen, daß pädagogische Leidenschaft und motiviertes Lernen wollen die Klüfte der primären Fremdheit überbrücken können: *Homo docens* und *Homo discens* zwischen Atom- und Steinzeitalter.

Sven WALTER, Linguist aus unserem Eipo-Team, hat viele Jahre nach seinem Feldaufenthalt eine hochinteressante Arbeit vorgelegt (1988). Er hat aus unserem Wörterbuch sämtliche einsilbigen Lexeme herausgenommen und versucht zu verstehen, warum die Phonemik dieser Wörter so ist, wie sie ist. Damit hat er einen Ansatz verfolgt, der in der heutigen Linguistik als obsolet gilt. Seit SAUSSURE gilt als unbestritten, daß Sprachen konventionell seien, daß Sprachen also ihre Lexeme einfach erfinden. WALTER stellt der Willkürlichkeitsthese die These der diagrammatischen Motiviertheit gegenüber. Die deiktischen Vokabeln der Eipo, also jene Wörter, die die Orientierung im Raum leisten, waren ein Ausgangspunkt für die Hypothese WALTERS; hier seien nur zwei aufgeführt, die Liste ist sehr viel länger: *ei* ist oben vom eigenen Standpunkt aus gesehen, *u* ist unten. Dieses Ausgangsvokabular wird in der Eipo-Sprache vielfältig umgewandelt, u. a. mit einem auslautenden *-r* versehen, wodurch die jeweilige Höhenbezeichnung mit dem Hinweis auf »jenseits oben, jenseits auf gleicher Höhe oder jenseits unten« (lateinisch *trans*) verknüpft wird. Nach der Analyse einer sehr großen Anzahl von Eipo-Lexemen zeigte WALTER nun, daß für 57 % aller Eipo-Wörter derartige morphematische Regeln Prädiktionskraft haben. Ich bin nicht nur fest davon überzeugt, daß er Recht hat, sondern daß bei ebenso genauem Hinsehen sich ein ähnlicher Befund auch für andere Sprachen aufdecken ließe ... – wenn sich denn in den entsprechenden Wissenschaften Bereitschaft für ein solches den eigenen Paradigmen weitgehend zuwiderlaufendes Unterfangen fände.

Enphronesis – eine weitere Trajektorie vom Instinkt zur Kultur

Zum Schluß möchte ich zu der unsere Spezies wesentlich konstituierenden Fähigkeit kommen, sich in die Gedanken des Gegenübers hineinversetzen zu können. Phylogenetischer Vorläufer, und auch bei anderen Säugetieren gut ausgebildet, ist die Fähigkeit zur Empathie, die in einem Individuum die aktuellen Emotionen des Interaktionspartners entstehen läßt. Mitleid, Mitfreude und weitere quasi kontagiöse affektive Zustände sind Beispiele dafür, die ihrerseits Verhaltensweisen wie Trösten auslösen können. Daneben gibt es die erst jüngst ins Blickfeld der Forschung geratene und über die Empathie weit hinaus gehende Fähigkeit, die Gedanken (sozusagen die kühlen Intentionen im Gegensatz zu den affektiv besetzten emotionalen Zuständen) des anderen zu lesen – daher auch der Begriff »Mind Reading«, der die Sache gut trifft. Meist wird diese Fähigkeit jedoch mit dem, wie ich finde, unglücklichen Term »Theory of Mind, ToM« (PREMACK und WOODRUFF 1978) bezeichnet, also der Tatsache, daß der eine Interaktionspartner eine Theorie über die geistigen Vorgänge im anderen hat. Ich schlage für diese Fähigkeit den Begriff »Enphronesis« vor (SCHIEFENHÖVEL 2003), von *phren*, griechisch Zwerchfell, wohin die Griechen den Sitz der geistigen Prozesse, *phroneo*, *phronesis*, verlegten – wahrlich ein gänzlich unbiologisches, nur aus anderen kulturellen Konzepten verstehbares Konzept; die schriftlosen Bergpapua Neuguineas zögern nicht, als Sitz des Denkens den Kopf zu nennen.

Im Vokabular der Eipo ist mit dem Begriff *kanye* ein Terminus vorhanden, der die skizzierten kognitiven Prozesse abbildet. Interessanterweise ist es so, daß – wie in anderen Sprachen auch – derartige *Abstracta* auf *Concreta* zurückgehen; *kanye* begegnete mir zunächst in der Bedeutung »Schatten«, dann als »Echo«, wodurch sich die Vorstellung formte, daß dieses Wort das immaterielle Abbild einer realen Sache bezeichne. Später habe ich dann gelernt, daß *kanye* auch Verstand und Denken heißt. Im erwähnten Wörterbuch sind viele Lexeme aufgeführt, die die Reichhaltigkeit dieses Konzeptes belegen und die zeigen, daß mit *kanye* gerade auch jene Fähigkeit beschrieben ist, die Gedanken, Pläne etc. des Gegenübers in der eigenen Gedankenwelt entstehen zu lassen (vgl. Tab. 5).

Tab. 5 Eipo – Beispiele zum Wortfeld von *kanye* (aus HEESCHEN und SCHIEFENHÖVEL 1983)

Wort	Bedeutung
<i>kanye, kanya</i>	Schatten, Echo, Abbild, Geist, Verstand, Gedanke, Verstehen, Idee, Seele; Toten- oder Naturgeist
<i>kanye mamun</i>	die Seele ist bei sich; zufrieden sein
<i>kanye teleb bounnil</i>	die Seele ist mit Gutem angefüllt; ich bin glücklich
<i>kanye barib</i>	deprimiert sein, trauern, sehnsuchtsvoll denken; einen guten Platz zum Leben suchen
<i>kanye sukub</i>	die Seele verkrampft sich, an jemanden in Neid oder Eifersucht denken
<i>kanye betinye</i>	zwei Seelen, Zweifel
<i>kanye bobatek</i>	der Verstand wird zum Drehen gebracht; verwirrt sein
<i>otenen kanye</i>	der Geist von jemandem, der nur an sich selbst denkt; Egoismus
<i>lin kanye</i>	der Geist von jemand, der allein und zielgerichtet handeln kann; Plan
<i>kanye dob</i>	lügen, täuschen
<i>kanye bikina</i>	Wissen um den Verstand, Verstehen; auch das Verstehen der Absichten anderer
<i>lon kanye</i>	ein Geist, der löst; das Vergeben von Unrecht

Wie mag es zur evolutiven »Fulguration« (LORENZ 1973) dieser Fähigkeit gekommen sein? War die beginnende Werkzeugkultur daran beteiligt? Sehr wahrscheinlich nicht. Andere Szenarien besagen, das gemeinsame Jagen hätte die Ausbildung dieses typisch menschlichen Charakteristikums bewirkt in der Hominidenentwicklung; auch da bin ich mir nicht so sicher. Vermutlich hat die Komplexität der Sozialstruktur früher Hominiden wesentlich dazu beigetragen, unser Gehirn zu den bekannten erstaunlichen Leistungen zu bringen. Diesen Faktor können wir auch in den Sozietäten traditionaler Kulturen erkennen.

Es ist erstaunlich, wie gut bereits Kinder ihre sehr komplexen verwandtschaftlichen und genealogischen Beziehungen im Kopf haben; manche der jungen Informanten konnten ihre Vorfahren namentlich korrekt drei und vier Generationen zurückverfolgen – in unserer schriftlichen Kultur geraten meist Urgroßväter schon in die nebulöse Zone des Vergessens. Durch die vielfältigen verwandtschaftlichen Verknüpfungen in den zahlenmäßig kleinen Gesellschaften sind deren Angehörige auch ohne weiteres im Stande, die *kinship*-Linien anderer Personen aufzuzeigen, so daß ihre diesbezügliche Kenntnis durchaus mehrere hundert lebende und verstorbene Menschen umfaßt.

Die Verwandtschaftstermini und -systeme, berechtigterweise fokales Element der Ethnologie und oft äußerst kompliziert (vgl. Tab. 6), sind aber nur der Anfang der kognitiven Repräsentation der sozialen Bezüge, denn für das Individuum geht es um viel mehr; nämlich darum, was es auf der Basis der verwandtschaftlichen Beziehung von den anderen erwarten, was es zu geben hat und welche interaktiven Historien der dyadischen oder mehrfachen Beziehung zugrunde liegen und sie mitbestimmen.

Tab. 6 Verwandtschaftstermini der Eipo-Sprache (aus HEESCHEN und SCHIEFENHÖVEL 1988, S. 15–17). Va – Vater, Mu – Mutter, Br – Bruder, Sw – Schwester, So – Sohn, To – Tocher, Ma – Mann, Fr – Frau

	Va	<i>eli</i> (Zitierform) <i>ni</i> (Anrede, auch Zitierform für 2. Person Singular)
	Mu	<i>elin</i> (Zitierform) <i>nin</i> (Anrede, auch Zitierform für 2. Person Singular)
Mann sprechend	Br	älter: <i>dunye</i> jünger: <i>weitnye</i> allgemeine Bezeichnung für Bruder: <i>siknang susuk</i> (bei 2 Brüdern) <i>sik weicape</i> (bei 3 und mehr Brüdern)
Frau sprechend	Br	älter: <i>dunye</i> jünger: <i>weitnye</i> allgemeine Bezeichnung für Bruder: <i>makalnang</i>
Mann sprechend	Sw	älter: <i>dukil, dukul</i> jünger: <i>weit kil</i> allgemeine Bezeichnung für Schwester: <i>makal kil</i>
Frau sprechend	Sw	älter: <i>dukul, dukil</i> jünger: <i>weit kil</i> allgemeine Bezeichnung für Schwester: <i>siknang susuk</i> (bei 2 Schwestern) <i>sik weicape</i> (bei 3 und mehr Schwestern)

Fortsetzung I

Zuordnung nach Zeitpunkt der Geburt bei Geschwistern:		
– Erstgeborene(r): <i>dukil (dunye)</i>		
– In der Mitte Geborene(r): <i>nakabye noitamnye</i> (alle Geschwister, die sowohl ein älteres als auch ein jüngeres Geschwister haben)		
– Letztgeborene(r): <i>kelasirya</i>		
	So	<i>me</i> (Singular) <i>mape</i> (Plural)
	To	<i>kilme</i> (Singular) <i>kilmape</i> (Plural)
	SoSo	<i>me</i>
	SoTo	<i>kilme</i>
	ToSo	<i>me</i>
	ToTo	<i>kilme</i>
	VaVa	<i>aupe</i>
	VaMu	<i>u</i> (Zitierform) <i>nu</i> (Anrede, auch Zitierform für 2. Person Singular)
	MuVa	<i>aupe</i>
	MuMu	<i>u</i> (Zitierform) <i>nu</i> (Anrede, auch Zitierform für 2. Person Singular)
	VaVaVa	<i>aupe kisok</i>
	VaMuVa	<i>aupe kisok</i>
	VaMuMu	<i>u kisok</i>
	VaVaMu	<i>u kisok</i>
	MuVaVa	<i>aupe kisok</i>
	MuMuVa	<i>aupe kisok</i>
	MuVaMu	<i>u kisok</i>
	MuMuMu	<i>u kisok</i>
	VaSw	<i>cape kil</i> (auch: <i>dukul</i>)
Mann sprechend	VaSwMa	<i>ka, base</i>
Frau sprechend	VaSwMa	<i>lakanye</i> (Zitierform) <i>nakanye</i> (Anrede, auch Zitierform für 2. Person Singular)
Mann sprechend	BrTo	<i>kilme</i>
Frau sprechend	BrTo	<i>weit</i> , auch: <i>cape</i>
	FrBrTo	<i>kil</i>
Mann sprechend	SwMa	<i>base, ka</i>
Frau sprechend	SwMa	<i>lakanye</i> (Zitierform) <i>nakanye</i> (Anrede, auch Zitierform für 2. Person Singular)
Mann sprechend	BrFr	<i>kil</i> , auch: <i>u</i>
Frau sprechend	BrFr	<i>base kil</i>
	MaBr	<i>lakanye</i> (Zitierform) <i>nakanye</i> (Anrede, auch Zitierform für 2. Person Singular) auch: <i>sal</i>
	Ma	<i>lakanye</i> (Zitierform) <i>nakanye</i> (Anrede, auch Zitierform für 2. Person Singular) auch: <i>sal</i>
	Fr	<i>kil</i>
	BrFrVa	<i>aupe</i>
	BrFrMu	<i>yamal kil, dukul</i>
	FrVa	<i>ka</i>
	MuSw	<i>nin kele</i> (Zitierform) <i>nin</i> (Anrede)

Tab. 6 Verwandtschaftstermini der Eipo-Sprache (aus HEESCHEN und SCHIEFENHÖVEL 1988, S. 15–17).
Fortsetzung II

	BrSo	<i>me</i> Frau sprechend auch: <i>cape</i>
	BrToSo	<i>me</i>
	BrSoSo	<i>me</i>
	BrToTo	<i>kilme</i>
	BrSoTo	<i>kilme</i>
	MuVaSw	<i>u</i> (Zitierform) <i>nu</i> (Anrede, auch Zitierform für 2. Person Singular) auch: <i>nin, elin</i>
	BrSoSo	<i>me</i> Frau sprechend auch: <i>cape</i>
	VaBr	<i>ni kele</i>
	VaBrFr	<i>nin</i>
Mann sprechend	VaBrTo	<i>makal kil</i>
Frau sprechend	VaBrTo	<i>weit kil, dukil</i> (je nach Zeitpunkt der eigenen Geburt)
Mann sprechend	VaBrSo	<i>weitnye, dunye</i>
Frau sprechend	VaBrSo	<i>makalnang</i>
	SwSo	<i>me</i>
	SwTo	<i>kilme</i>
	MuBr	<i>mam</i>
	MuSwMa	<i>ni</i> (möglichlicherweise nur bei demselben Clan wie der Sprechende)
	MuBrFr	<i>dukul</i> eventuell auch: <i>u</i>
	MaSwSo	<i>me</i>
	MaSwTo	<i>kilme</i>
	FrBrFr	<i>u</i> (eventuell nur bei bestimmten Clan-Gruppierungen)
	MaSwMa	<i>aupe</i> (eventuell nur bestimmten Clan-Gruppierungen)
	MuBrSo	<i>mam</i>
	MuBrTo	<i>nin kele</i> (Zitierform) <i>nin</i> (Anrede)
	VaSwSo	<i>me</i>
	VaSwTo	<i>kilme</i>
	MuVaBr	<i>aupe</i>
	MuVaBrTo	<i>nin kele</i> (Zitierform) <i>nin</i> (Anrede)
	MuVaBrSo	<i>mam</i>
	VaVaBr	<i>aupe</i>

Wer auf diesem Klavier gekonnt zu spielen vermag, kann in den »egalitären« Gesellschaften, in denen Führungsrollen meritokratisch zugesprochen werden, eine »big man«- oder (im Hinblick auf die weniger öffentlich-politische Frauenwelt) eine »big woman«-Rolle einnehmen. Neben besonderen intellektuellen Gaben, rhetorischer Kraft und generellem Charisma ist soziale Kompetenz das, was eben Empathie und Enphronesis ausmacht, eine bedeutende Voraussetzung für das Ausfüllen derartiger Führungsrollen. Diese Personen (in der öffentlichen Arena, wie gesagt, fast immer Männer) sind es, die die z. T. gewaltigen Feste mit äußerst vielfältigen und zum Teil langfristigen Geschenk- und Verpflichtungsbeziehungen organisieren. Nichts für Risikoscheue: Wenn man die zur großen Klimax führenden einzelnen Stränge nicht

in der Hand behält, wenn man andere nicht dazu bekommt (auf die Aussicht hin, vom pro-spektiven Statusgewinn des »big man« später profitieren zu können) zu dem Unternehmen beizutragen, wenn man sich auf dem Weg zum Tag mit der massenhaften Präsentation von Schweinen und anderen Wertsachen und der Anwesenheit von unzähligen Gästen verheddert, und es zum schmachvollen Kollaps statt zum glanzvollen Höhepunkt kommt, dann ist es mit »big man«-Aspirationen erst einmal vorbei.

Andrew STRATHERN hat gezeigt (1971), daß »big men« wesentlich größere Chancen auf persistierende polygyne Ehen und damit mehr Nachkommen haben als »normale« Männer der Dorfgesellschaft, daher darf man hier einen wesentlichen sexuellen Selektionsfaktor am Werk sehen, der auf dem Weg über »female choice« möglicherweise mehr als andere Faktoren dazu beigetragen hat, daß sich aus dem *common ancestor* eine hochintelligente Enphronesis-Spezies entwickelte, daß aus Instinkt Kultur wurde.

Literatur

- AVICENNA: Canon of Medicine. Chicago: Kazi Publishers 1999
- BAILEY, K.: Mismatch theory I: Basic principles. Across Species Comparisons and Psychopathology (ASCAP) Newsletter 9 (2), 7–9 (1996)
- BISCHOF, N.: Das Rätsel Ödipus. Die biologischen Wurzeln des Urkonflikts von Intimität und Autonomie. München: Piper 1985
- BLUM, J. P.: Untersuchungen zur Tierwelt im Leben der Eipo im zentralen Bergland von Irian Jaya (West-Neuguinea), Indonesien. Berlin: Reimer 1979
- BÜCHL, E. C.: Physische Anthropologie der Eipo im zentralen Bergland von Irian Jaya (West-Neuguinea), Indonesien. Berlin: Reimer 1981
- CRAIG, W.: Appetites and aversions as constituents of instincts. Biol. Bull. Woods Hole 34, 91–107 (1918)
- DAMMANN, G., und SCHIEFENHÖVEL, W.: Wochenbettdepression und Heultage in anthropologisch-transkultureller Forschungsperspektive. In: SCHULTZ, M., ATZWANGER, K., BRÄUER, G., CHRISTIANSEN, K., FORSTER, J., GREIL, H., HENKE, W., JAEGER, U., NIEMITZ, C., SCHEFFLER, C., SCHIEFENHÖVEL, W., SCHRÖDER, I., und WIECHMANN, I. (Eds.): Homo – unsere Herkunft und Zukunft. Proceedings, 4. Kongress der Gesellschaft für Anthropologie (6fA). Potsdam, 25.–28. September 2000, S. 159–161. Göttingen: Cuvillier Verlag 2001
- EIBL-EIBESFELDT, I.: Die Biologie des menschlichen Verhaltens. Grundriß der Humanethologie. 3. Aufl. (1. Aufl. 1984). München: Piper 1995
- EMBER, C. R., and EMBER, M.: Encyclopedia of Sex and Gender. Men and Women in the World's Cultures, 2 Vol. New York, Boston, Dordrecht, London, Moscow: Kluwer Academic/Plenum Publishers 2004
- HEESCHEN, V., und SCHIEFENHÖVEL, W.: Wörterbuch der Eipo-Sprache. Eipo – Deutsch – Englisch. Berlin: Reimer 1983
- HIEPKO, P., und SCHIEFENHÖVEL, W.: Mensch und Pflanze. Ergebnisse ethnotaxonomischer und ethnobotanischer Untersuchungen bei den Eipo, zentrales Bergland von Irian Jaya (West-Neuguinea), Indonesien. Berlin: Reimer 1987
- HIEPKO, P., und SCHULTZE-MOTEL, W.: Floristische und ethnobotanische Untersuchungen im Eipomek-Tal, Irian jaya (West-Neuguinea), Indonesien. Berlin: Reimer 1981
- HRDY, S. B.: Mother Nature. A History of Mothers, Infants, and Natural Selection. New York: Pantheon 1999
- HUFFMANN, M. A.: An investigation of the use of medicinal plants by wild chimpanzees. Current Status and Future Prospect. Primate Research 9(2), 179–187 (1993)
- JÜPTNER, H.: Tropenmedizinische Untersuchungen der Eipo im zentralen Bergland von Irian Jaya (West-Neuguinea), Indonesien. Berlin: Reimer 1983
- KOCH, K. F.: War and Peace in Jalémo. Cambridge (MA): Harvard University Press 1974
- KROEBER, A. L., and KLUCKHOHN, C.: Culture: A Critical Review of Concepts and Definitions. Cambridge (MA): Peabody Museums 1952
- LINDBERG, S., and LUNDH, B.: Apparent absence of stroke and ischemic heart disease in a traditional Melanesian island: A clinical study in Kitava. J. Internal Med. 223, 269–275 (1993)
- LORENZ, K.: Der Kumpan in der Umwelt des Vogels. J. Ornithologie 83, 137–215, 289–413 (1935)
- LORENZ, K.: Über die Bildung des Instinktbegriffes. Naturwissenschaften 25, 289–300, 307–318, 325–331 (1937)
- LORENZ, K.: Die Rückseite des Spiegels. Versuch einer Naturgeschichte menschlichen Erkennens. München: Piper 1973
- MCGREW, W. C.: Chimpanzee Material Culture. Implications for Human Evolution. Cambridge: Cambridge University Press 1992

- PREMACK, D., and WOODRUFF, G.: Does the chimpanzee have a 'Theory of Mind'? *Behavior and Brain Sciences* 4, 515–526 (1978)
- SAPIR, E.: The Status of Linguistics as a Science. *Language* 5, 209 (1929)
- SCHIEFENHÖVEL, W.: Geburtsverhalten und reproduktive Strategien der Eipo – Ergebnisse humanethologischer und ethnomedizinischer Untersuchungen im zentralen Bergland von Irian Jaya (West-Neuguinea), Indonesien. Berlin: Reimer 1988
- SCHIEFENHÖVEL, W.: Kampf, Krieg und Versöhnung bei den Eipo im Bergland von West-Neuguinea – Zur Evolutionsbiologie und Kulturanthropologie aggressiven Verhaltens. In: FIKENTSCHER, W. (Ed.): *Begegnung und Konflikt – eine kulturanthropologische Bestandsaufnahme*. Bayerische Akademie der Wissenschaften, Philosophisch-Historische Klasse, Abhandl. N. F. Heft 120, 169–186. München: C. H. Beck 2001
- SCHIEFENHÖVEL, W.: *Niye kanye*: the human mind. Traditional Papuan societies as models to understand evolution towards the social brain. In: BRÜNE, M., RIBBERT, H., and SCHIEFENHÖVEL, W. (Eds.): *The Social Brain. Evolution and Pathology*; pp. 93–109. Chichester: John Wiley & Sons 2003
- SCHIEFENHÖVEL, W.: Homo discens, Homo docens – Kulturvergleichende und evolutionsbiologische Perspektiven einer »History of Humankind«. In: EGLI, W. M., and KREBS, U. (Eds.): *Beiträge zur Ethnologie der Kindheit*. S. 165–175. Münster: LIT Verlag 2004
- SCHIEFENHÖVEL, W., and PRINZ, A.: Ethnomedizin und Ethnopharmakologie – Quellen wichtiger Arzneimittel. In: CZYGAN, F. C. (Ed.): *Biogene Arzneistoffe*. S. 223–238. Braunschweig, Wiesbaden: Vieweg 1984
- SCHIEFENHÖVEL, W., und SCHIEFENHÖVEL-BARTHEL, S.: Geburt. In: *Brockhaus-Redaktion* (Ed.): *Brockhaus Mensch, Natur, Technik. Phänomen Mensch*. S. 41–51. Leipzig, Mannheim: R. A. Brockhaus 1999
- Spiegel*: Spiegel-Streitgespräch: SCHIEFENHÖVEL, W., und BRÄUTIGAM, H. H.: Hightech oder natürliche Geburt. *Der Spiegel* 43, 278–288 (1986)
- STRATHERN, A.: *The Rope of Moka. Big-men and Ceremonial Exchange in Mount Hagen*. London, New York: Cambridge University Press 1971
- SWADLING, B.: *Papua New Guinea's Prehistory. An Introduction*. Port Moresby: National Museum and Art Gallery 1981
- TINBERGEN, N.: *The Study of Instinct*. London: Oxford University Press 1951
- VOLLMER, G.: Homo sapiens – Denken, und Erkennen. In: SCHIEFENHÖVEL, W., VOGEL, C., VOLLMER, G., und OPOLKA, U. (Eds.): *Gemachte und gedachte Welten. Der Mensch und seine Ideen*. Stuttgart: Trias 1994
- WALTER, S.: *Zur Semantik des Eipo. Elementare Laut-Bedeutungsbeziehungen*. Diss. Fachbereich Kommunikations- und Geschichtswissenschaften, TU Berlin 1988
- WHITE, L.: *The Evolution of Culture*. New York: McGraw-Hill 1959
- WHORF, B. L.: *Language, Thought, and Reality*. Cambridge (MA): MIT Press 1956
- WURM, S. A., VOORHOEVE, C. L., and MCELHANON, K. A.: The trans New Guinea phylum in general. In: WURM, S. A. (Ed.): *Papuan Languages and the New Guinea Linguistic Scene*. *Pacific Linguistics*, C 38, Australian National University (1975)

Prof. Dr. Wulf SCHIEFENHÖVEL
Humanethologiegruppe
der Max-Planck-Gesellschaft
Von-der-Tann-Straße 7
82346 Andechs
Bundesrepublik Deutschland
Tel.: +49 8152 373162
Fax: +49 8152 373170
E-Mail: wulf.schiefenhövel@eudoramail.com

Diskussion III

WOBUS, U.: Herr SCHIEFENHÖVEL, meinen Sie, daß die neolithischen Kulturen hier in Mitteleuropa unter zum Teil anderen Umweltbedingungen dennoch im Prinzip ähnliche Strukturen und vergleichbares Verhalten hatten wie diese Völker, die Sie heute in Melanesien untersuchen?

SCHIEFENHÖVEL: Ja, absolut. Wir brauchen uns doch nur Höhlenmalereien anzuschauen. Dann wissen wir Bescheid. Auch vor 30 000 Jahren waren das vergleichbare Verhältnisse. Das Wesentliche daran ist, daß diese Menschen – als besonders emotionale Tiere – die tiefen emotionalen Zustände, wie Liebe, Haß, Trauer usw., nicht nur empfinden, sondern sie in Symbole übersetzen und damit noch mächtiger hervortreten lassen. Es ist das Typische für den *Homo symbolicus*, daß er das offenbar als Motor in sich hat, Kultur zu schaffen: ein phänomenales religiöses Gemälde an einer Felswand, in das jeder Felsvorsprung mit einbezogen ist, die Macht der Metaphern in den ursprünglichen Liedern der Berg-Papua ...

In dieser Hinsicht gab es sicher keine Unterschiede. Natürlich sorgt das Habitat für bestimmte Verschiedenheiten. Variabilität ist eine Devise in der Evolution, allerdings dürfen wir dabei nicht vergessen, daß es irgendwie einen Satz von Dingen gibt, die ganz typisch für unsere Spezies sind. Daher kann ich Ihre Frage sofort bejahen, ich kann mir das nicht anders vorstellen. Wenn wir an die Werkzeuge usw. denken, dann ähneln sie sich auf der ganzen Welt, da hier natürlich die Funktion entscheidend mitbestimmend ist. Wir hätten wahrscheinlich die Verhältnisse in unserem Untersuchungsgebiet auch vor 30 000 Jahren an der Mittelmeerküste sehen können.

WOBUS, U.: Das hieße aber dann auch, daß sich die geistigen Fähigkeiten wahrscheinlich gar nicht so sehr weiterentwickelt haben, sondern eher die Möglichkeit, den Wissenszuwachs z. B. über Bücher zu speichern.

SCHIEFENHÖVEL: Manche geistige Fähigkeiten sind bei diesen Leuten viel ausgeprägter. Sie können z. B. sehr viel besser Redenhalten. Diese »big men« können zwei Stunden lang reden, daß die Erde zittert. Das ist beeindruckend, wenn Sie das mit den miserablen Auftritten in unseren Parlamenten vergleichen. Hier sind die Redner oftmals gar nicht in der Lage, ihr Publikum zu erreichen. Wir haben also während der kulturellen Entwicklung auch Verluste erlitten, weil wir eben nicht mehr diese orale Tradition haben. Es ist keine Frage, daß ich nicht permanent bei den Eipo leben möchte; aber für eine bestimmte Zeit ist es sehr interessant.

PARTHIER: Hat Sie während Ihrer Anwesenheit jemals einer dieser Menschen gefragt, ob er dorthin mitkommen könnte, wo die »Rosahäutigen« herkommen?

SCHIEFENHÖVEL: Zunächst eine Anmerkung. Diese Tagung steht unter dem Stichwort »Bewahren und Verändern«. Das ist auch die Aufgabe der Anthropologen. Die Minoritäten haben vermutlich keine Chancen, die Diversität zu erhalten. Kulturelle Diversität findet sich bisher interessanter Weise da, wo auch die höchste Biodiversität ist. Eine sehr spannende Parallele.

Als wir seinerzeit zu den Eipo kamen, hatten diese natürlich das Problem, uns einzuordnen. Bald merkten sie, daß wir keine übermenschlichen Geister, sondern ähnlich wie sie selbst

waren. Wir waren eben nur etwas ungeschickter im Gelände als sie, fielen hin, verletzten uns häufig usw. Sie überlegten sich, wo wir hergekommen sein könnten. Daher gibt es nun schöne Mythen über uns. Meine Frau, die als einzige weibliche Wissenschaftlerin in der ersten Expeditionsgruppe teilnahm, galt zunächst als Geisterfrau, die des Nachts herumlaufe, um nach Menschenfleisch zu suchen, damit wir etwas zu essen hätten. Von dieser Deutung haben wir damals glücklicherweise nichts gewußt, sonst hätten wir vielleicht größere Bedenken entwickelt.

Zu mir hat eines Tages eine alte Frau gesagt: »Hör mal, ich glaube, ich weiß jetzt, wo ihr herkommt.« »Woher?«, fragte ich. Sie sagte: »Ihr kommt bestimmt von der Stelle, wo der Baum wächst, der den Himmel trägt.« Das war sehr interessant. Sie haben also auch das Konzept, daß der Himmel von einem Baum getragen wird (vgl. Yggdrasil). Irgendwie mußten wir von einem besonderen Platz herkommen, da wir doch alle diese eigenartigen Sachen hatten, vom Funkgerät bis zur Unterhose. Das mußte man sich ja irgendwie erklären.

Einige wollten mit. Wir sagten damals: »Das geht nicht.« Mittlerweile überlegen wir, ob es jetzt nicht soweit ist. Manche hatten sofort Lesen und Schreiben gelernt. Die Intelligentesten schrieben uns bereits nach einem Dreivierteljahr Briefe. Einen Einheimischen von den Trobriand-Inseln aus Papua Neuguinea, also aus einer Region Melanesiens, in der die Akkulturation vor 100 Jahren begonnen hat, haben wir mit nach Europa genommen. Wie der sich in unserer Welt zurechtgefunden hat, ist einfach fabelhaft. Nichts von einem Südseehäuptling, in dem gefälschten »Papalagi«-Buch, der unsere Welt entlarvt. Menschen sind totale Realisten – abgesehen davon, daß wir natürlich auch alle »magisch« sind. So wie diese Eipo die Dinge sehen, kämen sie jedoch bei uns sehr gut zurecht. Am besten wäre es, man nähme immer zwei mit, die sich dann ein wenig aneinander festhalten können.

ZUR LIPPE: Schon bei dem Vortrag von Herrn BACHMANN ging mir etwas durch den Kopf. Er hat staunenswert geschildert, wie gut das Gedächtnis der Informationen im Genmaterial ist. Damit hat er mich an eine Entdeckung erinnert, die dem Religionswissenschaftler Max MÜLLER im vorigen Jahrhundert in Indien geglückt ist. MÜLLER hat die Texte der Veden, die heiligen Texte der Hindus, zum ersten Mal aufgezeichnet. Das wird ihm als Verdienst angerechnet. Gleichzeitig ist es aus dem folgenden Grunde auch problematisch: Er hatte nämlich festgestellt, daß in etwa 20 Schulen, in denen voneinander völlig getrennt rein mündlich der Text der Veden durch etwa 3000 Jahre tradiert worden ist, sich ein absolut identischer Text erhalten hat. Es gibt keine Abschreibfehler, weil dort eine Technik geübt wird, die wir inzwischen deutlicher sehen: In Schulen dieser Art wird mit den Kindern der Text sprechen geübt, ehe sie ihn verstehen. Es ist also mit anderen Worten eine mimetische Dimension, die das Tragen der Informationen übernimmt. Das dürfte sehr nahe an dem sein, was Ihren Freund WALTER beschäftigt hat. Es hat mit der Klanglichkeit der Sprache zu tun.

Meine Frage ist: Haben Sie uns heute nicht eigentlich gesagt, daß Ihre Eipo, oder wer immer Ihnen da begegnete, auf der anderen Seite des Weltenbaumes leben? Haben Sie durch diese Begegnungen eine Vorstellung bekommen, wie etwa das, was wir in der posteuklidischen Welt Raum und Zeit nennen, dort anders begriffen wird und eine andere Rolle spielt? Gerade nach der Quantenphysik und ihren Weiterungen begreifen wir immer deutlicher, etwa in der zeitgenössischen Musik, daß es mit der Zeit z. B. einfach doch sehr anders aussieht, als uns die für einen bestimmten Bereich zutreffenden und hilfreichen Kategorien immer glauben machen wollten.

SCHIEFENHÖVEL: Was die vedischen Texte betrifft, so haben Sie vollkommen recht. Es hat mich immer fasziniert, daß diese Überlieferung offenbar fehlerfrei möglich ist. Dabei ist es wichtig zu bedenken, daß die mnestischen Tricks, die in diesen Liedern oder Gedichten zu finden sind, gerade deshalb eingebaut wurden, um die fehlerfreie Weitergabe zu ermöglichen. Wenn man ein Gedicht in Reimen hat und macht einen Fehler, dann erhält man über den Endreim einen Hinweis, was das Richtige sein könnte. Oder wenn man Hexameter oder Alliterationen hat, dann erzeugen diese mnestischen Tricks eine Struktur, die es ein bißchen leichter macht, Lücken zu schließen. Dennoch bleibt die fehlerfreie Überlieferung eine gewaltige Leistung.

ZUR LIPPE: Das war die Kreation von Form.

SCHIEFENHÖVEL: Ja, das ist es – die Kreation von Form. Form und Inhalt gehen zusammen. Das war genau Ihr Punkt, auf den Sie mit der Musik und den anderen Aspekten hingewiesen haben.

Was die Zeit anbelangt, so haben die Eipo keine zyklische Zeit, sondern – genau wie wir – eine lineare Zeit. Das finde ich sehr interessant. Die Eipo haben einen Begriff für das Jetzt und außerdem ein Wort, welches bedeutet: ein Tag von heute in die Zukunft und in der Vergangenheit. Insgesamt können sie auf diese Weise bis zu fünf Tage vor- bzw. zurückgehen. Wir sagen übermorgen und überübermorgen, aber das klingt schon merkwürdig. Die Eipo hingegen haben dafür eigene Termini. Das ist eines der so faszinierenden Konzepte, die einem begegnen, wenn man sich intensiv mit einer anderen Kultur auseinandersetzt. Das Fenster des Heute und die Seitenfenster des Morgen/Gestern, Übermorgen/Vorgestern usw. schieben sich linear immer ein Stück weiter durch die Zeit.

REICH: Sie hatten nichts über Aggressivität und Kriegführen gesagt, vielleicht könnten Sie da noch etwas ergänzen? Wie stehen Sie zu Meldungen über angeblichen Kannibalismus in Papua?

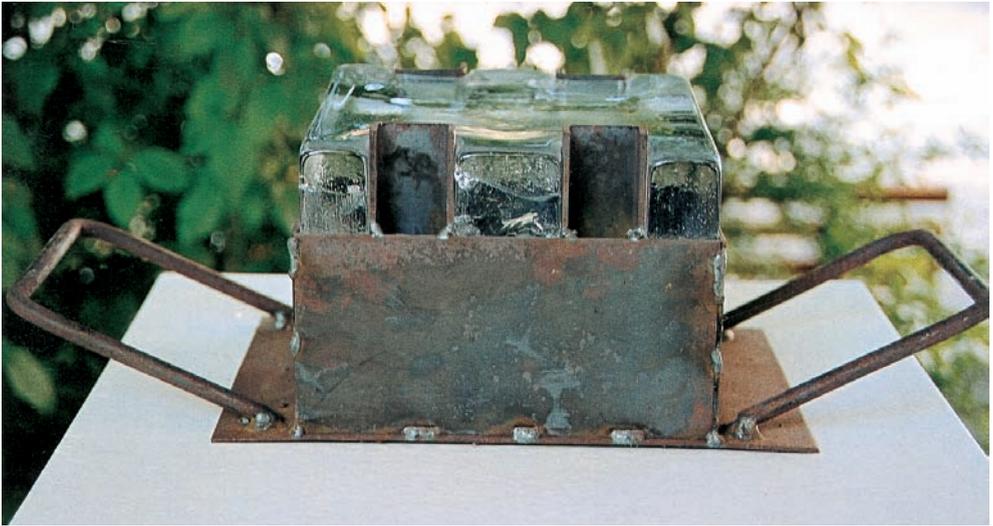
SCHIEFENHÖVEL: Das war hier nicht mein Thema. Ich habe jedoch vor ein paar Tagen in Darmstadt darüber vorgetragen und bin sehr attackiert worden. Interessant war vor allem, daß ich aus einer wirklich extrem orthodoxen, freudianischen, psychoanalytischen Ecke angegriffen wurde. Es ist fast lustig, daß die Rebellen von vorgestern die Revolution immer ins Einmachglas versenken und da behalten wollen.

Die Hochlandpapas und auch ein großer Teil der Küstenpapas sind ausgesprochen aggressiv. Mindestens jeder vierte Mann, in anderen Kulturen sogar jeder dritte, stirbt eines gewaltsamen Todes. Wir haben selbst gute Daten zu dieser Frage gesammelt, und viele unserer Kollegen haben das gleichfalls untersucht. Die Eipo liegen ungefähr in der Mitte des Spektrums. Sie haben eine Tötungsrate von etwa 5 pro 1000 pro Jahr. Wenn Sie das vergleichen mit den Zahlen der Toten des Zweiten Weltkriegs (ungefähr 6 Millionen Juden, 4,8 Millionen Soldaten und 2,5 Millionen Zivilisten) bzw. mit der Wirkung von Massenvernichtungswaffen und einer anschließenden Phase des Friedens, dann liegt die Tötungsrate bei den Papua noch darüber. Das ist erstaunlich. Die Effekte der menschlichen, insbesondere der männlichen Aggressionsbereitschaft sind sehr groß. Damit müssen diese Völker leben. Die Hälfte dieser Toten entfällt auf kriegerische Auseinandersetzungen. Dabei wird jeder Tote bejubelt und aufgegessen, wenn das möglich ist. Die andere Hälfte der Toten entfällt auf Konflikte innerhalb der Gruppe. Darunter leiden alle. Die Frauen versuchen das zu kontrollieren.

Möglicherweise hängt das mit einer Art Basisaggressionstendenz in unserer Spezies zusammen, die wir nur in den Griff bekommen, wenn wir effiziente kulturelle Lösungen erfinden. Das ist etwa die dritte Instanz, die triadische Konfliktlösung. So etwas haben diese Völker jedoch nicht. Dort gilt das Prinzip der Rache. Wenn jemand getötet wird, muß sein Bruder oder ein anderer ihn rächen. Diese Haltung heizt die Konflikte ständig an, und es gibt dann dramatische Zuspitzungen.

Zum Kannibalismus hat es vor einigen Jahren in einem Buch geheißen, er sei eine Erfindung aus den kranken Gehirnen von Ethnologen. Ich kann nicht begreifen, wie man die Datenlage derart mißverstehen konnte. Zwar ist die Ethnologie eine »weiche« Wissenschaft. Manchmal kommen zwei Forscher von derselben Gesellschaft zurück, und man kann ihren Ergebnissen nicht ansehen, daß sie bei derselben Gruppe geforscht haben. Das muß man einräumen. Dennoch kann kein Zweifel bestehen, daß es in etlichen Gruppen in Neuguinea Exo-Kannibalismus gibt, d. h., der Feind wird gegessen. Diese Form kommt auch bei den Eipo vor.

Wenn man die Eipo fragt, warum sie das machen, dann antworten sie nicht etwa, wir wollen das Mana von denen aufnehmen, sondern sagen: Wir wollen diesen bösen Menschen, der unser Feind war – der also durch Propaganda dehumanisiert wird –, den wollen wir mit unseren Zähnen vernichten. Der Feind wird total nihilisiert, er ist nicht mehr da – physisch. Das ist die Rationalisierung dieser Form von Exo-Kannibalismus. Ich bin überzeugt davon, daß die kannibalischen Riten, die wir in Neuguinea und in anderen Ethnien haben, nicht primär Proteinmangel-Kannibalismus, sondern anders motiviert sind. Außerdem haben wir noch den Endo-Kannibalismus. Interessanterweise eben auch in Neuguinea, wo der Tote entweder komplett in seiner physischen Form inkorporiert wird oder im Haus aufgebahrt wird und der herunter tropfende Leichensaft in einer Rindenschüssel aufgefangen wird, in die dann alle Verwandten ihre Süßkartoffeln tunken müssen. Darüber hinaus gibt es Formen eines symbolischen Endo-Kannibalismus, wo die Toten verbrannt werden und die Verwandten dann nach einer gewissen Zeit die Asche essen müssen. Man kann ja sogar unser eigenes christliches Zentralritual aus diesem Blickwinkel betrachten.



Hagen Bäcker »Glas in Eisen«, Glaswerkstatt des Kunstvereins Röderhof e. V.

Die Zwei Götter im Ochsen

Rings dorrt Fluren bis zum Horizont
Steppe war, eher Wüste, indes ER weidete
Auf grüner Insel wunderfetten Grases
Ein Prachtvieh, glänzenden Bugs, die edlen Hörner
Geschwungen wie der dunklen Lippen Aufwurf
Und schönäugig!
So daß ich annahm es wohnte ein Gott in ihm
Falls nicht Zeus selber wetterkündend umging

Und wie nun das, da es nicht stillestand
Sondern sacht trotzend mit der Zunge Gras riß
Und jene Insel, nahezu elliptisch
Nur an den Rändern halmig ausgefranst
Mit ihm bei jedem Hufhub wanderte
Also Nichtirdisches im Untergrund
Tätig sein mußte und die Graswurzeln
Je eh ein Huf auf Sand trat, sei es vorschob

Sei es tränkte, oder Persephone
Brünstig vom Stierruch, bog sich aus der Tiefe
Und was da sattgrün prangte, war ihr Schamhaar
Und wenn nun DER DAS Gras frißt, dachte ich
Und im Labmagen gären läßt und dann
Ruhig lagernd widerkaut, wie Rinder tun
Sind, dachte ich, und mein Gefaßtsein
Schreib was du schaust, nicht Deuten ist dein Teil

Wandelte sich zu, träumte ich, Entsetzen:
Dann sind ja dann ZWEI GÖTTER in der Lymphe
Ein Yin, ein Yang, oder sonst Dialektik
Kampf kann ausbrechen, der Ochse etwa platzen
Und wo das Fleisch hintropft, stehn neue auf
Oder ganz Andre, grause Phänotypen
Stochastisch fehlvernetzter Gengemenge
Raubmoose, Säugekäfer, denkende Sandhaufen

Flugkleinpaarhufer, neunköpfige Olme
Oder die ganze Steppe in
Einer Spirale irrer Mutationen
Bewächst sich, samt aus, fault sich selbst zum Urschlamm
Und fängt die Evolution Feldversuch Zwo an
Bis schließlich hier ein Übermischwald rauscht
Olympisch tropisch, und von weither Wolken
Anzieht, bis Sturzregen Flüsse werden

Müssen und, die Balkanebenen furchend
Mit Monds Beistand das Erddrehmoment ändern
So daß die Zeit auf einmal unstet läuft
Oder in Schleifen, mithin jeder Vorgang
Dem eigenen Gewesensein begegnen
Kann, wird, darf, muß, worauf
Die Klimazonen sich verdrillen oder
Der Raum sich ortsweise hyperbolisch beult

Und ich, der in Marzahn wohnt, auf einer
Eiszeitdüne zwischen Warschau und Hamburg
Bin dann vielleicht von Großgletschern umgeben
Und frier, im Pelz, doch ohne äußere Heizung
Vor meinem Computer zur Mumie:
Kein Mensch kann denken, ja nicht einmal träumen
Wie derlei endet

Dezember 1998

Rainer KIRSCH

Aus: Rainer KIRSCH, Werke Bd. 1–4, Eulenspiegel-Verlag Berlin 2004



Johanna Bartl »Eisen-Zeichen«, Eisenwerkstatt des Kunstvereins Röderhof e. V.

Von der biologischen zur kulturellen Evolution

Professor Dr. Peter Propping

Jahrgang 1942. Peter PROPPING hat in Berlin Medizin studiert und promoviert, 1970 ging er nach Heidelberg an das Institut für Anthropologie und Humangenetik, wo er sich 1976 für das Fach Humangenetik habilitierte. Er war als Heisenberg-Stipendiat in Heidelberg und Mannheim tätig, 1984 erhielt er den Ruf auf eine C4-Professur für Humangenetik an der Universität Bonn und ist seitdem der Direktor dieses Instituts. Von 1990 bis 1992 war er Dekan der Medizinischen Fakultät der Bonner Universität. Seit 2002 ist Peter PROPPING Mitglied im Nationalen Ethikrat, er ist Mitglied der Deutschen Akademie der Naturforscher Leopoldina. Sein Arbeitsgebiet ist die Erforschung des menschlichen Genoms, vor allem die genetischen Grundlagen von Krebs und Erkrankungen des zentralen Nervensystems, wie beispielsweise der Epilepsie. Peter PROPPING gehört zu den führenden deutschen Wissenschaftlern auf dem Gebiet der Erforschung des menschlichen Genoms.

Humane Reproduktionsbiologie: Eingriff in die natürliche Evolution des Menschen?

Peter PROPPING¹, Ruth RAFF¹ und Astrid GOLLA² (Bonn)

Mit 7 Abbildungen

Die Evolutionstheorie verbindet auf faszinierende Weise alle biologischen Fächer. Mit der erfolgreichen Sequenzierung der Genome zahlreicher Spezies wird sich die Evolutionstheorie in der Zukunft immer weiter vertiefen lassen. Auch ohne Verständnis für die Mechanismen der Vererbung hat der Mensch durch gezielte Züchtung von Pflanzen und Tieren in die Evolution massiv eingegriffen. Aber auch auf indirektem Wege im Zusammenhang mit der Eroberung der Welt hat er die biologische Welt beträchtlich verändert. Man denke z. B. an die Veränderung unserer mikrobiellen Umwelt durch den Einsatz von Antibiotika in der Medizin und in der Nutztierzucht. Seit der Antike hat der Mensch auch immer wieder die Idee der gezielten Veränderung der eigenen Spezies gehabt, z. B. PLATON mit gesellschaftspolitischen Zielen (vgl. VOGEL 1961). Die ersten wissenschaftlichen Studien zur Vererbung beim Menschen durch den Engländer Francis GALTON waren eng mit der Idee der genetischen Verbesserung des Menschen durch Züchtung verbunden (VOGEL 1961). Diese Ideen finden sich bis in die neueste Zeit immer wieder, z. B. in den vulgären Züchtungszielen der Nazi-Ideologie (Aktion Lebensborn, vgl. LILIENTHAL 1985).

Die Evolution der Organismen ist ein außerordentlich komplizierter Prozeß. Die ökologische Bewegung der letzten Jahrzehnte basiert auf der großen Sorge vor einer irreversiblen Veränderung unserer biologischen Umwelt und der genetischen Verarmung der Arten. Auch wegen seiner eigenen biologischen Existenz und Zukunft hat sich der Mensch seit mehr als hundert Jahren Sorgen gemacht. Die Degenerationslehre des 19. Jahrhunderts hat viele Bereiche der Wissenschaft in Biologie und Medizin bis weit in das 20. Jahrhundert außerordentlich beeinflusst. Ohne sie wären Rassenhygiene und Eugenik nicht denkbar gewesen (WEINGART et al. 1988). Man nahm an, die natürliche Selektion hätte infolge der Zivilisation nachgelassen, so daß es in den besonders entwickelten Ländern zu einer baldigen Degeneration des Menschen kommen müßte. Daher müßte durch Begrenzung der Fortpflanzung von genetisch »Minderwertigen« und durch Förderung der Fortpflanzung »wertvoller« Menschen gegengesteuert werden.

Man weiß heute, daß die Voraussetzungen und Folgerungen der Eugeniker falsch, geradezu naiv waren. Dabei lassen sich Fehler in dreierlei Hinsicht feststellen:

- Die genetische Determiniertheit vieler Merkmale wurde falsch eingeschätzt, meist überbewertet.

1 Institut für Humangenetik, Universität Bonn.

2 Institut für Medizinische Biometrie, Informatik und Epidemiologie, Universität Bonn.

- Die Auswirkungen einer nachlassenden Selektion auf den Genpool wurden nicht kritisch quantitativ untersucht, sondern meist unter falschen Annahmen berechnet oder gar nur intuitiv eingeschätzt. Allerdings waren das populationsgenetische Wissen und die Kenntnisse über die Genotyp-Phänotyp-Beziehung in den ersten Jahrzehnten des 20. Jahrhunderts auch noch so begrenzt, daß aus heutiger Sicht Modellrechnungen überhaupt nur sehr bedingt möglich waren.
- Die gesellschaftlichen Auswirkungen eugenischer Maßnahmen, besonders wenn es sich um Zwangsmaßnahmen handelte, wurden nicht bedacht. Es wurde nicht gesehen, daß eine verordnete Eugenik den sozialen Frieden gefährden mußte.

Heute hat die Medizin eine ganz neue Situation geschaffen. Anfang der 70er Jahre des 20. Jahrhunderts wurde die pränatale Diagnostik in die Geburtsmedizin eingeführt. Gegenwärtig ist in Deutschland bei etwa 10 % aller Neugeborenen eine pränatale Diagnostik durchgeführt worden (*Nationaler Ethikrat* 2003). 1978 wurde mit Louise BROWN das erste durch *In-vitro*-Fertilisation gezeugte Kind geboren. Heute werden in Deutschland jährlich etwa 70000 extrakorporale Befruchtungen durchgeführt, die zur Geburt von etwa 7000 Kindern führen (*Nationaler Ethikrat* 2003). Dies alles erfolgt nicht nur mit Einverständnis, sondern auf ausdrücklichen Wunsch der Frauen bzw. Paare. Es ist eine wichtige und legitime Frage, ob die Methoden der pränatalen Diagnostik und der Reproduktionsmedizin einen Einfluß auf die genetische Beschaffenheit, d. h. den Genpool der Menschheit, haben.

Bevor diese Frage quantitativ und unter Berücksichtigung der verschiedenen genetischen Mechanismen beantwortet werden soll, ist es nötig, typische Beispiele für die Evolution beim Menschen kurz in Erinnerung zu rufen. Die eventuellen populationsgenetischen Auswirkungen der Reproduktionsmedizin lassen sich vor diesem Hintergrund leichter beurteilen.

1. Beispiele für genetische Mechanismen in der Evolution beim Menschen

Besonders gut untersucht sind genetische Krankheiten, die mit einer Resistenz gegenüber *Malaria tropica* verbunden sind, nämlich die Sichelzellanämie (Hämoglobin-S-Krankheit), die β -Thalassämien und der Glukose-6-phosphatdehydrogenase(G6PD)-Mangel. Bei den beiden erstgenannten Krankheiten, die jeweils autosomal rezessiv erblich sind, besitzen die Personen, die in heterozygoter oder homozygoter Form Krankheitsmutationen tragen, eine relative Resistenz gegenüber einer Infektion mit *Malaria tropica*. Der G6PD-Mangel ist X-chromosomal rezessiv erblich; bei dieser Krankheit haben die Hemizygoten – also die betroffenen männlichen Personen – eine gewisse Resistenz gegenüber der *Malaria*-Infektion. Der Erreger der *Malaria tropica*, *Plasmodium falciparum*, der durch Stiche der Parasiten-tragenden *Anopheles*-Mücke in die Blutbahn des Menschen gelangt, vermehrt sich in den Erythrozyten. Die drei genannten Krankheiten manifestieren sich in den roten Blutkörperchen. Die Plasmodien finden in den Erythrozyten der Mutationsträger jedoch schlechte Entwicklungsbedingungen, so daß sie sich im Körper des Infizierten nur begrenzt vermehren können.

Mutationen, die zu den drei Krankheiten führen, sind in der Evolution durchaus öfter aufgetreten. Sie konnten jedoch nur in der Gegenwart ständiger Infektionen durch Plasmodien häufiger werden, da die Mutationsträger nicht oder nur leichter an *Malaria* erkrankten und sich daher eher fortpflanzen konnten. Sie haben die Mutationen natürlich weiter vererbt. Es gibt allerdings eine Begrenzung: Die für eine Mutation Homozygoten erkranken schon in der

Kindheit schwer und erreichten in früheren Zeiten meist nicht das Erwachsenenalter. Unter den Bedingungen der ständigen Malaria-Infektion stellt sich daher in der Population ein Häufigkeitsgleichgewicht zwischen mutierten Allelen und Normalallelen ein. Die Populationsgenetik kann unter Berücksichtigung des Selektionsvorteils der Heterozygoten gegenüber der Infektion und des Selektionsnachteils der Homozygoten auf Grund der genetischen Krankheit Vorhersagen über die Häufigkeit der verschiedenen Allele in der Bevölkerung machen (sogenannte Selektion zugunsten der Heterozygoten bei selektiver Benachteiligung beider Homozygoter, »balancing selection«, vgl. VOGEL und MOTULSKY 1997).

Ein anderer Gesichtspunkt sollte noch bedacht werden. Die Wahrscheinlichkeit der Erkrankung an Malaria tropica hängt nicht nur von Mutationen in den genannten Genen ab. Die Manifestation der Infektion wird natürlich noch von weiteren Faktoren beeinflusst, z. B. der Immunitätslage des Organismus oder anderen Erkrankungen. Die Verbreitung der Malaria kann auch in einer Population, in der Hämoglobin S vorkommt, nicht nur durch die genetische Disposition erklärt werden.

Ein Beispiel für eine evolutionäre Selektion, die in wenigen tausend Jahren stattgefunden haben muß, ist die Laktose-Toleranz. Dieses autosomal rezessiv erbliche Merkmal ist in Bevölkerungen sehr häufig geworden, die frühzeitig die Milchviehzucht eingeführt haben, weil sie dadurch Perioden knapper Nahrungslage leichter überstehen konnten, z. B. in Nordeuropa im Winter. Wie die meisten Säugetiere verliert die große Mehrzahl der Menschen jenseits der Kindheit die Fähigkeit zur Milchzucker-Resorption im Dünndarm. Infolge der osmotischen Wirkung der Laktose entwickeln sie eine Diarrhoe, wenn sie größere Mengen von Milch aufnehmen. Menschen, die aus genetischen Gründen jenseits der Kindheit Milchzucker resorbieren konnten, hatten unter den Bedingungen der Nahrungsknappheit einen starken Vorteil gegenüber solchen, die Milch nicht vertrugen. Dies ist die Erklärung dafür, daß die Laktose-Toleranz heute z. B. für die Europäer sowie einige afrikanische Bevölkerungen mit langer Tradition in der Milchviehzucht typisch ist.

Europäer, insbesondere Nordeuropäer, sind pigmentarm und daher hellhäutig. Ihre Vorfahren, die vor 50000 Jahren aus Ostafrika nach Norden aufgebrochen sind, waren sicher dunkelhäutiger. Im sonnenarmen Nordeuropa dürfte Hellhäutigkeit zur Vermeidung von Rachitis infolge Vitamin-D-Mangels eine Notwendigkeit gewesen sein. Der Mensch nimmt mit der Nahrung Vitamin D als Provitamin auf. Es wird in der Haut unter dem Einfluß von UV-Licht in Vitamin D umgewandelt. Ein Mangel an diesem Vitamin führt zu schweren Störungen der Knochenbildung. Veränderungen des weiblichen Beckens können eine Gebärfähigkeit zur Folge haben. Es gibt zwar noch kein klares genetisches Modell der Hautpigmentierung; das vorhandene Wissen fügt sich aber zu einer plausiblen Hypothese.

Die Richtung der Evolution folgt den Anforderungen der Lebensbedingungen. Zur Beantwortung der Frage, ob Pränataldiagnostik und Reproduktionsmedizin Einfluß auf die genetische Natur des Menschen nehmen, müssen die Mechanismen der Vererbung rekapituliert werden.

2. Mechanismen der Vererbung und Selektion beim Menschen

2.1 Monogen erbliche Krankheiten

Wenn sich eine DNA-Veränderung (Mutation) phänotypisch eindeutig niederschlägt, dann handelt es sich um eine monogene (Mendelsche) Vererbung. Reicht die Veränderung auf einem

der beiden homologen Chromosomen zur Manifestation aus, dann spricht man von einem dominanten Erbgang. Es handelt sich um rezessive Vererbung, wenn zur Manifestation beide homologen Orte eines Chromosomenpaares eine Mutation tragen müssen. Bei autosomal dominant erblichen Mutationen wirkt die Selektion direkt auf die Mutationsträger, die ja eine phänotypische Ausprägung zeigen. Wenn eine dominante Mutation eine Krankheit bedingt, die frühzeitig im Leben auftritt, wird sie in der Regel nicht weitervererbt, da die Mutationsträger nicht fortpflanzungsfähig sind. Solche schwerwiegenden dominanten Mutationen tauchen in der Bevölkerung deshalb normalerweise nur als sogenannte Neumutationen auf, die bei den Betroffenen neu entstanden sind und nicht von den Eltern geerbt wurden. Dominant erbliche Merkmale, die in Familien vererbt werden, führen in der Mehrzahl zu phänotypischen Ausprägungen, die nur mäßig vom Durchschnitt abweichen, oder zu solchen, die sich erst im Verlauf des Lebens, insbesondere nach Abschluß der Fortpflanzungsphase, manifestieren.

Bei autosomal rezessiv erblichen Krankheiten liegt der allergrößte Teil der ursächlichen mutierten Allele im Genpool in heterozygoter Form vor. Heterozygote Mutationsträger sind völlig gesund, daher wirkt auf rezessive Mutationen die Selektion in der Regel nur auf und über die kranken homozygoten Mutationsträger. Diese sind im Vergleich mit den heterozygoten Trägern sehr viel seltener. Dementsprechend können auch Mutationen, die zu einer schweren Krankheit führen, in der Bevölkerung eine relative große Häufigkeit aufweisen. Die Verteilung nach Homozygotie und Heterozygotie ergibt sich aus dem Hardy-Weinberg-Gesetz. Wenn eine autosomal rezessiv erbliche Krankheit unter Neugeborenen eine Häufigkeit von 1 : 10000 hat, dann beträgt die Heterozygotenhäufigkeit 1 : 50. Das Verhältnis der Heterozygoten zu Homozygoten beträgt 200 : 1. Die Selektion gegen autosomal rezessiv wirkende Allele verläuft daher viel langsamer als bei Allelen mit dominanter Genwirkung.

2.2 Krankheiten infolge chromosomaler Imbalancen

Genetische Krankheiten können nicht nur durch Veränderung einer einzelnen DNA-Sequenz entstehen, sondern auch durch zahlenmäßige Veränderung von ganzen Chromosomen oder eines Teils eines Chromosoms. Die Chromosomen enthalten jeweils eine große Anzahl von Genen. Jeder Verlust oder Zugewinn an chromosomalem Material betrifft zahlreiche Gene und ist daher meist mit Entwicklungsstörungen verbunden. Es gibt allerdings sogenannte balancierte Chromosomenaberrationen, bei denen chromosomales Material ohne Verlust oder Zugewinn z. B. zwischen zwei Chromosomen umgelagert ist. Die Träger einer balancierten Aberration sind gesund, können jedoch Kinder mit unbalanciertem Chromosomensatz haben, die in der Regel schwer krank sind. Mit Hilfe molekularzytogenetischer Methoden kann man heute auch chromosomale Veränderungen, z. B. Mikrodeletionen, nachweisen, die mit der konventionellen Chromosomenuntersuchung nicht erkennbar sind. Eine balancierte Chromosomenaberration verschwindet in wenigen Generationen wieder aus dem Genpool, weil die Nachkommen mit unbalanciertem Chromosomensatz so schwer krank sind, daß sie keine Kinder haben. Formalgenetisch kann man eine balancierte Chromosomenaberration wie ein dominant erbliches Merkmal betrachten.

2.3 Multifaktorielle Krankheiten

Multifaktorielle Krankheiten entstehen durch das Zusammenwirken mehrerer bis vieler verschiedener Faktoren, von denen ein Teil erblich und der andere Teil umweltbedingt ist. Während monogene und durch chromosomale Imbalancen bedingte Krankheiten selten sind, können multifaktorielle Krankheiten sehr häufig sein, wie z. B. Bluthochdruck und allergische Krankheiten. Die genetische Steuerung von Merkmalen, deren Ausprägung einer multifaktoriellen Vererbung unterliegt, ist beim Menschen allenfalls modellhaft verstanden. Erst mit Hilfe einer aufwendigen genetisch-epidemiologischen Forschung wird man insbesondere die multifaktoriell erblichen Krankheiten verstehen. Bei multifaktoriellen genetischen Mechanismen muß ein Individuum an mehreren Genorten dispositionsfördernde Allele tragen. Zusätzlich müssen zur phänotypischen Manifestation geeignete exogene Einflüsse dazukommen. Die Evolutionsmechanismen multifaktoriell determinierter Merkmale sind außerordentlich kompliziert.

3. Pränatale Diagnostik

Die vorgeburtliche Diagnostik dient der Erkennung von Störungen und Krankheiten beim Embryo oder Foeten. Nur wenige der pränatal erkennbaren Krankheiten sind auch pränatal behandelbar. Bei manchen angeborenen Fehlbildungen, z. B. Herzfehlern, kann man vorgeburtlich die Operabilität beurteilen. Wenn eine pränatale Untersuchung einen unauffälligen Befund ergeben hat, dann hat dies für die Schwangere verständlicherweise eine außerordentlich beruhigende Wirkung. Die Sorge vor einem kranken Kind ist der Grund für die große Akzeptanz der pränatalen Diagnostik.

3.1 Methoden

Die pränatale Ultraschalluntersuchung des Embryos bzw. Foeten ist eine routinemäßig angewandte nicht-invasive Methode, überwiegend als Suchverfahren eingesetzt. In Deutschland sind in der Schwangerschaft drei Ultraschalluntersuchungen im Rahmen der Vorsorge vorgeschrieben. Mit Hilfe des sogenannten Ersttrimester-Screenings lassen sich in der 11. bis 12. Schwangerschaftswoche Hinweise auf Chromosomenstörungen des Foeten finden, die eine Indikation für eine invasive pränatale Untersuchung sein können.

Invasive pränatale Untersuchungen sind die Chorionzottenbiopsie, die in der 11. Schwangerschaftswoche durchgeführt wird, und die Amniozentese in der 15. bis 17. Schwangerschaftswoche. Ab der 19. Schwangerschaftswoche kann durch Nabelschnurpunktion Fetalblut gewonnen werden. Alle invasiven Untersuchungen sind mit einem gewissen eingriffsbedingten Fehlgeburtsrisiko behaftet.

Seit 1990 gibt es das Verfahren der Präimplantationsdiagnostik (PID), die in Deutschland jedoch durch das Embryonenschutzgesetz verboten ist. Die Präimplantationsdiagnostik erfordert eine extrakorporale Befruchtung. Sie soll Paaren, die bekanntermaßen ein erhöhtes Risiko für die Geburt eines Kindes mit einer genetischen Krankheit haben, zu Kindern verhelfen, die die befürchtete Krankheit nicht haben. Nach einer *In-vitro*-Fertilisation wird der Embryo im Vierzellstadium auf die betreffende Mutation untersucht; es werden sodann nur die Embryonen transferiert, die von der Mutation frei sind. Die übrigen Embryonen werden »verworfen«.

3.2 Indikationen und Konsequenzen

Der mit Abstand häufigste Grund für die Durchführung einer invasiven pränatalen Diagnostik ist ein erhöhtes Alter der Frau. Mit zunehmendem mütterlichem Alter treten numerische Chromosomenstörungen häufiger auf, z. B. die Trisomie 21, die mit dem Down-Syndrom verbunden ist. Hierbei handelt es sich immer um Neumutationen. Männer mit Down-Syndrom sind nicht fortpflanzungsfähig, und Frauen bekommen nur sehr selten eigene Kinder, so daß dieser Aspekt für unser Thema nicht relevant ist.

Mit Hilfe der pränatalen Diagnostik können monogen erbliche Krankheiten erkannt werden, wenn auf Grund des Familienbefundes oder einer zuvor durchgeführten genetischen Untersuchung (z. B. in Sardinien Reihenuntersuchung auf Heterozygotie für Thalassämie) ein erhöhtes Risiko erkennbar und die ursächliche Mutation bekannt ist. Heute ist für etwa 1700 monogen erbliche Krankheiten die molekulare Grundlage bekannt, so daß bei ihnen grundsätzlich eine pränatale Diagnostik möglich wäre. Viele dieser Krankheiten sind jedoch selten. Bei entsprechender Aufklärung und genetischer Beratung wird eine pränatale Diagnostik nur durchgeführt, wenn die befürchtete Krankheit schwer ist und sich früh manifestieren würde. Bei pränatalem Nachweis einer derartigen Krankheit beantragt die Schwangere in den meisten Fällen den Abbruch der Schwangerschaft. Für die Entscheidung relevant ist der Phänotyp, nicht der Genotyp des Kindes. Wenn bei einer pränatalen Untersuchung für eine autosomal rezessiv erbliche Krankheit eine Heterozygotie nachgewiesen worden ist, wird die Schwangerschaft nicht abgebrochen.

3.3 Inanspruchnahme

Die pränatale Diagnostik ist in den entwickelten Ländern in den letzten drei Jahrzehnten zu einem Routineverfahren geworden. In Deutschland sind 10 % aller Neugeborenen zuvor einer pränatalen Diagnostik unterworfen gewesen (*Nationaler Ethikrat* 2003). Wegen des eingriffsbedingten Fehlgeburtsrisikos wird die Anzahl invasiver pränataler Untersuchungen vermutlich in Zukunft eher zurückgehen, da z. B. das nichtinvasive Ultraschall-Screening zur Erkennung eines Risikos für Chromosomenstörungen immer besser wird.

Im Hinblick auf dominant erbliche Krankheiten wird eine pränatale Diagnostik auch heute nur relativ selten gewünscht. Hierfür lassen sich mehrere Gründe anführen: Viele dominant erbliche Krankheiten sind eher leicht oder manifestieren sich erst in der zweiten Lebenshälfte, z. B. verschiedene neurodegenerative Krankheiten (Huntingtonsche Krankheit, spinocerebelläre Ataxien) oder erbliche Tumorkrankheiten (erblicher Brustkrebs, erblicher Darmkrebs). Letztere sind auch nicht vollkommen penetrant, außerdem gibt es effektive Früherkennungs- und Behandlungsmöglichkeiten. Es könnte jedoch auch noch ein psychologisches Moment dazukommen. Da auf Grund des Erbganges ein Elternteil selbst betroffen ist, wird die Krankheit eher für »zumutbar« gehalten.

Die meisten monogen erblichen Krankheiten, für die eine pränatale Diagnostik gewünscht wird, sind autosomal oder X-chromosomal rezessiv erblich. Die betreffenden Krankheiten sind meist sehr schwer, zum Teil mit einem Überleben gar nicht vereinbar. Die Möglichkeiten zur pränatalen Diagnostik dieser Krankheiten werden zunehmen, da in immer mehr Fällen die molekularen Grundlagen aufgeklärt werden. Es ist möglich, daß unter bestimmten Bedingungen in Deutschland auch die Präimplantationsdiagnostik zugelassen werden wird.

4. Assistierte Reproduktion

Hier wird nur auf die Methoden der assistierten Reproduktion eingegangen, die eine genetische Selektion möglich machen. Mit der Geburt von Louise BROWN 1978 ist die *In-vitro*-Fertilisation als Methode der extrakorporalen Fertilisation eingeführt worden.

4.1 Methoden und Indikationen

Bei der *In-vitro*-Fertilisation wird eine der Frau entnommene Eizelle durch Zusammenbringen mit Spermien extrakorporal befruchtet und nach einer Kultivierung am zweiten bis dritten Tag in den Uterus transferiert. Die Befruchtung kann auch durch intrazytoplasmatische Injektion eines Spermiums herbeigeführt werden. Die Indikation für die *In-vitro*-Fertilisation ist die Unfruchtbarkeit der Frau, insbesondere die Nichtdurchgängigkeit der Eileiter. Die intrazytoplasmatische Injektion von Spermien wird durchgeführt, wenn die Spermien auf Grund mangelnder Beweglichkeit nicht befruchtungsfähig sind. Bei beiden Verfahren kann vor dem Transfer in den Uterus eine genetische Diagnostik, die sogenannte Präimplantationsdiagnostik (PID), durchgeführt werden.

Die *In-vitro*-Fertilisation bietet damit die Möglichkeit zur selektiven Herbeiführung von Schwangerschaften mit einer bestimmten genetischen Ausstattung.

4.2 Inanspruchnahme

Weltweit wurden bisher über eine Million Menschen durch *In-vitro*-Fertilisation/intrazytoplasmatische Injektion von Spermien gezeugt. In Deutschland sind gegenwärtig mindestens 1% aller Neugeborenen durch *In-vitro*-Fertilisation/intrazytoplasmatische Injektion von Spermien entstanden (*Nationaler Ethikrat* 2003).

5. Populationsgenetische Effekte von pränataler Diagnostik und assistierter Reproduktion

Die Entscheidung für eine pränatale Diagnostik oder eine extrakorporale Befruchtung wird von einer Frau bzw. einem Paar getroffen. In Abhängigkeit von der Indikation kann damit – wenn auch ungewollt – Einfluß auf den Genpool genommen werden. Dieses Problem soll anhand der verschiedenen Mechanismen der Vererbung untersucht werden.

5.1 Chromosomenaberrationen und chromosomale Mikrodeletionen

Unfruchtbarkeit kann auf Chromosomenstörungen zurückzuführen sein. 5–7 % der Männer mit Subfertilität haben eine Chromosomenstörung (ENGEL et al. 1996). Um die Geburt eines Kindes mit einer unbalancierten Chromosomenstörung zu verhindern, die mit schweren Behinderungen verbunden ist, kommt – wenn der Mann überhaupt zeugungsfähig ist – eine pränatale Diagnostik in Betracht. Bei Nachweis eines unbalancierten Chromosomenstatus wird eventuell ein Abort eingeleitet.

Eine Besonderheit stellen Y-chromosomale Mikrodeletionen dar (Abb. 1). Auf dem Y-Chromosom sind drei Genorte für Azoospermiefaktoren (AZF) lokalisiert. Mikrodeletionen, die diese Azoospermiefaktoren betreffen, kommen mit einer Häufigkeit von 1 : 5000 in der Allgemeinbevölkerung vor und führen zur Unfruchtbarkeit der betroffenen Männer. 5–10 % der Männer mit Azoospermie und 2–5 % der Männer mit schwerer Oligospermie weisen eine Mikrodeletion dieser chromosomalen Region auf (NIESCHLAG und BEHRE 2000). Da diese Männer ganz oder weitgehend unfruchtbar sind, handelt es sich immer um Neumutationen. Mit Hilfe von ICSI läßt sich die Unfruchtbarkeit jedoch überwinden. Alle mit intrazytoplasmatischer Injektion von Spermien gezeugten Söhne eines betroffenen Mannes erben das Y-Chromosom mit der Mikrodeletion und damit die Unfruchtbarkeit des Vaters. Welchen populationsgenetischen Effekt kann man durch die intrazytoplasmatische Injektion von Spermien bei Männern mit der Y-Mikrodeletion erwarten?

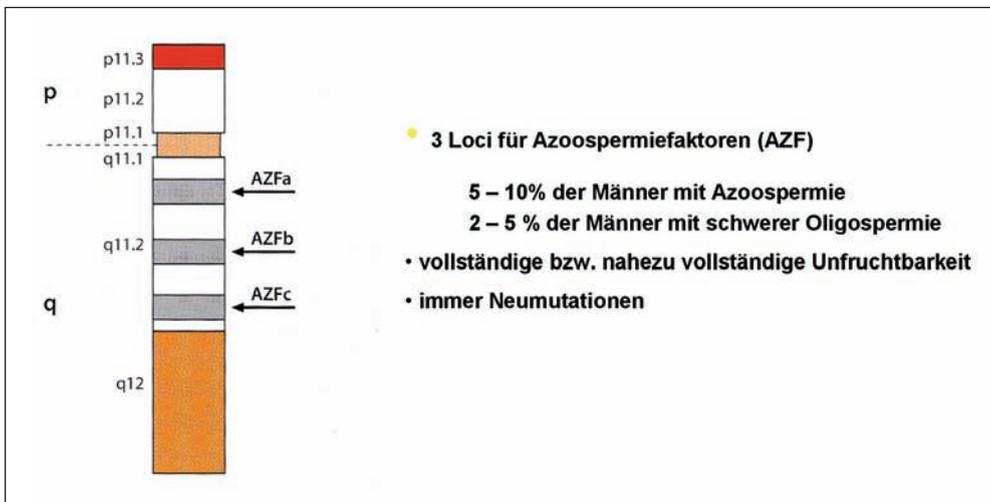


Abb. 1 Y-chromosomale Mikrodeletionen

Wenn alle Männer mit einer Y-chromosomalen Mikrodeletion eine intrazytoplasmatische Injektion von Spermien in Anspruch nähmen und im Durchschnitt die gleiche Anzahl von Kindern hätten wie andere Männer, würde es in der Bevölkerung zu einer linearen Zunahme der Häufigkeit der Mikrodeletion kommen (Abb. 2). Bereits nach einer Generation hätte sich die Häufigkeit der Y-chromosomalen Mikrodeletion verdoppelt. Nach 10 Generationen – also nach etwa 300 Jahren – würde die Häufigkeit der Mikrodeletion und der dadurch bedingten Unfruchtbarkeit von 1 : 5000 auf 11 : 5000, also auf das 11-fache, angestiegen sein. Man könnte diese Zunahme verhindern, indem diese Männer z. B. nur Töchter bekommen. Dies würde jedoch zusätzlich eine Präimplantationsdiagnostik (PID) erfordern, was von manchen als problematisch angesehen werden könnte. Wenn nur 50 % der betroffenen Männer eine ICSI durchführen ließen, käme es nach etwa fünf Generationen zu einer Verdoppelung der Häufigkeit der Azoospermiefaktoren-Deletionen in der Allgemeinbevölkerung. Nehmen nur 10 % der betroffenen Männer eine intrazytoplasmatische Injektion von Spermien in Anspruch, dann ist die Zunahme deutlich geringer. Gegenwärtig dürfte die Inanspruchnahme von intrazytoplasmatischer Injektion von Spermien durch diese Männer im niedrigen Prozentbereich liegen.

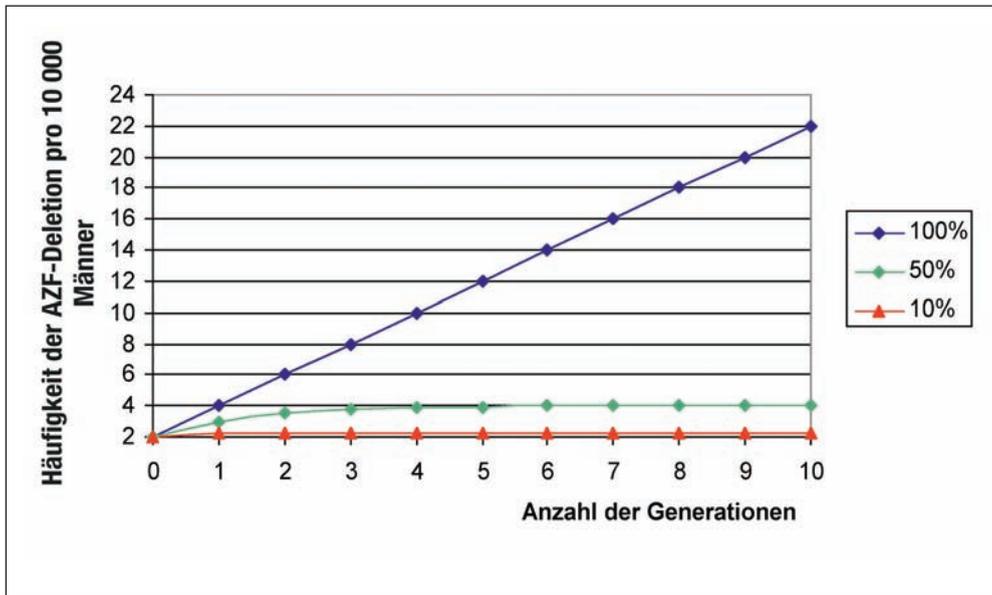


Abb. 2 Zunahme der AZF-Deletion in Abhängigkeit von der Inanspruchnahme von ICSI

5.2 Autosomal dominante Vererbung

Bei Krankheiten mit autosomal dominantem Erbgang (Abb. 3) wird gegenwärtig nur selten die Durchführung einer pränatalen Diagnostik gewünscht. Im Ausland ist zur Vermeidung eines Wiederholungsrisikos bei einigen dominant erblichen Krankheiten auch Präimplantationsdiagnostik (PID) in Anspruch genommen worden. In beiden Fällen kommt es durch Selektion gegen die krankheitsrelevanten Mutationen zu deren Abnahme in der Allgemeinbevölkerung. Zur Abschätzung der quantitativen Bedeutung muß man eine Annahme über die Inanspruchnahme machen. Nimmt man an, daß 5 % der Personen, die eine für die Huntingtonsche Krankheit verantwortliche Mutation tragen, eine pränatale Diagnostik in Anspruch nehmen, dann vermindert sich die Häufigkeit der Huntingtonschen Krankheit nach 10 Generationen von 10 : 100000 auf 6 : 100000 (Abb. 4). Der Effekt ist also relativ gering.

5.3 Autosomal rezessive Vererbung

Autosomal rezessive Krankheiten werden manifest, wenn beide homologen Gene eine Mutation tragen. Handelt es sich um die gleiche Mutation, dann spricht man von Homozygotie; liegen verschiedene Mutationen vor, dann wird der Zustand als *Compound*-Heterozygotie bezeichnet. Einem Elternpaar wird typischerweise erst durch die Geburt eines Kindes, das von einer rezessiven Krankheit betroffen ist, bekannt, daß beide Partner heterozygot sind. Für Geschwister des Kindes beträgt das Wiederholungsrisiko ein Viertel. Bei einer schweren rezessiv erblichen Krankheit wird dann nicht selten die Durchführung einer pränatalen Diagnostik gewünscht.

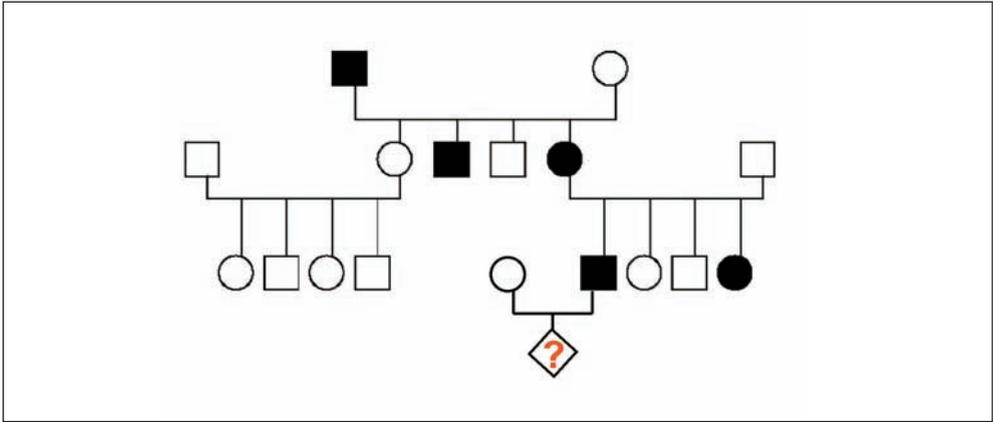


Abb. 3 Stammbaum einer autosomal-dominant erblichen Krankheit (Beispiel: Pränataldiagnostik bei Huntington-scher Chorea)

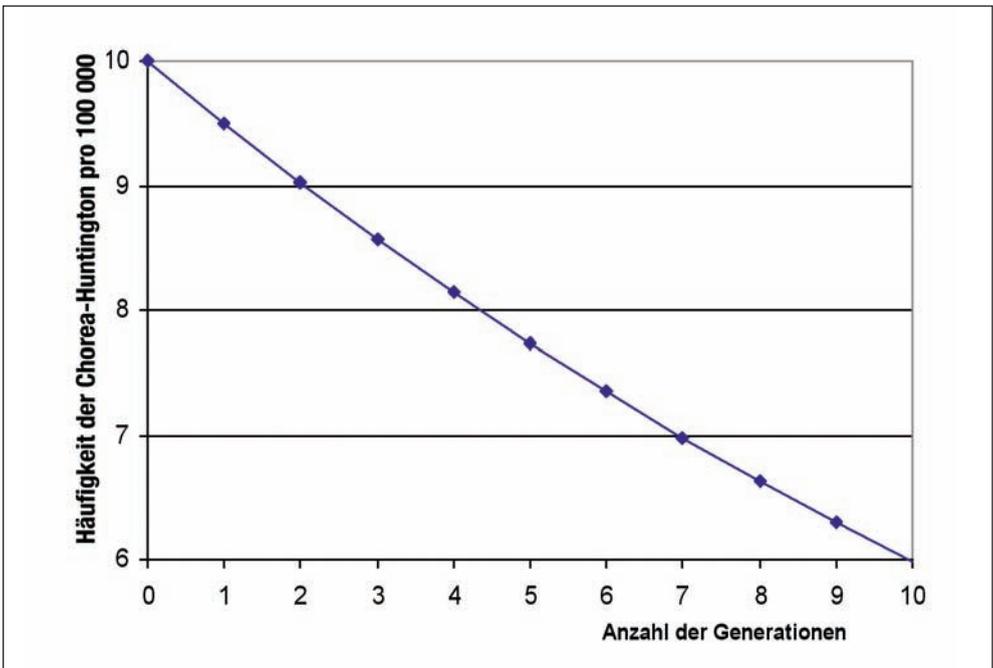


Abb. 4 Abnahme der Chorea Huntington in der Bevölkerung unter der Annahme, daß 5 % der Betroffenen eine pränatale Diagnostik in Anspruch nehmen

In manchen Ländern, in denen eine bestimmte autosomal rezessiv erbliche Krankheit auf Grund der hohen Frequenz krankheitsrelevanter Mutationen häufig ist, werden Reihenuntersuchungen auf Heterozygotie für diese Mutationen angeboten und auch in großem Umfang durchgeführt. Beispiele sind Mutationen, die zu β -Thalassämie führen, in Zypern und Sardinien, und die Tay-Sachs-Krankheit in Israel. Wenn bei einem jungen Menschen eine Mutation identifiziert wird, sollte dessen Partner untersucht werden. Wenn auch dieser Mutationsträger ist, dann wird eine pränatale Diagnostik oder eine Präimplantationsdiagnostik angeboten. Auf diese Weise kann bereits die Geburt des ersten betroffenen Kindes eines Elternpaares verhindert werden. Zur Erkennung der Heterozygotie beider Partner muß nicht erst ein krankes Kind geboren werden.

Die Zystische Fibrose (CF) ist insofern ein instruktives Beispiel, weil es bei ihr entgegengesetzte populationsgenetische Effekte geben kann. Die Zystische Fibrose hat in Mitteleuropa eine Häufigkeit von 1 : 2500 in der Allgemeinbevölkerung. Dies ist etwa die gleiche Häufigkeit, wie sie die Tay-Sachs-Krankheit in Israel hat. Nach dem Hardy-Weinberg-Gesetz läßt sich daraus ableiten, daß die Frequenz krankheitsrelevanter Allele in der Bevölkerung 1 : 50 beträgt, da jeder Mensch zwei Allele besitzt, bedeutet dies, daß jede 25. Person Träger einer CF-Mutation ist. Allerdings gibt es im Vergleich mit der Tay-Sachs-Krankheit bei der Zystischen Fibrose eine sehr viel größere Anzahl von Mutationen. Dieser Umstand erschwert die molekulargenetische Diagnostik. Trotzdem könnte man sich eine Reihenuntersuchung auf Heterozygotie mindestens für die häufigeren CF-Mutationen vorstellen. Auf die ethischen Dimensionen dieser Überlegungen gehen wir an dieser Stelle nicht ein (vgl. *Wissenschaftlicher Beirat der Bundesärztekammer 1992*).

Wenn alle Paare, bei denen beide Partner jeweils heterozygot für eine CF-Mutation sind, durch Pränataldiagnostik die Geburt eines Kindes mit Zystischer Fibrose verhindern würden, dann führte dies zu einer allmählichen Abnahme der krankheitsrelevanten Mutationen in der Bevölkerung. Allerdings ist die Abnahme sehr langsam (Abb. 5). Die Frequenz der CF-Allele ginge innerhalb von 20 Generationen, d. h. in 600 Jahren, von 1 : 50 auf etwa 1 : 70 zurück. Dies hätte eine Abnahme der Krankheit von 1 : 2500 auf 1 : 5000 zur Folge, ein offensichtlich geringer Effekt.

Die Zystische Fibrose hat bei Männern fast immer eine Aplasie der Samenleiter zur Folge. Die Bildung der Samenzellen ist zwar intakt, sie können jedoch nicht zur Befruchtung gelangen. Mit Hilfe einer intrazytoplasmatischen Injektion von Spermien können die Männer jedoch auch Kinder zeugen. Populationsgenetisch betrachtet wird damit der Selektionsnachteil aufgehoben. Die Zunahme der CF-Mutationen in der Bevölkerung hängt von den Annahmen ab, die in die Berechnung eingehen (Abb. 6). Wenn alle von Zystischer Fibrose betroffenen Männer die intrazytoplasmatische Injektion von Spermien in Anspruch nehmen würden, dann wäre die Zunahme der CF-Mutationen in der Bevölkerung überlinear. Nach 20 Generationen würde die Frequenz der CF-Allele etwa 1 : 30 betragen. Die Häufigkeit der Kranken hätte von 1 : 2500 auf etwa 1 : 900 zugenommen. Die Annahme einer vollständigen Inanspruchnahme von der intrazytoplasmatischen Injektion von Spermien ist zweifellos unrealistisch. Bei Annahme geringerer Inanspruchnahme sind die populationsgenetischen Effekte entsprechend kleiner.

Am Beispiel der Zystischen Fibrose läßt sich demonstrieren, daß die moderne Reproduktionsmedizin bei ein und derselben Krankheit zu einander entgegengesetzten Einflüssen führen kann, deren populationsgenetische Effekte sich gegenseitig auslöschen können.

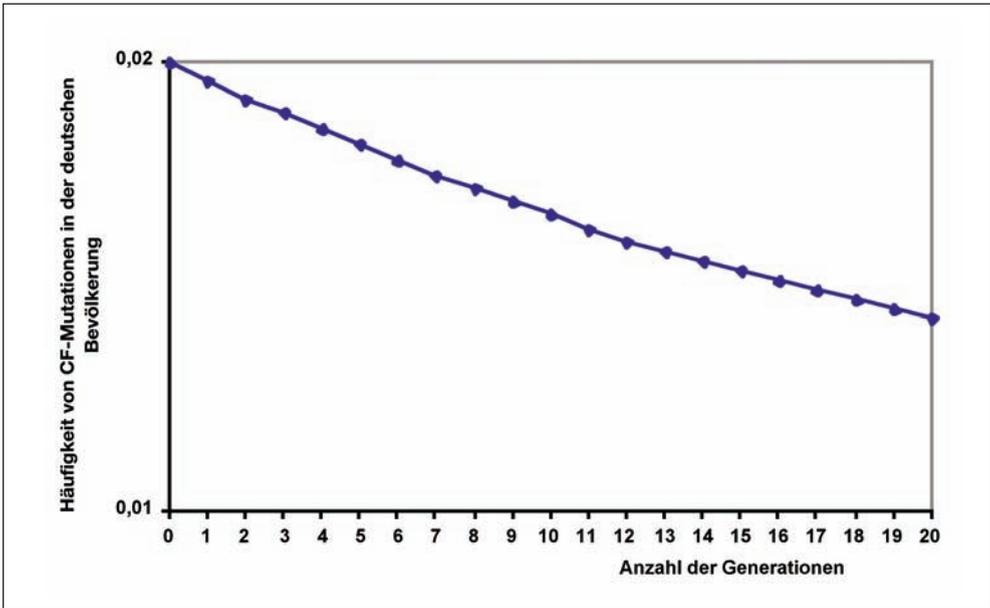


Abb. 5 Abnahme der CF-Mutationen unter der Annahme eines CF-Carrier-Screenings und anschließender pränataler Diagnostik bei Verbindungen von zwei Carriern

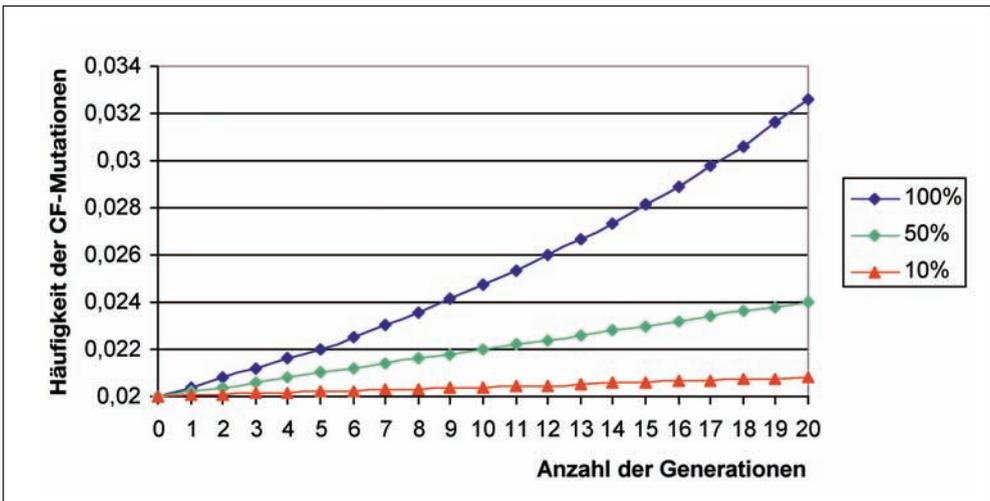


Abb. 6 Zunahme der CF-Mutationen in Abhängigkeit von der Inanspruchnahme von ICSI durch betroffene Männer

5.4 Multifaktorielle Vererbung

Chromosomenstörungen und monogen erbliche Krankheiten stellen Sonderfälle dar, da ein bestimmter Phänotyp monokausal zustande kommt. Nahezu alle normalen Merkmale und alle häufigen Krankheiten, für die es eine genetische Disposition gibt, unterliegen dagegen dem Prinzip der multifaktoriellen Vererbung. Nach der heute favorisierten Vorstellung hat jedes einzelne der wirksamen erblichen Dispositionsallele nur einen begrenzten Beitrag zum Phänotyp. Daher ist schon von vornherein klar, daß ein durch die Reproduktionsmedizin zu erwartender populationsgenetischer Effekt nur sehr begrenzt sein kann. Wir wollen aber anhand eines Beispiels eine Abschätzung versuchen.

Am Genort für Apolipoprotein E (ApoE) gibt es die drei Allele E2, E3 und E4. Das Allel E4 disponiert zur Alzheimerschen Krankheit. E4/E4-Homozygote haben im Vergleich zu Menschen, die kein E4 tragen, ein um den Faktor 10 bis 15 erhöhtes Risiko, die Alzheimerische Krankheit zu entwickeln. Die Durchführung einer pränatalen Diagnose oder einer Präimplantationsdiagnostik zur Reduktion des Risikos für die Alzheimerische Krankheit wäre wenig effektiv und wird auch nie gewünscht. Man könnte sich aber vorstellen, daß bei allen durch *In-vitro*-Fertilisation/intrazytoplasmatische Injektion von Spermien herbeigeführten Befruchtungen in den Paarkonstellationen, in denen beide Partner E4 tragen, noch zusätzlich eine Präimplantationsdiagnostik zum Ausschluß von E4/E4-Homozygoten durchgeführt wird.

In Europa beträgt die Allelfrequenz von ApoE4 etwa 15 %, in einigen afrikanischen Bevölkerungen 40 %. Nimmt man an, daß 1,5 % aller Schwangerschaften durch *In-vitro*-Fertilisation/intrazytoplasmatische Injektion von Spermien herbeigeführt und in jedem Fall die E4/E4-Homozygoten ausgeschlossen werden, dann wäre der populationsgenetische Effekt relativ gering. Nach etwa 10 Generationen wäre die ApoE4-Häufigkeit von 15 % auf 13 % oder von 40 % auf 35 % gesunken (Abb. 7). Macht man die (zumindest heute) unrealistische Annahme, daß 10 % aller Schwangerschaften durch *In-vitro*-Fertilisation/intrazytoplasmatische

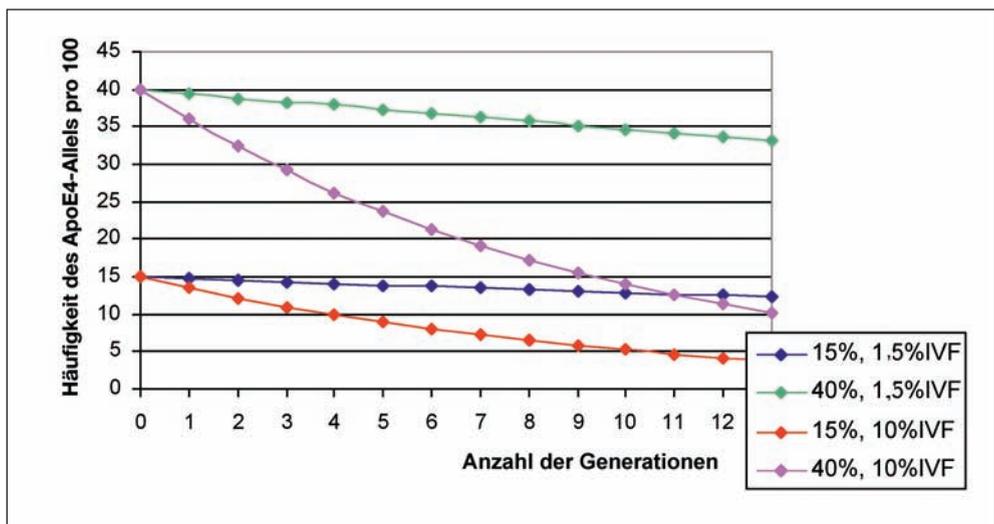


Abb. 7 Abnahme des ApoE4-Allels durch PID nach IVF/ICSI in Abhängigkeit von der Ausgangsfrequenz und der Inanspruchnahme von IVF/ICSI

Injektion von Spermien erzeugt und E4/E4-Homozygote immer ausgeschlossen werden, dann würde die Allelfrequenz von E4 innerhalb von 10 Generationen auf etwa ein Drittel der Ausgangsfrequenz sinken.

6. Folgerungen

Die Evolution des Menschen geht auch im Zeitalter der Zivilisation weiter, wenn auch in der Gegenwart kaum wahrnehmbar. Schon die Bildung von Paaren, die ja nicht zufällig erfolgt, und die damit eventuell zusammenhängende differentielle Fortpflanzung können langfristig einen Effekt auf die Zusammensetzung eines zukünftigen Genpools haben. Dies dürfte allerdings immer schon so gewesen sein. Da wir die daran beteiligten Gene und deren Wirkungen nicht kennen, wäre jede Vorhersage spekulativ.

Wenn mit Hilfe der Pränataldiagnostik die Geburt von Kindern mit schweren, früh manifesten und rezessiv erblichen Krankheiten verhindert wird, dann hat dies auf den Genpool keinen Effekt. Auch ohne Pränataldiagnostik wäre dieser Personenkreis ohne Nachkommen geblieben. Einige Beispiele zeigen jedoch, daß mit Hilfe reproduktionsmedizinischer und pränatalmedizinischer Methoden eine Beeinflussung des Genpools der Allgemeinbevölkerung prinzipiell möglich ist. Allerdings handelt es sich um sehr langsame Entwicklungen, wie auch schon von anderen Autoren gezeigt worden ist (ENGEL et al. 1996). Die Vorhersagen treten in dem dargestellten Umfang natürlich nur ein, wenn die angenommenen Bedingungen zutreffen. Anhand des Beispiels Zystische Fibrose haben wir gesehen, daß sich verschiedene Effekte entgegengesetzt auswirken können. Eine präzise Vorhersage ist schwer möglich, da man hierzu das Gewicht der Einzeleffekte einschätzen muß.

Unter den gezeigten Beispielen ist die Überwindung der Unfruchtbarkeitsbarriere bei Männern mit einer Azoospermiefaktoren-Deletion das einzige mit einer gewissen quantitativen Relevanz im Hinblick auf den populationsgenetischen Effekt. Bei intensiver Anwendung von intrazytoplasmatischer Injektion von Spermien würde es zu einer allmählichen Zunahme unfruchtbarer Männer in der Allgemeinbevölkerung kommen. Bei allen anderen genetischen Mechanismen sind die gegenwärtig überschaubaren populationsgenetischen Effekte quantitativ irrelevant.

Seit kurzem gibt es Hinweise darauf, daß bei Kindern, die durch *In-vitro*-Fertilisation/intrazytoplasmatische Injektion von Spermien gezeugt worden sind, sogenannte Imprinting-Defekte gehäuft vorkommen (COX et al. 2002, DEBAUN et al. 2003). Die Zusammenhänge sind noch nicht richtig klar, bedürfen aber dringend der Aufklärung. Bei Imprinting-Defekten handelt es sich um sogenannte epigenetische Effekte durch Besonderheiten der DNA-Methylierung, nicht um Mutationen. Auch wenn sich bestätigen sollte, daß *In-vitro*-Fertilisation/intrazytoplasmatische Injektion von Spermien tatsächlich mit erhöhten Risiken für Imprinting-Defekte verbunden ist, würde dies keinen Einfluß auf den Genpool der Allgemeinbevölkerung zur Folge haben.

Literatur

- COX, G. F., BURGER, J., LIP, V., MAU, U. A., SPERLING, K., WU, B. L., and HORSTHEMKE, B.: Intracytoplasmatic sperm injection may increase the risks of imprinting defects. *Amer. J. Hum. Genet.* 71, 162–164 (2002)
- DEBAUN, M. R., NIEMITZ, E. L., and FEINBERG, A. P.: Association of in vitro fertilization with Beckwith-Wiedemann syndrome and epigenetic alterations of LIT1 and H19. *Amer. J. Hum. Genet.* 72, 156–160 (2003)
- ENGEL, W., MURPHY, D., and SCHMID, M.: Are there genetic risks associated with microassisted reproduction? *Hum. Reproduction* 11, 2359–2370 (1996)
- LILIENTHAL, G.: *Der Lebensborn e. V. Ein Instrument nationalsozialistischer Rassenpolitik.* Stuttgart: Fischer 1985
- Nationaler Ethikrat* (Ed.): *Genetische Diagnostik vor und während der Schwangerschaft.* Berlin: 2003 (auch: www.ethikrat.org)
- NIESCHLAG, E., und BEHRE, H. M. (Eds.): *Andrologie. Grundlagen und Klinik der reproduktiven Gesundheit des Mannes.* Berlin, Heidelberg: Springer 2000
- VOGEL, F.: *Lehrbuch der allgemeinen Humangenetik.* Berlin: Springer 1961
- VOGEL, F., and MOTULSKY, A. G.: *Human Genetics. Problems and Approaches.* Berlin, Heidelberg: Springer 1997
- WEINGART, P., KROLL, J., und BAYERTZ, K.: *Rasse, Blut und Gene. Geschichte der Eugenik und Rassenhygiene in Deutschland.* Frankfurt (Main): Suhrkamp 1988
- Wissenschaftlicher Beirat der Bundesärztekammer* (Ed.): *Memorandum: Genetisches Screening.* *Dtsch. Ärztebl.* 89, A-2317–2325 (1992)

Prof. Dr. Peter PROPPING
Rheinische Friedrich-Wilhelms-Universität
Institut für Humangenetik
Universitätsklinikum Bonn
53111 Bonn
Bundesrepublik Deutschland
Tel.: +49 228 2872346/2347
Fax: +49 228 2872380
E-Mail: propping@uni-bonn.de

Diskussion IV

JOCKUSCH, H.: Herr PROPPING, Sie haben Modellrechnungen vorgestellt, z. B. deutliche Folgen von Azoospermiefaktoren. Kann man ermitteln, ob durch entsprechende Maßnahmen, die trotzdem eine Befruchtung erlauben, die Häufigkeit von männlicher Sterilität anwächst?

PROPPING: Bei dieser Deletion auf dem Y-Chromosom ist natürlich berücksichtigt worden, daß sich in jeder Generation eine neue Häufigkeit dieser Sterilitätsursache unter den Männern mit Sterilitätsproblemen ergibt. Man muß das Problem männliche Sterilität in seine Einzelursachen zerlegen. Pauschale Betrachtungen zum Thema männliche Sterilität helfen hier nicht weiter. Das habe ich mit diesen beiden Fällen Azoospermiefaktoren und Zystische Fibrose zu zeigen versucht.

JOCKUSCH, H.: Seit wann werden diese Verfahren zur intrazytoplasmatischen Injektion von Spermien in größerem Umfang eingesetzt?

PROPPING: Seit Anfang der neunziger Jahre.

JOCKUSCH, H.: Es sollte doch möglich sein, die durch dieses Verfahren gezeugten Männer nun zu untersuchen, ob sie eine größere Häufigkeit von Spermienanomalien aufweisen als die sonstige männliche Bevölkerung.

PROPPING: Das ist theoretisch richtig. Aus der allgemeinen medizinischen Erfahrung heraus muß ich Ihnen allerdings sagen, daß solche Untersuchungen in der Praxis nur schwer durchzuführen sind. Die Reproduktionsmediziner wissen heute nicht einmal genau, wie hoch der Anteil der Ehepaare oder Partnerschaften ist, die ungewollt kinderlos bleiben. Die Frage, warum Paare keine Kinder haben, läßt sich nur schwer angehen. Man kann da kaum unterscheiden, wer gewollt und wer ungewollt kinderlos ist. Eine Epidemiologie auf diesem Gebiet ist immer sehr unzuverlässig.

JOCKUSCH, H.: Man sollte dieser Frage einfach einmal nachgehen.

PROPPING: Das wäre sehr interessant. Den Arzt suchen jedoch nur jene auf, die mit der Kinderlosigkeit große Probleme haben.

HACKER: Herr PROPPING, Sie hatten gezeigt, daß 10 % der Foeten mit pränataler Diagnostik untersucht werden. Das erscheint zunächst doch eine beachtliche Anzahl. Dennoch ist nach Ihren Ausführungen die evolutionsbiologische Relevanz sehr gering. Für die Präimplantationsdiagnostik, die Sie auch in Ihre Betrachtungen einbezogen hatten, dürften die Anzahl der möglichen Fälle und die wahrscheinliche Relevanz noch viel geringer sein. Gibt es für die Präimplantationsdiagnostik, die in Deutschland nicht erlaubt ist, aus anderen Ländern aussagekräftige Zahlen?

PROPPING: Für Aussagen im populationsgenetischen Sinne gibt es keine Zahlen. Vor etwa zwei Jahren waren weltweit etwas mehr als 1000 Kinder nach Einsatz der Präimplantationsdia-

gnostik geboren worden, vor allem in Großbritannien, in den USA, in Holland und Frankreich. Das ist nur eine begrenzte Anzahl von Ländern. Es sind nur jene Fälle, die über Sammelstatistiken erfaßt worden sind. Es werden also wahrscheinlich einige mehr sein. Doch selbst wenn Sie annehmen, daß es doppelt so viele Fälle sind, bleibt es eine verschwindend kleine Anzahl.

HACKER: Gibt es da eine Tendenz?

PROPPING: Ein kleiner Teil der Paare, bei denen für die Erfüllung des Kinderwunsches Pränataldiagnostik in Betracht kommt, wünscht in diesen Ländern Präimplantationsdiagnostik. Das sind vor allem solche Fälle, bei denen eine definierte schwere genetische Krankheit vorliegt, deren genetische Ursache (Mutation) man kennt, so daß man genau weiß, wonach man suchen muß. Es gibt einen gewissen Präimplantationstourismus. Das betrifft vor allem deutsche Paare, die für entsprechende Untersuchungen nach Belgien oder Holland fahren, weil die Präimplantationsdiagnostik in Deutschland verboten ist. Von einem dieser Zentren in Belgien kenne ich die Zahlen: Ungefähr drei deutsche Paare pro Woche kommen dort zur Behandlung. Auf der Populationsebene bestehen aber nur sehr geringe Effekte.

SCHIEFENHÖVEL: Herr PROPPING, es gibt sehr viele Spontanaborte ungefähr 14 Tage nach der Empfängnis, die eher als Menstruation denn als Abort wahrgenommen werden. Sind das solche Chromosomenstörungen, wie Sie die erwähnt haben, oder handelt es sich dabei gewissermaßen um eine körpereigene Kontrolle auf *Qualität*?

PROPPING: Das ist richtig. Es hat nur evolutionsbiologisch keine Bedeutung. Man schätzt, daß über die Hälfte aller befruchteten Eizellen, der Zygoten, chromosomal unbalanciert sind und absterben. Die Ursache dafür liegt etwas häufiger in der Eizelle als in der Samenzelle, beträgt aber zusammengenommen über 50 %. Das sind unbalancierte Trisomien oder Monosomien, also numerische Chromosomenstörungen, etwa eine Trisomie oder Monosomie der Chromosomen 1, 2, 3 ... Auf diesen großen Chromosomen sitzen so viele Gene, die bereits in der frühesten Embryonalentwicklung eine Funktion haben, daß eine Unbalanciertheit mit einer Weiterentwicklung des Embryos nicht vereinbar ist. Weil in der frühen Embryonalentwicklung viele Gene angeschaltet und gebraucht werden, arbeitet der Zellmotor gewissermaßen auf Hochtouren. Es wird eine Fülle an genetischer Information benötigt. Daher sind die numerischen Störungen der großen Chromosomen frühembryonal in den meisten Fällen letal. Die Trisomie 21, deren Träger bis zur Geburt kommen, betrifft nicht zufällig das kleinste Chromosom. Es hat relativ wenige Gene. Dennoch ist die Rate der Foeten mit Trisomie 21 unter spontanen Fehlgeburten deutlich erhöht, u. a. auf Grund schwerer Herzfehler dieser Foeten. Warum diese numerischen Chromosomenstörungen so häufig sind, kann man sich leicht erklären. Der Zellkern ist mikroskopisch klein und mit dem normalen Auge gar nicht wahrnehmbar. Die 46 Chromosomen sind sehr dicht gepackt und müssen nun auseinandergezogen werden, damit dann je 23 in eine Ei- bzw. eine Samenzelle gelangen. Bei diesem komplizierten Prozeß auf engem Raum ist es leicht vorstellbar, daß einmal ein Chromosom zu wenig oder zu viel in eine der Keimzellen gelangt. Die Natur hat das Problem mit der fehlenden oder überflüssigen Information dann so gelöst, daß Unbalanciertheit nicht mit der Weiterentwicklung vereinbar ist. Den Genpool der nächsten Generation beeinflusst das aber nicht.

MICHAELIS: Herr PROPPING, Sie erwähnten das Protein ApoE4. Spielt das nur bei Alzheimer eine Rolle oder auch bei der Chorea Huntington? Wird das da auch gefunden?

PROPPING: Bei der Chorea Huntington gibt es ein spezielles Huntingtin-Gen, das für die Erkrankung verantwortlich ist. Ob ApoE4 die Ausprägung der Huntingtonschen Krankheit beeinflusst, ist meines Wissens bisher noch nicht untersucht worden. Denkbar wäre natürlich, daß bei homozygoten ApoE4-Trägern, die dazu noch das Huntingtin-Gen haben, der zur Demenz führende Prozeß noch früher einsetzt. Es ist mir allerdings nicht bekannt, daß man das untersucht hätte. Die Alzheimer-Krankheit gilt nicht als genetische Erkrankung im engeren Sinne.

JOCKUSCH, B.: Sie hatten erwähnt, daß bei dominant erblichen Krankheiten, wie etwa der Chorea Huntington, die pränatale Diagnostik erstaunlich wenig nachgefragt wird. Was ist die Ursache dafür?

PROPPING: Eine wesentliche Ursache ist sicher, daß die meisten dieser dominant erblichen Krankheiten, z. B. erbliche Tumorerkrankungen, wie erblicher Brustkrebs oder erblicher Darmkrebs, sich klinisch erst im Alter von 30 bis 60 Jahren zeigen. Diese Krankheiten, die sich erst im Laufe des Lebens manifestieren, werden von den Betroffenen meist nicht als so schwer wahrgenommen, daß eine Pränataluntersuchung gerechtfertigt erscheint. Es ist ein sehr großer Unterschied, ob ein Paar ein Kind bekommt, das schon zum Zeitpunkt der Geburt schwer krank ist bzw. wenige Jahre nach der Geburt schwer erkrankt, oder die Erkrankung sehr viel später im Leben des dann schon Erwachsenen eintreten wird.

Außerdem darf man ein psychologisches Moment nicht außer Acht lassen. Die meisten schweren angeborenen Leiden beruhen entweder auf Neumutationen oder sind rezessiv erblich. Handelt es sich um Neumutationen, dann treten sie überraschend und unvorhersehbar auf. Handelt es sich hingegen um rezessive Erkrankungen, z. B. Zystische Fibrose, dann erkrankt das homozygote Kind. Das ist für die Eltern eine neue Konstellation. Die Eltern sind ja heterozygot und völlig gesund. In der genetischen Beratung habe ich den Eindruck gewonnen, daß es für Eltern in dieser Situation wesentlich leichter ist, sich gewissermaßen von der Erkrankung zu distanzieren und um pränatale Diagnostik nachzusuchen, als bei dominanten Erkrankungen, bei denen ein Elternteil ja immer auch selbst betroffen ist. Ist ein Elternteil selbst betroffen, dann ist die entscheidende Frage: Möchte ich verhindern, daß jemand geboren wird, der so ist wie ich selbst? Die meisten Betroffenen haben gelernt, mit ihrer Krankheit umzugehen. Viele dieser Erkrankungen sind bei Einhaltung der Anweisungen der Schulmedizin relativ gut behandelbar. Das gilt beispielsweise für erbliche Formen von Brust- und Darmkrebs. Selbst die Zystenniere ist mit Dialyse bzw. Nierentransplantation behandelbar. Die Chorea Huntington ist aber leider noch immer unbehandelbar.

Die Distanzierung bzw. Nicht-Distanzierung spielt nach meiner Erfahrung eine wichtige Rolle. Allerdings beruht dies auf meinem Eindruck, denn das Problem wurde bisher nicht wissenschaftlich untersucht. Unser Institut betreut ein relativ großes Kollektiv von drei- bis viertausend Familien mit verschiedenen Formen von erblichem Darmkrebs. Wir diagnostizieren bei den Angehörigen die Erkrankung und sammeln dann entsprechende Daten. Nur ein einziges Mal sind wir um Pränataldiagnostik gebeten worden.

ZUR LIPPE: Die von Ihnen beschriebenen Maßnahmen dienen überwiegend der Verhinderung von zu erwartenden Anomalien. Es gibt aber das Stichwort »Designerkind«, wo es um Fä-

higkeiten und Leistungen, auch psychische Eigenschaften geht. Können Sie das noch einmal abgrenzen?

PROPPING: Die medizinische Genetik hat sich vor allem durch die Analyse von Störungen, also eigentlich Erkrankungen, entwickelt. Störungen sind wissenschaftlich leichter zu bearbeiten als »Normalität«. Besonders gut war das dann möglich, wenn es sich um monokausale Leiden handelte, die durch eine bestimmte Mutation oder eine Chromosomenstörung hervorgerufen wurden.

Im Unterschied zu diesen Störungen ist das, was man als günstig oder positiv empfindet, z. B. große körperliche Leistungsfähigkeit, besondere Vitalität, hohe Intelligenz oder anhaltende psychische Stabilität und Ausgeglichenheit, nicht monokausal bedingt. Das wird alles multifaktoriell geregelt, wahrscheinlich vielfach auf extrem komplizierte Weise im Wechselspiel der Genotyp-Umwelt-Interaktionen. Für den Humangenetiker sind wiederum noch am ehesten multifaktoriell erbliche Krankheiten zu bearbeiten, etwa Morbus Alzheimer, Hypertonie oder Diabetes. Die Analyse der »normalen Eigenschaften« ist jedoch wesentlich komplizierter.

Im Tierversuch, etwa mit Mäusen, ist das natürlich möglich. Man hat Mäuse gezüchtet, die bestimmte Verhaltenseigenschaften haben, oder Ratten – dumme oder intelligente Ratten usw. Das erforderte selektive Zucht über viele Generationen. Die dummen Ratten wurden immer mit dummen gekreuzt, die klugen immer erneut mit klugen. Doch wie sollte man das beim Menschen anstellen? Ein Paar müßte sehr viele Kinder haben. Das ist nicht machbar. Man könnte sich vorstellen, daß man eine Vielzahl befruchteter Eizellen erzeugt und *in vitro* durch Präimplantationsdiagnostik dann die geeigneten herausucht und in die Gebärmutter implantiert. Wenn man das für ein Gen mit zwei Allelen machen würde, gibt es beispielsweise unter den Zygoten drei Genotypen, unter denen man aussuchen könnte. Nun müßte man jedoch ein zweites, ein drittes, ein viertes usw. Gen hinzunehmen. Die Kombinatorik besagt, daß schon bald die Anzahl der Eizellen, die man testen müßte, um die gewünschte Kombination zu erhalten, sehr groß werden würde. Das wäre praktisch gar nicht durchführbar. So viele Eizellen lassen sich nicht gewinnen.

Außerdem müßten wir für einen gewünschten Phänotyp, etwa hohe Intelligenz, die verantwortlichen Gene kennen. Das ist aber in der Regel nicht der Fall. Szenarien vom »Designerkind« lassen sich praktisch gar nicht umsetzen.

WOBUS, A.: In diesem Zusammenhang wird auch die Epilepsie erwähnt. Sie selbst arbeiten über dieses Gebiet, und Ihre Ergebnisse sind von den Patientenverbänden kontrovers aufgenommen worden. Wie schätzen Sie dabei das Verhältnis Umweltanteil zu genetischer Komponente ein? Es gibt eine genetische Komponente, das haben Sie gezeigt. Aber wie hoch ist dazu die Umweltkomponente?

PROPPING: Hier gelten für die meisten multifaktoriell erblichen Krankheiten großemäßig ähnliche Verhältnisse. Man kann es am leichtesten an den Konkordanzraten ein- und zweieiiger Zwillinge veranschaulichen. Für die sogenannte idiopathische Epilepsie, bei der man keine somatische Ursache im Gehirn findet, liegt die Konkordanzrate für eineiige Zwillinge zwischen 60 und 70 %. Ist einer der eineiigen Zwillinge betroffen, so hat mit 60 bis 70 % auch der andere diese Erkrankung. Für zweieiige Zwillinge liegt die Konkordanzrate hingegen nur zwischen 10 und 15 %, also deutlich niedriger. Daraus kann man den erblichen Anteil, die so-

genannte Heritabilität, berechnen. Das ist ein Wert für die Population, natürlich aber nicht für die Einzelpersonen. Vergleichbare Werte ergeben sich für andere seelische Krankheiten. Für Schizophrenie liegt die Konkordanzrate für eineiige Zwillinge bei 50 %, bei zweieiigen Zwillingen bei 10 bis 15 %. Bei der manisch-depressiven Erkrankung liegt der genetische Anteil etwas höher: Die Konkordanzrate beträgt bei eineiigen Zwillingen etwa 60 %, bei zweieiigen Zwillingen zwischen 10 und 15 %. Man findet immer ähnliche genetische Gesetzmäßigkeiten, etwa auch bei Diabetes und Bluthochdruck. Das heißt, es bedarf offensichtlich einer deutlichen genetischen Disposition für die Krankheit, aber es muß auch noch irgendwelche exogenen Faktoren geben, die man meist noch gar nicht kennt, denn auch die eineiigen Zwillinge sind nie zu 100 % konkordant. Wenn man die genetischen Faktoren jedoch kennen würde, könnte man versuchen, die Umweltbedingungen so zu beeinflussen, daß die Krankheit sich gar nicht manifestiert. Die Tatsache, daß niemals 100%ige Konkordanz bei eineiigen Zwillingen gefunden wird, ist eine starke Hoffnung für die Therapie. Es sind offensichtlich nur kleine Veränderungen, die dazu führen, daß die Disposition zur Krankheit führt oder die Ausprägung eben unterbleibt.

SCHADE: Mich interessieren die Auswirkungen Ihrer Arbeit. Oder anders gesagt: Wie stark ist das Interesse von z. B. Versicherungswirtschaft oder der Politik an Ihren Untersuchungen?

PROPPING: Das ist ein großes Problem, das allgemein in Zusammenhang mit der Frage nach der genetischen Disponiertheit von Krankheiten steht. Man muß hier zunächst in Krankenversicherung und Lebensversicherung trennen. Zum Glück gibt es in Deutschland ein System der sozialen Krankenversicherung. In die AOK oder eine der Ersatzkassen muß jeder aufgenommen werden. Diese Versicherungen können ihre Klienten nicht nach Gesundheitskriterien auswählen. Bei den privaten Krankenversicherungen und insbesondere bei den Lebensversicherungen ist die Situation komplizierter. Letztlich ist das Problem noch nicht richtig gelöst. Die deutsche Versicherungswirtschaft hat bekanntlich vor zwei Jahren freiwillig ein Moratorium verabschiedet: Bis zum Jahr 2006 verlangen ihre Unternehmen vor der Aufnahme eines Klienten in Kranken- oder Lebensversicherung unterhalb einer bestimmten Versicherungssumme, bei Lebensversicherungen von 250000 €, keine genetischen Untersuchungen. Bei sehr hohen Lebensversicherungen geht man dem jedoch genauer nach, z. B. wird bereits jetzt auch ein HIV-Test durchgeführt. Die Versicherungen sind besorgt, daß Personen, die wissen, daß sie in absehbarer Zeit sterben müssen, besonders hohe Lebensversicherungsverträge abschließen wollen. Der »Schwarze Peter« liegt allerdings weniger bei den Unternehmen, sondern vielmehr bei der Solidargemeinschaft der Versicherten. Die möchte nämlich wenig Prämie bezahlen. Das Unternehmen steht nur für die Beitragszahler. Man kann das bei den Autoversicherungen sehen. Beamte zahlen dort bekanntlich geringere Beiträge als andere Bürger, weil sie offensichtlich vorsichtiger fahren. Solche unterschiedlichen Gewichtungen des Risikos gibt es also bereits. Es ist dort nur nicht so relevant wie im Bereich der Kranken- und Lebensversicherungen.

SCHADE: Meine Frage ging auch dahin, ob der Finanzdruck auf die Politik nicht so stark werden könnte, daß die Politiker auf die Idee kommen, da irgendwie einzugreifen und Kosten zu senken.

PROPPING: Die Versicherungswirtschaft ist mittlerweile ein globaler Markt. Deutschland hat die größten Rückversicherungsgesellschaften der Welt. Die machen den größten Teil ihres Geschäftes gar nicht in Deutschland, sondern im Ausland. In allen Ländern gibt es ganz unterschiedliche Regelungen. Das ist eine denkbar komplizierte Materie.



Fritz Schade »Krähenflug«, 2000, Eitempera auf Büttchen 75 cm × 50 cm.

Gorilla

Dir Silberrücken wills nicht glücken
Auf großem Fuß dich auszustrecken.
Dreh ich deinen Wald zu Krücken
Kannst du deinen Tisch nicht decken.

Auf einer Stufe, ungerufen
Teilst du mit mir fast alle Gene.
Trommelfell ist deine Brust
Und das Glashaus unsre Szene.

Spiegelaffe, Brillenschlange
Bin ich dir: Meister-, Monsterstück.
Dein Schneegebiß macht mir nicht bange.
Es tötet dich mein Silberblick.

Richard PIETRASS

Aus: Totentänze, 6. Folge der Edition des Leipziger Bibliophilenabends, Leipzig 2002

Professorin Dr. Sigrid Weigel

Geboren 1950, studierte Literaturwissenschaften an der Universität Hamburg (Promotion 1977) und habilitierte sich 1986 an der Universität Marburg. 1984–1990 Professorin am Literaturwissenschaftlichen Seminar der Universität Hamburg; 1990–1993 Vorstandsmitglied des Kulturwissenschaftlichen Instituts Essen; 1992–1998 Professorin am Deutschen Seminar der Universität Zürich. 1998–2000 Direktorin des Einstein Forums Potsdam. Seit 1999 Professorin am Literaturwissenschaftlichen Institut der TU Berlin und Direktorin des Zentrums für Literaturforschung Berlin.

Ausgewählte Publikationen: *Die Stimme der Medusa. Schreibweisen in der Gegenwartsliteratur von Frauen* (1987). *Topographien der Geschlechter. Kulturgeschichtliche Studien zur Literatur* (1990). *Bilder des kulturellen Gedächtnisses. Beiträge zur Gegenwartsliteratur* (1994). *Entstellte Ähnlichkeit. Walter Benjamins theoretische Schreibweise* (1997). *Ingeborg Bachmann. Hinterlassenschaften unter Wahrung des Briefgeheimnisses* (1999). *Literatur als Voraussetzung der Kulturgeschichte* (2004).

Jüngere (Mit-)Herausgaben: *Trauma. Zwischen Psychoanalyse und kulturellem Deutungsmuster* (1999); *Gershom Scholem. Literatur und Rhetorik* (2000); *Lesbarkeit der Kultur. Literaturwissenschaften zwischen Kulturtechnik und Ethnographie* (2000); *Genealogie und Genetik. Schnittstellen zwischen Biologie und Kulturgeschichte* (2002); *Zur Medien- und Kulturgeschichte der Stimme* (2002); *Der liebe Gott steckt im Detail'. Mikrostrukturen des Wissens* (2003).

Evolution der Kultur oder Kulturgeschichte der Evolutionstheorie – Epistemische Probleme am Schnittpunkt der zwei Kulturen

Sigrid WEIGEL (Berlin)

1. Vorbemerkung zum Dialog zwischen Natur- und Kulturwissenschaften

Um aus kulturwissenschaftlicher Perspektive in einem mehrheitlich naturwissenschaftlich besetzten Kontext die Evolution der Kultur zu diskutieren, bedarf es mehrfacher Vorbemerkungen. Die *Begriffe von Kultur*, die in dem genannten Kontext verwendet werden, bewegen sich durchweg diesseits des geistes- bzw. kulturwissenschaftlichen Kulturbegriffs. Die Erforschung der Kultur durch genuin geisteswissenschaftliche Betrachtungsweisen¹ setzt nämlich erst *jenseits von Universalien* ein, dort, wo es um Symbolsysteme und Artefakte, um sprachliche und bildliche Ausdrucksweisen und ihre Differenzen in unterschiedlichen historischen Konstellationen, um Medien, Aufschreibesysteme und Kulturtechniken und um Rituale und Gesetze geht, die von Menschen erdacht und hervorgebracht, von ihnen aufgezeichnet und überliefert, angeeignet und verändert werden. Somit unterscheiden sich die Gegenstände, die in den Geisteswissenschaften mit dem Begriff der Kultur gefaßt werden, radikal von den Phänomenen, die hier unter das Paradigma ›Evolution der Kultur‹ fallen. Während damit eine *gesetzmäßig* beschreibbare Entwicklung bestimmter Eigenschaften und Verhaltensweisen von Organismen, Lebewesen, Arten und molekularen oder sozialen Systemen gefaßt wird, beschäftigen sich die Geisteswissenschaften durchweg mit der durch die menschliche Kultur hergestellten Ordnung der Dinge. Die Kultur ist dabei nicht nur Gegenstand, sondern zugleich auch Medium der (Be-)Deutung und Erkenntnis selbst. Eine Applikation der Evolutionstheorie auf Artefakte und Symbolsysteme wirft aber die grundsätzliche Frage auf, ob auch in ihrer Geschichte Strukturen beschreibbar sind, die eine zu den Naturgesetzen analoge Gesetzmäßigkeit aufweisen.

Eine weitere Differenz betrifft die historische Perspektivierung, die kulturwissenschaftlichen Forschungen eigen ist. Diese Differenz berührt weniger die Gegenstände der Forschung, denn die Geschichte der Natur gehört ja durchaus in den Bereich naturwissenschaftlicher Erkenntnisse, auch wenn die *Naturgeschichte* im *naturwissenschaftlichen* Zeitalter durch andere, z. B. genealogische, evolutionäre oder gentechnische Erklärungen der Veränderungen in der Natur abgelöst worden ist. Während aber die Geschichte der je eigenen Dis-

1 Das sind deutende bzw. kulturelle Bedeutungssysteme analysierende Methoden, die sich vor allem von empirischen Methoden unterscheiden. Meines Erachtens verläuft die Grenzlinie der gravierendsten epistemischen und methodischen Unterschiede zwischen den »zwei Kulturen« heute nicht mehr zwischen Geistes- und Naturwissenschaften oder zwischen Verstehen und Erklären (DILTHEY), sondern zwischen analytischen und empirischen Methoden, wobei letztere auch in vielen, aus der geisteswissenschaftlichen Fakultät stammenden Fächern wie z. B. Linguistik und Psychologie praktiziert werden.

ziplin, ihrer Gegenstandsbestimmungen, Begriffe und Methoden durchweg nicht in das Curriculum naturwissenschaftlicher Fächer gehört,² fällt nicht nur die Geschichte der eigenen Theoreme in den Bereich der Geisteswissenschaften. Vielmehr schließt deren Erforschung historischer, medialer und epistemischer Voraussetzungen kultureller Phänomene auch jene Begriffe und Verfahren ein, jene Sprachen und Bilder, mit denen die Natur erklärt wurde und wird. Denn eine geisteswissenschaftliche Erforschung der Kultur zielt nicht zuletzt auch auf die Art und Weise, wie Wissen hergestellt und tradiert wird, inklusive wissenschaftlicher Erklärungen und Modelle. Insofern zählt die Geschichte jener Begriffe und Denkweisen, die den naturwissenschaftlichen Theoremen vorausgehen und ihnen zugrunde liegen, zum Gegenstand kulturwissenschaftlicher Forschung. Im Kontext des Tagungsthemas bedeutet das, daß die Untersuchungsanordnung – durch eine gleichsam umgekehrte Fragerichtung – modifiziert werden muß: Dabei wird die Frage nach der Evolution der Kultur durch die Frage nach der Kulturgeschichte evolutionärer Theorien und Diskurse erweitert. Das Erkenntnisinteresse einer solchen kulturgeschichtlich ausgerichteten Forschung besteht nicht in der Beschäftigung mit einer abgeschlossenen oder gar erledigten Geschichte, sondern es gilt dem *historischen Index* und den *sprachlichen Bedingungen* von Konzepten, die sich in der heutigen Umgangsweise mit Evolutionstheorien durchgesetzt haben oder in ihnen fortwirken.

Da viele Erfahrungen interdisziplinärer Gespräche lehren, wie ungewohnt – oft auch unbeliebt – eine kultur- und diskursgeschichtliche Befragung wissenschaftlicher Konzepte und Darstellungen unter vielen Naturwissenschaftlern ist, möchte ich deren Sinn durch ein kleines *Gedankenexperiment* plausibel machen: Wenn wir uns etwa eine Tagung in der Reihe der »Gaterslebener Begegnungen« vorstellen, die in hundert Jahren stattfinden wird, dann ist anzunehmen, daß die dort versammelten Forscher der Verwendung der Begriffe Information, Programm und Code in den gegenwärtigen Biowissenschaften mit ebensolcher Distanz begegnen werden, mit der man heute die Idee von einer Vererbung erworbener Eigenschaften behandelt.³ Ein solches Gedankenexperiment⁴ kann dazu beitragen, die oft selbstverständliche Annahme zu desillusionieren, daß der gegenwärtige Stand des Wissens den einzig möglichen Weg zu einem vollständigen und vollkommenen Wissen darstellt. Im fiktiven Rückblick auf die heutigen Paradigmen werden deren Begriffe vielmehr als Metaphern lesbar, die eine Möglichkeit für die Wissenschaft darstellen, mit der »Vorläufigkeit ihrer Resultate«⁵ produktiv umzugehen. Die Rhetorik, Metaphorik und Ikonographie der Wissenschaften stellen einen Schauplatz dar, auf dem neue Erkenntnisse in tradierte Modelle eingetragen oder neue Wege für ungelöste Fragen formuliert werden, auf dem somit die Verhandlungen über die Naturgesetze und konkurrierende Theoreme sichtbar werden und untersucht werden können.⁶

Kommen mit einer solchen kulturgeschichtlichen Betrachtungsweise nicht nur die Folgen, sondern auch die Grundlagen und Voraussetzungen, d. h. die Möglichkeitsbedingungen (KANT) bestimmter Konzepte in den Blick, so ergibt sich daraus auch eine Alternative zum

2 Die Medizingeschichte, die zum Curriculum der Medizin gehört, bildet hier, zumindest in Deutschland, eine Ausnahme.

3 Auch wenn diese in modifizierter Form, nämlich als Erforschung der Auswirkungen einer bestimmten Lebenshaltung für die genetische Disposition der Nachkommen und der Entwicklung eines Organismus aus der genetischen Anlage/ einer spezifischen Chromosomenkombination, in jüngster Zeit unter dem Stichwort der Epigenesis wieder attraktiv geworden zu sein scheint. Vgl. etwa den Sonderteil zu »Epigenetics« in *Science* vom 10. 8. 2001.

4 Zum Gedankenexperiment vgl. WEIGEL 2003a.

5 BLUMENBERG 2000, S. 72.

6 Zur Rolle der Lesbarkeits-Metapher für die Genetik vgl. WEIGEL 2002.

herrschenden Status ethischer Diskurse. Als Epilog oder Appendix naturwissenschaftlicher Beiträge⁷ bleiben ethische Reflexionen zumeist auf die Rolle des moralischen Gewissens oder auf eine kompensatorische Funktion fixiert, ohne in die eigentliche Forschung wirklich einzugreifen. Tatsächlich aber sind die als ethische Fragen adressierten Probleme bereits den wissenschaftlichen Paradigmen inhärent. So ist die Abkoppelung des Organismus, wie sie sich beispielsweise in der letzten Stufe des von Konrad BACHMANN präsentierten informationstheoretischen Evolutionsmodells ereignet,⁸ oder die Unterbelichtung epigenetischer Faktoren in der Reproduktionsbiologie und -medizin, die Peter PROPPING beklagt,⁹ die konsequente Folge eines genetischen Modells, das der Kybernetik und ihrer Analogisierung von Mensch und Maschine¹⁰ entscheidende Impulse verdankt.¹¹ Über die ethischen Probleme eines gentechnologischen Evolutionskonzepts zu diskutieren, wird wenig fruchten, wenn nicht die informationstheoretischen bzw. kybernetischen Möglichkeitsbedingungen seiner Entstehung einbezogen werden.

Im folgenden soll nun das Paradigma ›kultureller Evolution‹ zunächst auf einige grundlegende methodische Probleme hin befragt werden, um die Grenzen einer evolutionstheoretischen Betrachtung kultureller Phänomene zu erörtern. Da der Transfer evolutionstheoretischer Perspektiven in das Register der Geisteswissenschaften gegenwärtig vor allem über den Systembegriff verläuft, muß diesem dabei eine besondere Aufmerksamkeit gewidmet werden. Mit Hilfe der genannten Umkehrung der Untersuchungsperspektive geht es im dritten Teil dann um die Genese des Evolutionsbegriffs selbst und um die darin eingeschlossenen Aspekte eines klassifikatorischen Tableaus der Gattungen.

2. Erkenntnistheoretische Probleme ›kultureller Evolution‹

Eines der gegenwärtig populärsten Konzepte kultureller Evolution geht auf Richard DAWKINS' Einfall zurück, in Analogie zum molekularbiologischen Begriff des Gens, verstanden als Einheit der Erbinformation, den Term *Meme* einzuführen. Mit Hilfe dieses Begriffs sollte ermöglicht werden, Einheiten innerhalb der Phänomene kultureller Entwicklung zu bilden, mit denen diese im Muster von Evolutionstheorien beschreibbar werden: »We need a name for the new *replicator*, a noun that conveys the idea of a *unit of cultural transmission*, or a *unit of imitation*. [...] Examples of memes are tunes, ideas, catch-phrases, clothes fashions, ways of making pots or building arches. Just as genes propagate themselves in the gene pool by leaping from body to body via spermes or eggs, so memes *propagate themselves* in the meme

7 So wenn Bert HÖLLDOBLER im Anschluß an seine evolutionstheoretische Erklärung eines »reziproken Altruismus« von tierischem Verhalten, die der Gesamtfitnessregel HAMILTONS folgt, eine ethische Reflexion offeriert und diese unter die Maxime stellt, daß was ist, nicht das sei, was sein soll. Aufschlußreicher wäre es meines Erachtens, die erkenntnistheoretische Funktion soziobiologischer Metaphorik, nämlich die *Übertragung* von Begriffen aus der Anthropologie, Politik und Soziologie (wie Staat, Altruismus) auf tierische Verhaltensweisen, zu befragen, insbesondere dann, wenn daraus geschlossen wird, daß das mit Hilfe dieser Begriffe beschriebene Verhalten auch an Menschen zu beobachten sei. Es ginge dabei um die Frage, inwieweit die These der Ähnlichkeit zwischen tierischem und menschlichem Verhalten sich der Übertragung der Begriffe verdankt.

8 Vgl. seinen Beitrag in diesem Band.

9 Vgl. seinen Beitrag in diesem Band.

10 Vgl. vor allem WIENER 1963.

11 Zur Kybernetik als Impulsgeber für die Entwicklung des genetischen Codes vgl. KAY 2000, zur Rolle der Metapher der »negativen Entropie« an der Schnittstelle von Kybernetik und Biologie vgl. WEIGEL (2004c).

pool by leaping *from brain to brain* via a process which, in the broad sense, can be called imitation.«¹²

Die Probleme von Theorie- und Begriffsbildungen können auf den Schauplätzen, auf denen Begriffe eingeführt werden, am besten studiert werden. Entsprechend sind auch in dieser Passage von DAWKINS' *Selfish Gene* (1976) die methodischen Voraussetzungen und Grenzen seines Konzepts sehr deutlich ablesbar. So belegen die Beispiele, die DAWKINS nennt – Melodien, Ideen, Schlagwörter, Mode und handwerkliche bzw. architektonische Produktionsverfahren –, daß mit seinem Blick auf die *units* kultureller Evolution nur diejenigen Kulturtechniken erfaßt werden, die einen hohen Grad an Konventionalisierung aufweisen. Diese sind in evolutionstheoretischer Hinsicht auf der Achse von Stabilität, Invarianz oder Kontinuität angesiedelt. Und auch wenn diese Achse um die Dimension der Veränderung, sei es durch Selektion oder Variation ergänzt wird, führt die Beschreibung kultureller Evolution entlang von Einheiten notwendig zu einer Eingrenzung von ›Kultur‹ auf deren konventionalisiertes Register: auf Rituale, symbolische Formeln und institutionalisierte Verhaltensmuster, gleichsam auf den *Kanon* kultureller Phänomene. Von daher erklärt sich auch, daß innerhalb geisteswissenschaftlicher Forschung evolutionstheoretische Paradigmen vor allem bei der Analyse sozialer Systeme, der Entwicklung von Sprache oder Werkzeugen, in der Rechtsgeschichte, Ethnologie und Kulturanthropologie angewandt werden.

Als weiteres Problem wird an der zitierten Passage deutlich, daß das ›Meme‹ hier, analog zur genetischen Funktion der Selbstreproduktion und Replikation, ein Medium der Vermehrung von Kultur darstellt, mit dem kulturelle Evolution – metaphorisch – im Paradigma der *Fortpflanzung* beschrieben wird: als Vorgang von Übertragung und Nachahmung. Mit der Fokussierung kultureller Vorgänge auf die genannten Verfahren – Replikation, Transmission und Imitation – wird aber, gemessen am breitgefächerten Untersuchungsfeld der Kulturwissenschaften, nur die Tür einen ganz kleinen Spalt geöffnet. Hinter dieser tut sich eine Vielfalt geisteswissenschaftlicher Methodologie und Begrifflichkeit auf, in der die eigentliche Arbeit an der Herstellung und Tradierung kultureller Praktiken und Bedeutungen erst beginnt. Replikation, Übertragung und Nachahmung gehören nämlich ins kulturelle Register von *Techné*, *Poiesis*, *Mimesis* und *Aisthesis*. In deren Geschichte wurde nicht nur ein schier unübersehbares Repertoire unterschiedlicher Figuren und Konzepte analysiert, die mit der Geschichte von Aufschreibesystemen, Medien, Wissenskulturen, Institutionen und deren historisch, national und ästhetisch sehr unterschiedlicher Praxis interagieren. Vor allem geht die Tradierung dieser Verfahren nicht auf dem Wege »from brain to brain«, wie DAWKINS schreibt, sondern ist selbst wiederum medial, sprachlich und symbolisch vermittelt. Ohne hier nun in dieses weite Feld kulturgeschichtlicher Untersuchungen eintreten zu können und beispielsweise die Vielfalt von Reproduktions-, Kopier-, Zitier- und Simulationsverfahren zu erörtern, die allein im 20. Jahrhundert mit Fotografie, Film, neuen Drucktechniken, technischen und digitalen Bildtechniken und den neuen bildgebenden Verfahren entwickelt worden sind, soll mit diesen Hinweisen nur verdeutlicht werden, daß sich hier ein differentes Forschungsfeld auftut, daß mit einem evolutionstheoretischen Konzept nur sehr grobmaschig erfaßt werden kann. Insofern tritt man mit DAWKINS' Meme in eine zirkuläre Untersuchungsanordnung ein, denn seine Konzeption kultureller Evolution erforderte Analysen zu den Transmissionswegen, auf denen die Memes – zwischen den Hirnen – übertragen werden. Ohne solche Untersuchungen zu den Darstellungen, mit denen beispielsweise Mode oder architektonische Produktionsweisen

¹² DAWKINS 1989, S. 192f. – Hervorhebung S. W.

kommuniziert werden, bliebe sein Paradigma kultureller Evolution im metaphorischen Versuch stecken, die Prozesse kultureller Übertragung im Bild der Fortpflanzung zu beschreiben.

Man bräuchte DAWKINS' Einfall vielleicht nicht weiter zu erörtern, und auch nicht dessen Fortschreibung zu einer »vollständigen Theorie der genetisch-kulturellen Koevolution« durch Edward O. WILSON, dessen Theorie, mehr noch als DAWKINS', auf Grund der Absicht, »geistige« Phänomene in physikalische und neurologische Erklärungen aufzuheben,¹³ in Metaphysik mündet und mit Begriffen und Methoden operiert, die in den Geistes- und Kulturwissenschaften zu den überwundenen Mythologemen von Ideengeschichte und Genieästhetik gehören, wie etwa die Rede vom »schöpferischen Geist« und die Deutung der Literatur als Archiv von Archetypen. Doch wird am Auftritt des Memes in DAWKINS' Buch eine strukturelle erkenntnistheoretische Problematik von Modellen kultureller Evolution erkennbar. Diese ist auch dann noch wirksam, wenn Evolution nicht im klassischen (Darwinschen) Sinne einer Abstammungs- und Vererbungstheorie als Modell von Deszendenz, Selektion, Modifikation und Höherentwicklung gefaßt wird, sondern wie z. B. bei Stephen Jay GOULD von der Verbindung mit der *Illusion Fortschritt* gelöst wird¹⁴ oder wie in den jüngeren systemtheoretischen Varianten der Evolutionstheorie als Differenzierung von Strukturen und Spezialisierung von Funktionen gefaßt wird.¹⁵ Diese Problematik besteht in der für Evolutionstheorien notwendigen Bedingung, als Gegenstand ihrer Beschreibung Einheiten – oder auch Systeme – konstituieren zu müssen, die auf der Zeitachse als Kontinuum angeordnet werden, um dann an diesen Einheiten Veränderungen beschreiben und deren Gesetzmäßigkeit, manchmal auch deren Gerichtetheit erklären zu können. In der Definitionssprache der Begriffsgeschichte klingt das so: »Der Veränderung liegt ein identisches und beharrendes Subjekt zugrunde; bei ihm kann es sich auch um ein überindividuelles Gebilde, eine Gestalt des ›objektiven Geistes‹ handeln.«¹⁶

Während uns, da die Vorstellung von Evolution auf die Stammesgeschichte der Arten zurückgeht, die epistemischen Objekte biologischer Evolution weitgehend als durch die Naturgeschichte vorgegeben erscheinen – obwohl auch die ›Arten‹ das Ergebnis von Distinktion bzw. klassifikatorischer Operation darstellen –, wird dagegen an Projekten kultureller Evolution offensichtlich, daß deren Gegenstände erst aus der Vielfalt und Komplexität kultureller Phänomene – aus dem Zusammenspiel von Symbolsystemen, Kulturtechniken, Wissensbeständen, religiösen Bedeutungen, ästhetischen Praktiken, Gedächtnisformen und unbewußten Vorgängen – herausgelöst werden müssen, um als Einheiten konstruiert werden zu können. Diese Konstruktion evolutionärer Objekte wirft aber auch ein Licht auf das, was Rupert RIEDL die Frage nach der »Natur des natürlichen Systems« genannt hat: »Sind die *systematischen Einheiten*, Gattungen und Familien bis hin zu Ordnungen und Klassen, entdeckt oder erfunden? Man bedenke dazu folgendes Argument: Nimmt man den Besitz der Wirbelsäule als das eine Gruppe definierende Merkmal an, was Wunder dann, daß ›Wirbeltiere‹ herauskommen. Diese systematischen Einheiten sind daher wahrscheinlich nichts anderes als Erfindungen unseres Katalogisierungs-Bedürfnisses.«¹⁷

Die unterschiedliche Akzeptanz, die diese Frage in den »zwei Kulturen« findet, berührt eine methodische Differenz zwischen empirischen und hermeneutischen Verfahren, die – anders als DILTHEYS schematische Gegenüberstellung von Erklären und Verstehen als Attribute

13 WILSON 1998, S. 182ff.

14 GOULD 1999.

15 Zur »systemischen Phase« der Evolutionstheorie von Rupert RIEDL und Franz M. WUKETIS vgl. weiter unten.

16 WIELAND 1975, S. 201.

17 RIEDL 2003, S. 171.

von Natur- und Geisteswissenschaften – meines Erachtens fruchtbar gemacht werden könnte: und zwar für eine dialogische Kooperation der zwei Kulturen, d. h. für eine Interaktion zwischen exakten Methoden, die stets eine Reduktion von Komplexität erfordern, und der (Wieder-)Herstellung von kulturellen Kontexten bzw. Bedeutungszusammenhängen, zwischen empirischen Verfahren und jenen an Schrift, Bild und Begriff erprobten Methoden der Kulturwissenschaft, die als Verfahren der Lektüre beschrieben werden können.

Dabei werden diejenigen Zusammenhänge, die als kulturelle Evolution konzipiert den genannten Reduktionsschritten unterliegen, in den Kulturwissenschaften ansonsten unter Titeln wie Tradition und Genealogie, wie Säkularisierung und Modernisierung oder auch als Geschichte von Künsten und Wissenschaften gefaßt, und zwar mit für die jeweilige Fragestellung spezifischen Untersuchungsanordnungen, Beleuchtungen und methodischen Instrumentarien. Statt auf Evolution/Entwicklung richtet sich das Erkenntnisinteresse dabei z. B. auf Figuren wie Transfers und Übersetzung, wie Zitat und Lektüre, wie Überschreibung und Konversion, d. h. auf Techniken der Herstellung von Bedeutung.

Die Reflexion der problematischen methodischen Effekte, die die Bildung zeitübergreifender kultureller Gegenstände zeitigt, hat deshalb zu einer Verabschiedung von Motiv- und Ideengeschichte, von Entwicklungserzählungen und teleologischen Modellen geführt. An deren Stelle ist die Untersuchung von Konstellationen getreten, in denen eher Urszenen, das sind Schauplätze der Entstehung, Übergangsfiguren und solche Ungleichzeitigkeiten in den Blick kommen, aus deren Verhandlungen diejenigen Konzepte hervorgehen, die sich als dominante in der Kulturgeschichte durchgesetzt haben und kanonisiert wurden. Aus dem Blick der Evolutionstheorie könnte man dies am ehesten als eine Art mikroskopischen Zoom auf jene Augenblicke beschreiben, in denen sich Modifikationen in Form von Verschiebungen, Übersetzungen, Überschreibungen oder auch Brüche in der Entwicklung ereignen.

Gerade in dem Moment aber, in dem die Geistes- und Kulturwissenschaften sich von den *grands récits* verabschiedet haben, scheinen diese in den Naturwissenschaften dagegen eine bemerkenswerte Konjunktur zu erleben. Ein Nebeneffekt zu dieser Renaissance der großen Erzählungen aus dem Bereich der Naturgeschichte ist die neue Beliebtheit von Evolutionstheorien. Auf Grund ihrer Makroperspektive scheinen diese besonders gut geeignet zu sein, um die unterschiedlichsten Phänomene der ›Natur‹ in gattungsgeschichtlichen Dimensionen darzustellen. Und in der jüngst zu beobachtenden Annäherung einiger geisteswissenschaftlicher Diskurse an die Wissenschaftskultur und -sprache der Naturwissenschaften haben evolutionstheoretische Ansätze auch dort eine Verbreitung und Wirkung gezeitigt. Einen etwas anderen Weg beschreibt die Analyse der Evolution von Systemen, die nicht aus einer direkten Übertragung der biologischen auf die kulturelle Evolution zustande kommt, sondern auf den Evolutionsbegriff der Luhmannschen Systemtheorie zurückgeht.

3. Evolutionstheorie kultureller Phänomene und Systeme in der Gegenwart

Doch zunächst noch einmal zurück zum Paradigma ›kultureller Evolution‹. Will man Evolutionskonzepte der Kultur nicht gänzlich unspezifisch fassen und nicht die ganze Vielfalt und Fülle jeglicher Entwicklungserzählung einschließen, dann lassen sich gegenwärtig eine Reihe unterschiedlicher Typen ›kultureller Evolution‹ beobachten. Deren Verhältnis zur biologischen Evolution wird dabei als *Analogie*, *Bestandteil* bzw. *höchste Stufe*, als *Abkömmling* konfiguriert oder aber *systemtheoretisch* verknüpft.

- (1) Unter dem Titel *Evolution der Kultur*¹⁸ versammeln sich Forschungen humanethnologischer, ethnologischer und sprachwissenschaftlicher Provenienz, die gleichsam auf die Perspektive einer *longue durée* symbolischer, sprachlicher und nonverbaler Kommunikation abzielen, die sich also genau in jenem Feld konventionalisierter Register bewegen, das, wie gezeigt, mit den methodischen Voraussetzungen der Evolutionstheorie kompatibel ist. Ihr Blick richtet sich nicht selten auf die Beschreibung von *Universalien*, ein Konzept, mit dem kulturelle Phänomene sich gut ins Muster naturgeschichtlicher Perspektiven einfügen. Der Kanon von Universalien zeigt dabei oft eine erstaunliche historische Konsistenz auf, geht er doch häufiger, wie beispielsweise der Katalog der Affekte oder Basisgefühle, auf antike Beschreibungen zurück, um von dort bis in die moderne Biologie fortgeschrieben zu werden. Ein klassisches Beispiel hierfür bilden die Affekte, die seit ARISTOTELES' Katalog der Leidenschaften in der *Nikomachischen Ethik* über Charles DARWINS *Expression of the Emotions in Man and Animals* (1865) bis in den Katalog der Grundgefühle in der jüngsten neurologisch-psychologischen Gefühlsforschung allenfalls in der Anzahl der unterschiedenen Affekte differieren.¹⁹ Insofern solche Kataloge Universalien des instrumentellen oder kommunikativen Verhaltens als anthropologische Konstanten fassen, sind hier die *Analogien* zur biologischen Evolution am ausgeprägtesten.
- In Klaus BAYERS Einführung *Evolution – Kultur – Sprache* (1994) heißt es dazu: »Im Laufe der Generationen kann sich deshalb neben dem Genpool die Kultur als ein Pool erworbener Verhaltensweisen entwickeln.«²⁰ Das Paradigma kultureller Evolution wird hier als eine Kompromißlösung erkennbar, mit der die Darwinsche Verwerfung einer Vererbung erworbener Eigenschaften mit der Evidenz eines kulturellen Erbes vermittelt wird, indem dieses metaphorisch als gen-analogue, aber außerhalb der genetischen Reproduktion sich ereignendes Vererbungsgeschehen konzeptualisiert wird.
- (2) Davon unterschieden ist ein Paradigma kultureller Evolution, in dem *Kultur als Ergebnis eines evolutionären Fortschritts* verstanden und die Weiter- oder Höherentwicklung geistiger Fähigkeiten bzw. das Lernen der Gattung Mensch auf kognitionswissenschaftlicher Basis erklärt wird. Während im Rahmen dieses Modells mit dem *homo sapiens*, der Spitze der Stammesgeschichte der Arten und der kognitiven Evolution der Primaten, die ›Kultur‹ auf den Plan tritt, wird diese selbst als Ergebnis einer »kumulativen Evolution« gefaßt. So geht z. B. Michael TOMASELLO in seinem Buch *Cultural Origins of Human Cognition* (1999) davon aus, »daß kumulative kulturelle Evolution von zwei Prozessen abhängt, nämlich Innovation und Imitation (möglicherweise ergänzt durch Unterricht), die über lange Zeit hinweg in einem dialektischen Prozeß miteinander verschränkt werden müssen, so daß ein Schritt in diesem Prozeß den nächsten ermöglicht.«²¹ An der Stelle einer Analogie zur biologischen Evolution steht hier die *Integration* von Kultur in ein kognitionswissenschaftlich reformuliertes Deszendenzmodell: Kultur als höchste Stufe phylogenetischer Evolution.
- (3) Eine kulturtechnische Variante solcher Modelle kultureller Evolution bilden Darstellungen, in denen die *Evolution von Technik, Sprache und Kunst* stärker an die Entwicklung von Instrumenten gebunden wird und deren Auswirkungen auf die Fortentwicklung »sozialer Organismen« untersucht wird. So z. B. in André LEROI-GOURHANS Opus magnum *La geste et la parole* (1964/65), ein Buch, das in der deutschen Übersetzung zu Recht den Unterti-

18 So der Titel einer Bochumer Tagung, vgl. FIGGE 1995.

19 Zur Kontinuität und historischen Veränderung von Affekten vgl. WEIGEL 2004a.

20 BAYER 1994, S. 44.

21 TOMASELLO 2002, S. 51f.

tel *Die Evolution von Technik, Sprache und Kunst* trägt und in drei Kapiteln die Zivilisationsgeschichte als Evolutionsgeschehen entwirft: 1. Entstehung von Technik und Sprache; diese wird aus der Evolution von Hirn und Hand abgeleitet, 2. Gedächtnis und Rhythmen; das ist die technische Entlastung des menschlichen Gedächtnisses durch Aufschreibetechniken, und 3. ethnische Symbole, worin die symbolische Organisation von Raum und Zeit beschrieben ist. Auch in diesem Modell wird die Evolution symbolischer Praktiken und Kulturtechniken nicht in Analogie zur biologischen Evolution gefaßt, sondern aus der physiologischen Entwicklung abgeleitet bzw. als deren *Abkömmling* begriffen. Dabei läuft auch diese Darstellung auf eine Genese anthropologischer Universalien hinaus, wie am Beispiel von LEROI-GOURHANS These von der kulturell und historisch universell gültigen Gestaltung des sozialen Raums in Kreuz- oder Gitterformen deutlich wird.²²

- (4) Die theoretisch avancierteste und reflektierteste Beziehung zu den methodischen Implikationen des Evolutionsbegriffs unterhalten die *systemtheoretischen* Studien zur Evolution sozialer oder kultureller Systeme. So geht es beispielsweise in Rüdiger VOIGTS Diskussionsband zur *Evolution des Rechts* (1998) darum, »die empirisch feststellbaren Prozesse der Rechtsentwicklung aus unterschiedlichen Blickwinkeln daraufhin zu untersuchen, ob sich eine Fortentwicklung des Rechtssystems bei gleichzeitiger Anpassung an sich wandelnde Umweltbedingungen beobachten läßt. Unter Evolution des Rechts könnten dann langfristige Strukturveränderungen des Rechtssystems, die zu irreversiblen gesellschaftlichen Innovationen im Sinn von »evolutionären Universalien« (Talcott Parsons) führen, verstanden werden«.
- Dieser Frage geht eine Problematisierung des Versuchs voraus, »eine aus den Naturwissenschaften übernommene Begrifflichkeit umstandslos in die rechts- und sozialwissenschaftliche Diskussion zu übernehmen«,²³ in deren Zusammenhang an die Schwierigkeiten erinnert wird, die beim Versuch der Übertragbarkeit von Humberto MATURANAS Modell der Autopoiesis in die Geisteswissenschaften²⁴ deutlich geworden sind. Neben der Konstruktion eines abgegrenzten Systems mit Namen Recht geht es in der *Evolution des Rechts* nicht nur um das Problem klarer Entwicklungslinien, das VOIGT thematisiert, sondern auch um das einer solchen Auffassung zugrundeliegende Phasen- bzw. Stufenmodell.

4. Systemtheorie und Evolutionstheorie

Der Systembegriff organisiert einen der wichtigsten Schnittpunkte der Evolutionstheorie, an der sich geistes- und naturwissenschaftliche Ansätze begegnen. Rolle und Ort des Systembegriffs weisen allerdings in beiden Wissenskulturen signifikante Unterschiede auf. Während die Einführung des systemtheoretischen Paradigmas in die Biologie dazu geführt hat, die Evolution als ein kompliziertes Systemgeschehen zu betrachten, hat die Adaption des Evolutionsbegriffs durch die Luhmannsche Systemtheorie dazu geführt, die Mechanismen zu beschreiben, in denen sich die Veränderung sozialer Systeme vollzieht. Geht es dort also um die Evolution *als* Systemgeschehen, so geht es hier um die Evolution von Systemen.

²² Zur Problematik einer solchen überhistorischen Beschreibung städtischer Topographie vgl. WEIGEL 2004b.

²³ VOIGT 1998, S. 7.

²⁴ Diese Probleme lassen sich studieren an dem Band *Der Diskurs des Radikalen Konstruktivismus*, vgl. SCHMIDT 1987.

Rupert RIEDL führt in seiner Kulturgeschichte der biologischen Evolutionstheorie die »systemische Phase« als Reaktion auf die Feststellung einer »Verflechtung der beiden Hauptprobleme: dem Erkennen und Erklären unter den Bedingungen rekursiver Kausalität« ein, entstanden u. a. aus der bereits zitierten Frage nach der »Natur des Natürlichen Systems« bzw. danach, ob »die systematischen Einheiten, Gattungen und Familien bis hin zu Ordnungen und Klassen, entdeckt oder erfunden« sind.²⁵ Der Versuch, das Erkennen der »natürlichen Systeme« als Anpassungsleistung zu beschreiben, führte den Verfasser zu einer umfassenden Theorie der »Adaptierung des Komplexen«, in der einige der Dogmen der klassischen Evolutionstheorie, vor allem der Zufall, gefallen sind. Statt dessen folgt die Evolution nun einer rekursiven Kausalität, womit komplexe Systeme aus der Evolution funktioneller Zusammenhänge entstehen.²⁶ Zusammenfassend wird die ganze Evolution – »von den Gesetzen der Quanten bis zu jenen der Gotik«²⁷ – im tradierten Bild des Baums²⁸ gefaßt, in dessen Schema die taxonomischen Einheiten als »Ergebnis fortgesetzter Verzweigungen« erscheinen. Das heißt, daß Klassifikation bzw. Konstruktion von Einheiten hier als Effekt eines evolutionären Geschehens begriffen wird, dem das Erkennen selbst angehört, so daß das Verzweigen, Ordnen und Begreifen als Bestandteile ein und desselben Systems verstanden werden.

Im Anschluß an RIEDLS Übergang »von einer linearen oder exekutiven Kausalität zu einer vernetzten oder funktionalen Kausalität des Evolutionskonzepts«²⁹ wurde in Franz WUKETITS Darstellung biologischer Evolutionstheorie eine »synthetische Theorie« formuliert, die die Evolution als einen »sich selbst organisierenden Prozeß« faßt und nach den Systembedingungen und »Triebkräften des Evolutionsgeschehens« fragt. Darin wird der synthetischen Theorie die Lösung einer Reihe methodischer Probleme zugeschrieben. Die Kontroversen um die evolutionstheoretische Dominanz innerer Ursachen oder äußerer Bedingungen, um die Plausibilität einer Gerichtetheit oder Irreversibilität der Entwicklung, um das Verhältnis zwischen genetischer Information und epigenetischen Vorgängen, um die Vermittlungen zwischen Phäno- und Genotyp sowie die Debatte über Komplexität und »wesentliche Strukturen« – all diese Fragen konnten, so WUKETITS, mit Hilfe der Idee der *Selbstregulation* in »ein Ensemble der Wechselwirkungsprozesse, Steuerungs- und Kontrollmechanismen, die jedem Lebewesen eigen sind«, überführt werden³⁰: »Die Evolution erscheint im Lichte der systemtheoretischen Betrachtungsweise als ein komplizierter »Kreisprozeß«; sie ist nicht Folge einseitig wirkender Faktoren, sondern ein Zusammenspiel *interner und externer* (Selektions-)Bedingungen, d. h. Evolution ist ein kompliziertes *Systemgeschehen!*«³¹

Insbesondere mit der Frage nach den Triebkräften des Evolutionsgeschehens wirkt hier eine Frage aus einer Urszene der Evolutionstheorie fort, als im 18. Jahrhundert BLUMENBACH den *nisus formativus* als epigenetisches Gesetz einführte³² und Caspar Friedrich WOLFF seine »Theorie der organischen Entwicklung«, die *Theoria Generationis*, begründete,³³ durch die die Gesetzmäßigkeiten der Vererbung und der Art und Weise, wie sich ein Organismus aus dem Keim entwickelt, ins Zentrum des Interesses gerieten. Nur daß diese Frage heute auf die

25 RIEDL 2003, S. 170f.

26 RIEDL 2003, S. 197.

27 RIEDL 2003, S. 210.

28 Zur Bedeutung des Baums in der Genealogie vgl. WEIGEL 2003b, S. 226–267.

29 WUKETITS 1989, S. 139.

30 WUKETITS 1989, S. 135.

31 WUKETITS 1989, S. 138.

32 BLUMENBACH 1791, S. 31.

33 WOLFF 1759, S. 5.

phylogenetische Ebene verlagert ist. Als Alternative zu den Darwinschen Prinzipien von Zufall und Mutation wird nun ein evolutionäres Gesetz formuliert, in dem die Rhetorik natürlicher Systeme – ›Wachstum‹ – mit der der Kybernetik – ›Selbstregulation‹ – eingeführt ist. So wird für WUKETITS »die Entstehung neuer Komplexitätsstufen in der Evolution unter Rückgriff auf das Konzept der Selbstorganisation und das methodologische Instrumentarium der Kybernetik und Systemtheorie einsichtig«, während die Hervorbringung »immer differenzierterer Systeme« als Wachstum definiert wird: »Evolution ist ein Wachstum von Mustern bzw. ein *Wachstum von Komplexität*.«³⁴

Diese biologische Systemtheorie der Evolution berührt sich in einigen Aspekten mit der Systemtheorie von Niklas LUHMANN, während andererseits markante Differenzen zu beachten sind. Insbesondere die Aspekte von Selbstregulation und Differenzierung im Sinne einer Komplexitätssteigerung lassen sich mit LUHMANNS Systemtheorie verbinden. Allerdings umfaßt die Selbstregulierung im Register ›natürlicher Systeme‹ notwendigerweise ein »Wechselspiel von internen und externen Mechanismen«³⁵ – schließlich ist der Metabolismus eines der wesentlichsten Merkmale von Organismen, die dadurch in einem ständigen Austausch mit der Umwelt stehen. Wenn dagegen der Soziologe Niklas LUHMANN von System und Umwelt spricht, dann liegt diesen Begriffen zuerst eine epistemische Unterscheidung zugrunde; das ›System‹ wird *qua* Beobachtung von seiner ›Umwelt‹ unterschieden. Beide Begriffe sind gleichsam negativ gegeneinander abgegrenzt, das System ist das, was nicht Umwelt ist, und die Umwelt ist, was nicht zum System gehört: »Ohne eine Umwelt, von der es sich unterscheidet, könnte kein System bestimmt werden; das System muß ein autonomer Bereich sein, in dem besondere Bedingungen gelten, die sich einer Eins-zu-Eins-Entsprechung mit den Umweltzuständen entziehen.« Und: »Die Umwelt ist ihrerseits nicht ›an sich‹ Umwelt, sondern immer Umwelt eines Systems, für das sie das Außen (›alles übrige‹) ist. In Bezug auf das System gehört alles, was nicht in das System hineinfällt, zur Umwelt – die dann für jedes System eine andere ist.«³⁶

Damit kehrt hier das bereits diskutierte Problem der Konstitution von Untersuchungseinheiten in modifizierter Form wieder. Für LUHMANNS »*Formulierung von Bedingungen und Folgen der Differenzierung evolutionärer Mechanismen*«³⁷ tritt das System an jene Stelle, die in der biologischen Evolutionstheorie von den Arten besetzt wird. An sie schließt sich die Frage nach deren Status und Genese an. Allerdings gehorcht das soziale System LUHMANNS ganz anderen Gesetzen als die ›natürlichen Systeme‹ der Arten. Für die Gesetzmäßigkeit eines Systems hat LUHMANN sich insofern auch nicht auf die synthetische Evolutionstheorie von RIEDL und WUKETITS bezogen, sondern den *Autopoiesis*-Begriff des Biologen MATURANA, der die Organisation von Lebewesen als *Netzwerk interner Operationen ohne externe Wirkungen* beschrieben hat, auf soziale Systeme übertragen, er hat dabei jedoch jegliche Analogie zu ›natürlichen Systemen‹ abgeschnitten. So hatte er in einem programmatischen Beitrag über »Evolution und Geschichte«, mit dem Niklas LUHMANN 1975 seine Systemtheorie der Evolution theoretisch begründet hat, vor allem die Evolution sozialer Systeme im Auge, und zwar unter expliziter Abgrenzung gegenüber naturwissenschaftlichen Objekten. Evolution wird darin – unter Verzicht auf jegliche kausalgesezliche Aussagen – als *funktionelle* Ausdifferenzierung reformuliert: »als eine Form der Veränderungen von Systemen, die darin besteht, daß

34 WUKETITS 1989, S. 141 – Hervorhebungen S. W.

35 WUKETITS 1989, S. 143.

36 BARALDI et al. 1997, S. 195f.

37 LUHMANN 1992a, S. 152.

Funktionen der Variation, der Selektion und der Stabilisierung differenziert, das heißt durch die verschiedenen Mechanismen wahrgenommen, und dann wieder kombiniert werden. Als Evolution ist dann der historische Zusammenhang derjenigen Strukturveränderungen zu bezeichnen, die durch das Zusammenspiel dieser Mechanismen ausgelöst werden – wie immer sie im gesellschaftlichen Leben bewertet werden. / Eine Theorie der soziokulturellen bzw. gesellschaftlichen Evolution (im Unterschied zu: physisch-chemischer, protoorganischer und organischer Evolution) hätte danach zu zeigen, auf welche Weise Gesellschaftssysteme in der Lage sind, diese Mechanismen zu differenzieren und zu rekombinieren.«³⁸

Zwar wird im zuletzt zitierten Satz ein Gesellschaftssystem rhetorisch *wie* ein Organismus befragt; dennoch sind grundlegende Unterschiede zwischen beiden zu beachten. So wird in LUHMANN'S »ebenspezifischer System/Umwelt-Analyse« deutlich, daß die Entwicklungsachse in seinem Evolutionsbegriff sichtlich in den Hintergrund tritt. Evolution meint hier nur mehr Veränderung, die sich in den Mechanismen von *Variation*, *Selektion* und *Stabilisierung* bewegt. Insofern ist der Luhmannsche Evolutionsbegriff mit einer *Entzeitlichung* verbunden – ein Aspekt, mit dem er in Opposition zur Darwinschen Evolutionstheorie tritt, mit dem er zugleich aber auch problematisch wird für kulturgeschichtliche Untersuchungen.³⁹ Und wenn in LUHMANN'S Systemtheorie der Begriff der Evolution durch den der Differenzierung ersetzt wird, nähert sich dieses Konzept einer tautologischen Definition: »Gesellschaftliche Evolution ist zunehmende Differenzierung des Gesellschaftssystems.«⁴⁰ Eine andere Richtung nehmen die Überlegungen des späten LUHMANN in dem Buch *Die Gesellschaft der Gesellschaft* (1998), in dem es weniger um eine Übertragung der Evolutionstheorie auf Gesellschaft geht als um wissenschaftsgeschichtliche Erörterungen zu zentralen, aber kontroversen Argumenten innerhalb der Geschichte des Evolutionsbegriffs.

Im Verhältnis von biologischer und Luhmannscher Systemtheorie sind also vor allem drei *entscheidende Unterschiede* zu beachten: (1) »Anders als in der klassischen Evolutionstheorie, die im Falle der Organismen Variation endogenen Ursachen (Mutation) zurechnet und Selektion als einen von der Umwelt in Richtung auf Anpassung ausgeübten Selektionsdruck auf Organismen begreift, behauptet die Systemtheorie, daß selbstreferentielle autopoietische Systeme von Störungen (aus) der Umwelt irritiert, aber nicht zur Anpassung gezwungen werden können.«⁴¹ (2) Die Reformulierung von Evolution als funktionelle Differenzierung durch LUHMANN ist tendenziell mit einer Entzeitlichung der Betrachtung verbunden. (3) Während die Biowissenschaften Evolution *als* Systemgeschehen untersuchen, geht es in LUHMANN'S Soziologie um die Evolution *von* Systemen.

Diese weitreichenden Differenzen führen nicht selten zu Mißverständnissen im Dialog zwischen Natur- und Geisteswissenschaftlern, wenn etwa die »Evolution der Kultur« im Paradigma einer »Evolution sozialer Systeme« befragt wird und dabei Assoziationen zu beiden theoretischen Referenzfeldern im Spiele sind. Unabhängig von den oben ausgeführten grundlegenden Bedenken gegenüber der Applikation des Evolutionsbegriffs auf kulturelle Phänomene – deren Herstellungs- und Bedeutungsgesetze unterscheiden sich radikal von denen von Organismen – und unabhängig auch von den genannten epistemischen Problemen bei der Konstruktion von Untersuchungsgegenständen als *units*/Einheiten oder Systeme, sind diese

38 LUHMANN 1992a, S. 150.

39 Diese Beobachtung korrespondiert mit David WELLBERYS Argument, daß die Systemtheorie dort ihre Grenzen findet, wo es darum geht, genealogische Fragen zu behandeln, vgl. WELLBERY 1999.

40 LUHMANN 1992b, S. 197.

41 BARALDI et al. 1997, S. 52f.

Friktionen zwischen den unterschiedlichen Begriffen ›Evolution‹ und ›System‹ zu beachten, wenn die Evolution sozialer Systeme verhandelt wird.

Diese Problematik betrifft auch die jüngste Debatte über den Vorschlag Marie Theres FÖGENS, die »Rechtsgeschichte (als) Geschichte der Evolution eines sozialen Systems« zu konzeptualisieren. Das Interesse, Rechtsgeschichte nicht in historiographischen Mustern zu beschreiben, die den Gesetzen von Kausalität und Teleologie folgen, teilt ihr Projekt mit der jüngsten Entwicklung in den Kulturwissenschaften, wo auf Grund der teleologischen Tendenz von Entwicklungserzählungen die *grands récits* weitgehend verabschiedet wurden. Es bleibt aber zu fragen, ob nicht mit dem Rückgriff auf die Evolutionstheorie das Problem des Kausalitätsaspekts (wenn auch wohl möglicher ›rekursiver Kausalität‹) als Ballast mitgeschleppt wird. Zwar bezieht sich der Vorschlag FÖGENS explizit auf LUHMANNs Systemtheorie und definiert Evolution als dreifach selektiven Prozeß – Variation, Selektion, Restabilisierung⁴², dennoch werden, vor allem in der Rhetorik, auch Referenzen auf einen biowissenschaftlichen Evolutionsbegriff assoziiert, so z. B. wenn »evolutionäre Errungenschaften« wie Sprache, Schrift, Geld, Verkehr, Vertrag als »pluripotent« bezeichnet werden.⁴³

Bemerkenswerter hinsichtlich der methodischen Fragen und erkenntnistheoretischen Grenzen, die sich mit dem Paradigma ›Evolution der Kultur‹ verbinden, ist aber die Beobachtung, daß die Übertragung des Luhmannschen Evolutionsbegriffs auf kulturelle Systeme, wie etwa Kunst, Sprache, Recht etc., notwendigerweise auf das Feld jener historiographischen Probleme führt, die den Kulturwissenschaften vertraut sind, wie z. B. die Konstruktion von Epochen, Quellenfragen und Textkritik, Überlieferungsprobleme, Fragen der symbolischen und medialen, der bildlichen und textuellen Darstellung und so fort. Das läßt sich sehr schön studieren an FÖGENS Buch *Römische Rechtsgeschichten. Über Ursprung und Evolution eines sozialen Systems* (2002a), das sich auf systemtheoretische Evolutionskonzepte bezieht. Am Beispiel des Zwölf Tafelrechts, das nur lückenhaft und nur über Sekundärquellen überliefert ist, wird die etablierte und kanonisierte Rechtsgeschichte gleichsam gegen den Strich gelesen, indem die Darstellung sich auf die daraus als ›historisch irrelevant‹ ausgeschlossenen Schauplätze konzentriert, die vom Ursprung dieses Rechts erzählen. So handelt das Buch vor allem von den Gründungsmythen, von den Bildern und Legenden (der Lukrezia und Virginia), die die Einführung des römischen Rechts begleitet haben, aus dessen Tradierung als Rechtssystem aber gerade ausgeschlossen wurden. Damit ist diese Untersuchung an einer signifikanten methodischen Schwelle zwischen Evolutionstheorie und Kulturwissenschaft angesiedelt. Während in evolutionstheoretischer Perspektive die Differenzierung des überlieferten Rechtssystems beschrieben werden kann, wechselt die Betrachtung der Schauplätze ihrer Entstehung zu kulturwissenschaftlichen Methoden und untersucht die Ikonographie und Erzählweise der Urszenen und Gründungsmythen, die der tradierten Geschichte buchstäblich vorausgesetzt waren. Das Buch kombiniert also (systemtheoretische) Evolution und (kulturwissenschaftliche) Genealogie.

5. Kulturgeschichte der Evolutionstheorien

Um nun abschließend die Genese einer Evolutionstheorie der Organismen zu erörtern, muß die Frage nach der ›Evolution der Evolution‹ in die Frage nach der Entstehung und den Vor-

42 FÖGEN 2002b, S. 15.

43 FÖGEN 2002b, S. 18.

aussetzungen evolutionären Denkens überführt werden. In diesem Sinne wird im folgenden die Perspektive umgekehrt: von einer Diskussion der ›Evolution der Kultur‹ zur kulturwissenschaftlichen Analyse einiger Momentaufnahmen aus der Wissenschaftsgeschichte, an denen die Entstehung des Evolutionskonzepts studiert werden kann.⁴⁴ Diese Ursprünge des Evolutionsbegriffs *avant la lettre* sind besonders aufschlußreich, da mit ihnen deutlich wird, daß der jüngsten Übertragung der Evolutionstheorie von Organismen auf kulturelle Gegenstände nicht nur eine Engführung auf die biowissenschaftliche Evolutionstheorie, den Darwinismus, im 19. Jahrhundert vorausgegangen ist, sondern dieser wiederum aus einer wissenschaftsgeschichtlichen Konstellation hervorgegangen ist, in der Theoreme über die Entwicklung von Organismen und kulturellen Phänomene eng miteinander verknüpft waren. Es sollte deutlich geworden sein, daß diese Geschichte auch als Fallbeispiel für die Ausdifferenzierung geistes- und naturwissenschaftlicher Paradigmen betrachtet werden kann.

In der Vor- und Frühgeschichte des Evolutionskonzepts stellt sich die Beziehung zwischen kultureller und biologischer Entwicklungstheorie als eine Korrespondenz dar, in der der Transfer von Bildern und Konzepten – Metaphorik im buchstäblichen Sinne (gr. *metaphora* = Übertragung) – ein kreatives Moment darstellt. Metaphern fungieren hier als Stichwortgeber und Medien der Theoriebildung. Mit ihrer Hilfe kommen Begriffe aus einem Wissensfeld oder diskursiven Register in einem anderen Feld zum Einsatz, um dort einen produktiven Umgang mit neuen Fragestellungen zu ermöglichen. Die Genese der Evolutionstheorie läßt sich derart auf dem Wege einer Rhetorik und Metaphorik derjenigen Texte, die an ihrer Ausarbeitung beteiligt waren, studieren. An die Stelle einer ›Evolution der Evolution‹ tritt so eine Serie von Übertragungsfiguren und -leistungen: z. B. die Geburt der ›Evolution‹ aus Kette, *scala naturae* und Stammbaum; der Transfer der *sensibilité*, eines Begriffs der Empfindsamkeit, in die Organisation der Nerven als Medium für die Vervollkommnung der Arten; die Karte als Schauplatz der Phylogenese; Wettbewerb und Konkurrenz als Metaphern, mit denen Selektion und Überleben ins Spiel kommen; die negative Entropie als Metapher einer genetischen Fokussierung der Evolution; Alphabet und Information als Konzept für die Interaktion zwischen Biowissenschaften und Informatik, aus der die jüngste gentechnologische Fortschreibung der Evolution hervorgegangen ist, mit der sich das Phantasma verknüpft, in die Entwicklung von Organismen intervenieren zu können.

Da in dem hier gegebenen Rahmen diese Untersuchungsperspektive nur am Beispiel einer wissenschaftsgeschichtlichen Konstellation konkretisiert werden kann, soll es im folgenden um den Schauplatz der Entstehung der Evolutionstheorie um 1800 gehen. Dieser ist nicht zuletzt deshalb besonders interessant, weil sich dabei gewisse Korrespondenzen zwischen der sich um 1800 ereignenden Verzeitlichung und der gegenwärtigen Entzeitlichung von Evolutionskonzepten zeigen werden.

Als Begründer der ersten umfassenden Evolutionstheorie gilt bekanntlich Jean LAMARCK (1744–1829), der, so WUKETTIS, den »entscheidenden Schritt in der phylogenetischen Umdeutung der Stufenleitern«⁴⁵ unternommen hat. Seine *Philosophie Zoologique* (1809) signalisiert nicht nur durch ihren Titel, daß sie an das Denken der *Histoire naturelle* anschließt, deren Protagonisten sich zumeist als Philosophen und Naturforscher verstanden (BUFFON, MAUPERTIUS, BONNET) und deren Projekt einer umfassenden Ordnung der Natur im Tableau des Linnéschen Systems seine ideale Verkörperung gefunden hatte. Gelesen als phylogenetische

44 Vgl. dazu auch LEFEVRE 1984.

45 WUKETTIS 1989, S. 21.

Umdeutung der Stufenleiter, steht LAMARCKS zoologische Philosophie für jenen Schritt, der gemeinhin als ›Verzeitlichung‹ der Naturgeschichte oder als Geburt der Entwicklungsidee bewertet wird und später als Evolution auf den Begriff gebracht werden sollte.⁴⁶ Die *Philosophie zoologique* markiert damit die Schwelle am Übergang von der Klassifikation der Arten zu deren Genealogie, vom Tableau zum Stammbaum. Während sich bis ins 18. Jahrhundert eine Koexistenz der Begriffe Kette und *scala naturae* beobachten läßt, liefert die Figur der Stufenleiter die Möglichkeitsbedingung für eine Übersetzung in eine *Abfolge* der Arten auch in der Zeit. Dazu aber mußte der Entwicklungsgedanke, der mit dem Streit zwischen Präformisten und Epigenetikern in den Vordergrund getreten war, vom einzelnen Organismus auf die Arten verlagert werden. Während in der Fachgeschichte der Biologie LAMARCK nun eindeutig als Theoretiker der Evolution bewertet wird, erweist sich sein Text bei genauerer Lektüre als sehr viel uneindeutiger.

Dabei sind die Spuren der Arbeit am Übergang von der Klassifikation zur Phylogenese vor allem in den unterschiedlichen Lesarten der Lamarckschen Vorstellungen, sowohl seiner Begrifflichkeit als auch der Graphiken erkennbar. So ist bei LAMARCK z. B. von »la chaîne animal« die Rede, wenn er die natürliche Ordnung der Tiere um die Klasse der wirbellosen Tiere erweitert, der seine langjährige Arbeit im *Musée d'Histoire Naturelle* gegolten hatte. Auch die vorgeschlagene neue Einteilung wird von ihm unter den Titel des Tableaus gestellt: »Tableau de la distribution et classification des animaux«. In der deutschen Übersetzung der *Philosophie zoologique* durch Arnold LANG im Jahre 1876, im Zeitalter DARWINS und HAECKELS also, erscheint LAMARCKS Text in einer evolutionistisch geglätteten Gestalt, z. B. wenn das Kapitel VIII mit »Über die natürliche Ordnung der Tiere und über die naturgemäße Reihenfolge in ihrer allgemeinen Ordnung« überschrieben wird, obwohl das Original nicht von Reihenfolge, sondern von *distribution* spricht. Und auch bei LAMARCKS Argument, das Register der Klassen, Gattungen und Arten könne durch eine Anordnung als Reihenfolge eine verbesserte Grundlage zum Studium der Natur liefern, stößt man, wenn man das Original aufschlägt, wieder auf *distribution*. Und schließlich stellen sich die sechs Stufen, in die die vier Klassen der Wirbellosen und die vier Klassen der Wirbeltiere im genannten Tableau eingeteilt sind, im Original als sechs Grade (*degré*) heraus. Damit wird deutlich, daß die Übersetzung vom Französischen ins Deutsche LAMARCKS eigene Arbeit an der Umschrift der natürlichen Ordnung und seine Übertragungsarbeit vom Register der Klassifikation in das der Evolution aus der Position der Nachfolge vereindeutigt hat. Die evolutionstheoretische Aneignung LAMARCKS als Vorläufer hat die Mehrdeutigkeiten seiner Sprachfiguren getilgt.

Die Rolle, die die Figur der *distribution* in LAMARCKS eigenem Text spielt, stützt dagegen eine alternative Lesart jenes Diagramms, das als Lamarckscher Baum in die Geschichte der Evolutionstheorie eingegangen ist. So hat Alexandre MÉTRAUX jüngst argumentiert, daß dieses Diagramm keinen Baum darstellt, sondern ein Schema, das aus der materiellen Ordnung der Dinge, nämlich aus LAMARCKS Arbeit im *Musée d'Histoire Naturelle* hervorgegangen ist, wo er täglich mit der Schwierigkeit befaßt war, einzelne Objekte zu klassifizieren und in die räumliche Ordnung des Archivs zu verteilen.⁴⁷ Diese konkreten Tätigkeiten aus der materiellen Kultur des Archivs sind es, die von LAMARCK in Begriffe der Theorie übertragen wurden: als »Tableau de la distribution et classification des animaux«. Dagegen weist die Graphik noch

46 Um so erstaunlicher ist es, daß LAMARCK im Klassiker des Verzeitlichungstheorems, in Arthur O. LOVEJOYS *The Great Chain of Being* (LOVEJOY 1985), keine Rolle spielt.

47 MÉTRAUX 2001.

Spuren der Kette auf, Erinnerungen an eine Metapher, der die Idee der graduellen Aufreihung entsprungen ist. Auch in dieser Urszene also wird deutlich, daß das Konzept der Evolution den Akt einer Konstruktion distinkter Einheiten (Arten oder *units*) voraussetzt. Als inhärentes Problem wird dieses die Evolutionstheorie fortan begleiten.

Eine phylogenetische Perspektive kommt erst im dritten Teil der *Philosophie zoologique* zum Zuge, in dem LAMARCK die »causes physique du sentiment« erörtert und den Anspruch erhebt, die Verstandestätigkeit aus den physiologischen Grundlagen des Nervensystems abzuleiten, in dem er also das empirisch erforschbare Feld der Organismen überschreitet und die Höherentwicklung der Organismen an Phänomene wie *sensibilité* und *sentiment* knüpft, Konzepte, die sich dem materiellen Zugriff und der *distribution* gleichermaßen entziehen. Aus diesem Vorhaben erst entsteht eine Abstammungstheorie der Arten, und zwar entlang einer Hierarchie der Empfindungen lebender Organismen, die von einfachen Sensationen auf der Grundlage der *sensibilité physique* über die Fähigkeit zum Gefühl (*sentiment intérieur*) bis zur Verstandestätigkeit (*l'entendement, facultés de l'intelligence*) fortschreitet. Wird die Kraft der Lebensbewegung auf Reizbarkeit (*l'irritabilité*) zurückgeführt, so erklärt LAMARCK die physischen Ursachen der Gefühle mit einem weniger oder komplexer entwickelten Nervensystem. Aber erst die Entwicklung eines Hirns, das er als »accessorisches« Organ der Wirbelsäule bezeichnet, ermöglicht die Ausbildung eines »Beziehungsmittelpunktes für die Erzeugung des Gefühls«⁴⁸ und dadurch schließlich Verstandestätigkeit, Willen, Gedächtnis und Einbildungskraft.

Dem Gefühl kommt damit eine Zentralstelle in der Konstruktion der Lamarckschen Phylogenese zu, insofern es das »Band ist, welches das Physische mit dem Moralischen verbindet«, aber auch »Quelle des einen sowohl als des anderen ist.«⁴⁹ Mit dem Begriff des Gefühls aber kommt eine Pathosformel aus dem Zeitalter der *sensibilité*, eine Erfindung des 18. Jahrhunderts, zum Einsatz, die in eben jener Bedeutung – als »la base et l'agent conservateur de la vie« (Encyclopédie) – und in der Funktion, die disparaten Wahrnehmungen zu einer *sensibilité morale* zu bündeln, erst zum Medium werden konnte, das die Lücke zwischen physischen Ursachen und Verstand, zwischen Organischem und Intelligiblem schließt.

Auch die beiden Lehrsätze, mit denen sich der Name LAMARCK gemeinhin verbindet, das Gesetz über die Stärkung und Schwächung der Organe *qua* Gebrauch und das Gesetz über die Fortpflanzung der durch den Einfluß der Verhältnisse und den Gebrauch veränderten Organe, korrespondieren mit Vorstellungen zeitgenössischer Kulturphilosophie. Dort war die Idee der Höherentwicklung bereits allgemein anerkannt, sei es in J. J. ROUSSEAUS Begriff der Perfektibilität in seinem *Diskurs über den Ursprung und die Grundlagen der Ungleichheit unter den Menschen* (1755), in dem die früheren Völker oder Kulturen als »Kinder der Menschheit« erscheinen, sei es in J. G. HERDERS *Völkergeschichte*, die sich am Schema aufsteigender Formen orientiert, oder in Friedrich SCHLEGELS *Geschichte der alten und neuen Literatur* (1812), die Epochengeschichte als Generationengeschichte erzählt und im Bild eines Stammbaums mündet, in dem die verschiedenen Literaturen aufeinander folgen und auseinander erwachsen: »Betrachten wir nun den gesamten Baum der Kunst und Erkenntnis und wissenschaftlichen Überlieferung, wie er sich in seiner ersten Abstammung und nach seiner ganzen Verzweigung, durch alle Zeiten und Sprachen, durch alle Stufen der Bildung und der Religion

48 LAMARCK 1876, S. 360.

49 LAMARCK 1876, S. 509.

ausbreitet, so haben wir die mannigfachen Äste und Zweige desselben vorzüglich bei zehn Nationen verfolgen und nachweisen können.«⁵⁰

Hier wird der Stammbaum zum Schema einer universalgeschichtlichen Darstellung, in der die Deszendenz in eine hierarchische Abstufung umgedeutet ist. Das heißt, die *Abfolge* ist transformiert in die *Abstufung* einer Geschichte, deren Aufwärtsbewegung sich als Vervollkommnung darstellt. Wird der Aufstieg der »Geistesbildung« hier als Durchgang durch »alle Weltalter« dargestellt, so verkörpern die verschiedenen nationalen Kulturen Einheiten, die die Lebensalter der Gattung repräsentieren. Als Stufe in der Höherentwicklung der Gattung kommt den einzelnen Kulturen selbst allerdings keine Entwicklung zu. Insofern geht die Konstruktion ahistorischer Einheiten, in diesem Fall sind es nationale Literaturen, auch hier dem Evolutionsgedanken voraus.

In Johann Gottfried HERDERS *Ideen zur Philosophie der Geschichte der Menschheit* (1784–1791), deren Publikation mehr als zwei Jahrzehnte vor LAMARCKS Buch begann, sind bereits zahlreiche Elemente der Evolutionstheorie vorhanden. Neben dem Bild der Kette und dem Schema einer Abfolge von Kulturen oder Völkern, einer »Entwicklung der Wesen auseinander«,⁵¹ verfolgt seine Darstellung bereits die Frage nach deren Gerichtetheit, konkret: ob es einen »Faden der Entwicklung durch die Jahrhunderte hindurch« gäbe. Doch in seiner Stammesgeschichte der Menschheit, die sichtlich durch die Thesen der Epigenese beflügelt wurde, wird auch die Weiterentwicklung der einzelnen Völker erörtert, und zwar – ähnlich wie dann bei LAMARCK – unter dem Gesichtspunkt von Einflüssen, in diesem Falle geographischen und klimatischen Bedingungen. Andererseits stellt die geographische Ordnung als Matrix für die Klassifikation der Völker (asiatische, afrikanische, Griechen, Amerikaner) eine quasi natürliche Voraussetzung dar, deren Konstitution selbst nicht weiter reflektiert wird, um statt dessen als Gegenstand einer Abstammungserzählung zu funktionieren. Wenn sich in HERDERS Darstellung die Wissensfiguren von Karte und Stammbaum überlagern, dann ist das ein Symptom für den »Zwist der Genesis mit dem Klima«, den er thematisiert, eine Formel, in der sich unschwer ein Leitmotiv der späteren Evolutionstheorie erkennen läßt:

- Zur Karte: »Und so bekämen wir, mit einigen Charten zur Anschauung, eine physisch-geographische Geschichte der Abstammung und Verartung unsres Geschlechts nach Klimaten und Zeiten, die Schritt vor Schritt die wichtigsten Resultate gewähren müßte.«⁵²
- Zur Genetik: »Nicht nur der Keim unsrer innern Anlagen ist genetisch wie unser körperliches Gebilde: sondern auch jede Entwicklung dieses Keimes hängt vom Schicksal ab, das uns hie und dorthin pflanzte und nach Zeit und Jahren die Hilfsmittel der Bildung um uns legte.«⁵³

Und noch eine andere, erst viel später unter dem Namen des Haeckelschen Gesetzes prominent gewordene Idee findet sich bereits bei HERDER, die Vorstellung nämlich, daß jedes Lebewesen in seiner Ontogenese die Entwicklung der Art wiederholen müsse. Insofern kann HERDERS Entwurf durchaus als eine Evolutionstheorie *avant la lettre* bezeichnet werden. Deren Schauplatz betrifft eine vergleichbare Übergangskonstellation wie LAMARCKS Projekt auf dem Felde der Naturgeschichte. Während HERDERS Ordnung der Völker als naturgegeben er-

50 SCHLEGEL 1961, S. 418.

51 HERDER 1989, S. 62.

52 HERDER 1989, S. 281.

53 HERDER 1989, S. 336f.

scheint und er sein Entwicklungskonzept aus dem Widerstreit von Karte und Stammbaum gewinnt, entspringt LAMARCKS natürliche Ordnung dem Zusammenspiel aus den Wissensfiguren der *histoire naturelle* (Kette/scala) und der Archivtechnik der *distribution*, während seine phylogenetische Konzeption durch den Einsatz der *sensibilité* als Medium zwischen Physiologie und Moral zustande kommt.

Eine der ersten *expliziten* Verwendungen des Begriffs Evolution⁵⁴ findet sich aber in F. W. J. SCHELLINGS *System des transcendentalen Idealismus* (1800), dessen Entwicklungsgeschichte des Ichs hin zum Selbstbewußtsein sich an Vervollkommnung und Teleologie orientiert und dabei – im Vorgriff auf die wissenschaftlichen Verhandlungen um den psycho-physischen Parallelismus ein Jahrhundert später – von einem »Parallelismus der Natur mit dem Intelligenten« ausgeht. Dieser könne nur durch eine Verbindung beider Wissenschaften erfaßt werden. Im Unterschied zu HERDER und LAMARCK, die an der *Schwelle* zwischen Naturgeschichte und Philosophie operieren, zielt SCHELLINGS System auf eine *Zusammenarbeit* beider Wissenschaften, die er als Gegenstücke zueinander begreift: »Was den Verfasser hauptsächlich angetrieben hat, auf die Darstellung jenes Zusammenhangs, welcher eigentlich eine *Stufenfolge* von Anschauungen ist, durch welche das Ich bis zum Bewußtsey in der höchsten Potenz sich erhebt, besonderen Fleiß zu wenden, war der Parallelismus der Natur mit dem Intelligenten, auf welchen er schon längst geführt worden ist, und welchen vollständig darzustellen weder der Transcendental- noch der Natur-Philosophie allein, sondern nur *beiden Wissenschaften* möglich ist, welche eben deswegen die beiden ewig entgegengesetzten sein müssen, die niemals in eins übergeben können.«⁵⁵

Was aus diesen Lektüren einiger Schriften aus der Entstehung der Evolutionstheorie deutlich geworden sein sollte, ist, (1) daß das Konzept der Evolution aus einer Interaktion von natur- und kulturgeschichtlichen Paradigmen entstanden ist, (2) daß der Transfer von Begriffen, Bildern und Figuren zwischen beiden Registern dafür eine produktive Rolle spielte, (3) daß die Evolutionstheorie aus einer Umstellung der Ordnung der Dinge von Klassifikation auf Genealogie hervorgegangen ist, und (4) daß aber auch noch, nachdem die Entwicklungsperspektive dominant geworden ist, die Evolutionstheorien das Paradigma der Klassifikation gleichsam als blinden epistemischen Fleck mit sich führen, und zwar in Form eines in die evolutionäre Dimension eingeschlossenen Problems der Konstruktion von Einheiten.

Literatur

- BARALDI, C., CORSI, G., und ESPOSITO, E.: GLU. Glossar zu Niklas Luhmanns Theorie der sozialen Systeme. Frankfurt (Main): Suhrkamp 1997
- BAYER, K.: Evolution – Kultur – Sprache. Eine Einführung. Bochum: Brockmeyer 1994
- BLUMENBACH, J. F.: Über den Bildungstrieb (1780). Göttingen: Johann Christian Dieterich 1791
- BLUMENBERG, H.: Anthropologische Annäherung an die Aktualität der Rhetorik (1971). In: KOPPERSCHMIDT, J. (Ed.): Rhetorische Anthropologie. Studien zum Homo rhetoricus. München: Fink 2000
- DAWKINS, R.: The Selfish Gene (1976). Oxford, New York: Oxford University Press 1986
- FIGGE, U. L. (Ed.): Die Kultur und ihre Evolution in humanethologischer und semiotischer Perspektive. Bochum: Brockmeyer 1995

54 Zum Beispiel: »Solange das Ich in der ursprünglichen Evolution der absoluten Synthesis begriffen ist«, vgl.

SCHELLING 1985, S. 465.

55 SCHELLING 1985, S. 399.

- FÖGEN, M. T.: Römische Rechtsgeschichten: über Ursprung und Evolution eines sozialen Systems. Göttingen: Vandenhoeck & Ruprecht 2002a
- FÖGEN, M. T.: Rechtsgeschichte – Geschichte der Evolution eines sozialen Systems. Rechtsgeschichte. Zeitschrift des Max-Planck-Instituts für europäische Rechtsgeschichte Nr. 1 (2002b)
- GOULD, S. J.: Illusion Fortschritt. Die vielfältigen Wege der Evolution. (1996) Frankfurt (Main): Fischer 1999
- HERDER, J. G.: Ideen zur Philosophie der Geschichte der Menschheit (1784–1791). Herausgegeben von M. BOLLACHER. Frankfurt (Main): Deutscher Klassiker Verlag 1989
- KAY, L. E.: Das Buch des Lebens. Wer schrieb den genetischen Code? München: Hanser 2000
- LAMARCK, J.: Zoologische Philosophie. Jena: Hermann Dabis 1876
- LEFEVRE, W.: Die Entstehung der biologischen Evolutionstheorie. Frankfurt (Main), Berlin, Wien: Ullstein Taschenbuch-Verlag
- LEROI-GOURHAN, A.: La geste et la parole (1964/65). Dt.: Hand und Wort: die Evolution von Technik, Sprache und Kunst. Frankfurt (Main): Suhrkamp 1988
- LOVEJOY, A. O.: The Great Chain of Being. A Study of the History of an Idea (1933). Dt.: Die große Kette der Wesen. Geschichte eines Gedankens. Frankfurt (Main): Suhrkamp 1985
- LUHMANN, N.: Evolution und Geschichte. In: LUHMANN, N.: Soziologische Aufklärung 2. Aufsätze zur Theorie der Gesellschaft (1975). Opladen: Westdeutscher Verlag 1992a
- LUHMANN, N.: Systemtheorie, Evolutionstheorie und Kommunikationstheorie. In: LUHMANN, N.: Soziologische Aufklärung 2. Aufsätze zur Theorie der Gesellschaft (1975). Opladen: Westdeutscher Verlag 1992b
- MÉTRAUX, A.: Von der Körperanatomie zur Textarchitektur. Über die Verteilung der Lebewesen in der Biologie um 1800. (Unveröffentlichtes Manuskript, Vorlage zur Diskussion während des Aufenthaltes von A. MÉTRAUX als Gastwissenschaftler am Zentrum für Literaturforschung Berlin im November 2001)
- RIEDL, R.: Riedls Kulturgeschichte der Evolutionstheorie. Die Helden, ihre Irrungen und Einsichten. Heidelberg: Springer 2003
- SCHELLING, F. W. J. VON: System des transcendentalen Idealismus (1800). In: SCHELLING, F. W. J. VON: Ausgewählte Schriften. Herausgegeben von M. FRANK. Bd. I. Schriften 1794–1800. Frankfurt (Main): Suhrkamp 1985
- SCHLEGEL, F.: Geschichte der alten und neuen Literatur. Herausgegeben von H. EICHNER. Kritische Friedrich Schlegel-Ausgabe. Herausgegeben von E. BEHLER. Bd. 16. Paderborn, München, Wien: Schöningh 1961
- SCHMIDT, S. J. (Hg.): Der Diskurs des Radikalen Konstruktivismus. Frankfurt (Main): Suhrkamp 1987
- TOMASELLO, M.: Die kulturelle Entwicklung des menschlichen Denkens. Zur Evolution der Kognition. Frankfurt (Main): Suhrkamp 2002
- VOIGT, R.: Evolution des Rechts. Baden-Baden: Nomos-Verlags-Gesellschaft 1998
- WEIGEL, S.: Der Text der Genetik. Metaphorik als Symptom ungeklärter Probleme wissenschaftlicher Konzepte. In: WEIGEL, S. (Ed.): Genealogie und Genetik. Schnittstellen zwischen Biologie und Kulturgeschichte. Berlin: Akademie Verlag 2002
- WEIGEL, S.: Das Gedankenexperiment – Nagelprobe auf die *facultas fingendi* in Wissenschaft und Literatur. In: MACHO, T., und WUNSCH, A. (Eds.): Science and Fiction: Über Gedankenexperimente in Wissenschaft, Philosophie und Literatur. Frankfurt (Main): S. Fischer 2003a
- WEIGEL, S.: Genealogie. Zu Ikonographie und Rhetorik einer epistemologischen Figur in der Geschichte von Kultur- und Naturwissenschaft. In: SCHRAMM, H., et al. (Eds.): Bühnen des Wissens. Interferenzen zwischen Wissenschaft und Kunst. S. 226–267. Berlin: Dahlem University Press 2003b
- WEIGEL, S.: Pathos – Passion – Gefühl. Schauplätze affekttheoretischer Verhandlungen. In: WEIGEL, S.: Literatur als Voraussetzung der Kulturgeschichte. München: Fink 2004a
- WEIGEL, S.: Text und Topographie der Stadt. Symbole, religiöse Rituale und Kulturtechniken in der europäischen Stadtgeschichte. In: WEIGEL, S.: Literatur als Voraussetzung der Kulturgeschichte. München: Fink 2004b
- WEIGEL, S.: Zur Rolle von Bildern und Metaphern in der Rhetorik der Biowissenschaften. In: MUTIUS, B. VON (Ed.): Die andere Intelligenz: Wie wir morgen denken werden. Ein Almanach neuer Denkansätze in Wissenschaft, Gesellschaft und Kultur. Stuttgart: Klett-Cotta 2004c
- WELLBERY, D.: Die Ausblendung der Genese. Grenzen der systemtheoretischen Reform der Kulturwissenschaften. In: KOSCHORKE, A., und VISMANN, C. (Eds.): Widerstände der Systemtheorie. Kulturtheoretische Analysen zum Werk von Niklas Luhmann. S. 19–27. Berlin: Akademie Verlag 1999
- WIELAND, W.: Artikel »Entwicklung, Evolution«. In: BRENNER, O., et al. (Eds.): Geschichtliche Grundbegriffe. Bd. 2. Stuttgart: Klett-Cotta 1975
- WIENER, N.: Kybernetik. Regelung und Nachrichtenübertragung in Lebewesen und Maschinen (1948). Reinbek bei Hamburg: Rowohlt 1963
- WILSON, E. O.: Die Einheit des Wissens. Berlin: Siedler 1998

Evolution der Kultur oder Kulturgeschichte der Evolutionstheorie

WOLFF, C. F.: *Theoria Generationis* (1759). Leipzig: Verlag von Wilhelm Engelmann 1896

WUKETITS, F. M.: *Grundriß der Evolutionstheorie*. Darmstadt: Wissenschaftliche Buchgesellschaft 1989

Prof. Dr. Sigrid WEIGEL
Direktorin
Zentrum für Literaturforschung
Jägerstraße 10/11
10117 Berlin
Bundesrepublik Deutschland
Tel.: +49 30 20192173
Fax: +49 30 20192154
E-Mail: litera@zfl.gwz-berlin.de

Diskussion V

PARTHIER: Frau WEIGEL, Sie haben eine Fülle von interessanten Anregungen gegeben, z. B. Ihr Gedankenexperiment über die Gaterslebener Begegnung 2105. Meine Meinung – und das ist zugleich auch eine Art Glaubensbekenntnis zu den Ausführungen von Herrn BACHMANN – ist, daß auch im Jahr 2105 hier nach wie vor über die Menschen geredet wird; natürlich auch über Roboter; und vielleicht werden dann sogar Roboter über Menschen reden, jedoch werden noch immer Menschen den Knopf drücken, wenn die Roboter reden dürfen.

Mein zweiter Gesichtspunkt bezieht sich auf die zwei Kulturen nach SNOW. Die Diskussion wird ununterbrochen immer weiter geführt, und die Meinungen bleiben sehr unterschiedlich: Kommen Geistes- und Naturwissenschaften näher zusammen oder wird der Graben zwischen beiden immer breiter? Es gibt dezidiert beide Meinungen, und es finden sich auch Beispiele für beide Ansichten. Ich meine, daß es zwar langsam vorangeht, aber daß dieser Graben doch übersprungen werden kann. Die Gaterslebener Begegnungen zeigen sich gerade diesem Anliegen verpflichtet. Obwohl es gute Ansätze gibt, wird noch viel aneinander vorbeigeredet.

Mein dritter Punkt ist ein historischer Aspekt. Ich bin der Ansicht, daß man nicht mit LUHMANN sagen kann: Evolution der Geschichte. Die Geschichte der Evolutionstheorie ist natürlich Teil der Geschichte der Biologie.

BACHMANN: Ich möchte einen Punkt klarstellen, der wichtig ist. Frau WEIGEL, Sie gingen darauf ein, daß es verschiedene Definitionen und Formen von Information gibt, z. B. die mathematische, die semantische, die semiotische Information. In meinen Ausführungen hatte ich diese verschiedenen Formen alle zusammen gemeint und nicht etwa nur eine. Sie meinten nun, die verschiedenen Formen würden zusammengeworfen. Ich wollte aber diese verschiedenen Formen gemeinsam betrachten. Das ist etwas anderes, als sie zusammenzuwerfen.

WEIGEL: Meine Beobachtung über die Vermischung bezog sich vor allem auf den öffentlichen Diskurs über Information in den *Life Sciences*. Für Ihren Ansatz ist der informationstheoretische Informationsbegriff grundlegend. Dieser wird an der Stelle interessant, wo es um semiotische Kommunikation geht, die eingesetzt wird, um die Entstehung zweigeschlechtlicher Vererbung zu ermöglichen. Das ist Semiotik im engeren Sinne, nämlich als Zeichensystem.

Mir ging es nun darum, daß der Kulturbegriff in den Geisteswissenschaften eigentlich erst dort beginnt, wo Zeichensysteme überschritten werden. Er setzt dort an, wo feste semiotische Systeme, die arbiträr funktionieren, verlassen werden, weil die einzelnen Subjekte mit ihrer Einbildungskraft, mit ihren Träumen, mit ihren Phantasien immer darüber hinaus gehen. Vor allen Dingen ist das in Kunst und Literatur, aber auch in der Sprache anderer Bereiche der Fall.

Ein semantischer Informationsbegriff muß immer mit der Mehrdeutigkeit von Zeichen rechnen. Es gibt im gesamten Feld der Geisteswissenschaften keine Eindeutigkeit von Zeichen. Zum Beispiel sind die Gestik und die gesamte Körpersprache in hohem Maße kulturell unterschiedlich. Wenn diese in Bildern oder anderen Kunstformen dargestellt werden, kommt ein weiteres Darstellungsproblem hinzu. Ein Problem der Analyse von Bedeutungen, an dem der Kunsthistoriker Aby WARBURG lange gearbeitet hat. WARBURG hat Jahrzehnte lang Bilder aus der abendländischen Kunstgeschichte gesammelt und dabei bestimmte Gesten untersucht. Er hat versucht, daraus einen Bilderatlas von Pathosformeln, d. h. ein Archiv körpersprach-

licher Gesten im Bildgedächtnis Europas, zu erstellen, ein Register visueller Darstellungen zusammenzustellen. Dabei stößt man natürlich auf eine Reihe von Problemen, u. a. auf solche Fragen: Wie werden sie tradiert? Sind das Zitate? Sind das Übernahmen? Sind das Übersetzungen? Jede einzelne Konstellation funktioniert dann unterschiedlich. Es geht nicht mehr um ein Zeichen, das dieses oder jenes bedeutet, sondern es dreht sich z. B. um die Frage, warum man in der Renaissance Zeichen aus der antiken Kunst übernommen hat und mit welchen Verschiebungen das geschah.

Hier fügt sich ein weiterer Punkt an. Es ist nicht allein die Sprache, die den Menschen von den Tieren unterscheidet. Vielmehr ist es ein Moment der Sprache der Menschen, der ihre Komplexität ausmacht. Ich will das an einem Beispiel illustrieren. Einer der Theoretiker, der die Reformulierung von Geistes- in Kulturwissenschaften sehr stark befördert hat, Clifford GEERTZ, beschreibt die Szene eines Augenzwinkerns und fragt: Ist dieses Augenzwinkern eine unwillkürliche Reaktion, ist es ein Zeichen in einer fremden Kultur, das wir nicht kennen, oder ist es eine ironische Verständigung über ein Zeichen? Das deutet die vielfältigen Bezüge an, die Kulturwissenschaftler in Bildern und Texten untersuchen. Es geht also um Ironie, die Möglichkeit zu zitieren, die Möglichkeit zu übersetzen, den Transfer und die Transformation von Zeichen in andere Systeme. Das ist tatsächlich etwas – ich will hier nicht sagen, was den Menschen von den Tieren unterscheidet, dazu verstehe ich von Tieren zu wenig –, aber doch etwas, was die Methodologie der Geisteswissenschaften herausfordert und dazu führt, daß in den Geisteswissenschaften andere Methoden entwickelt worden sind als etwa ein Katalog anthropologischer Universalien und deren Klassifikationen. Das schließt Fragen nach der Textualität und Bildlichkeit, nach Medien und Kulturtechniken ein. Das betrifft ein semantisches Konzept von Sprache und einen Kulturbegriff, der sich von dem naturwissenschaftlichen oder biowissenschaftlichen Begriff deutlich unterscheidet.

Es wäre daher interessant und möglicherweise auch produktiv, wenn z. B. Hirnforscher und Geisteswissenschaftler zusammenarbeiten würden, weil dann etwa die Frage der Lokalisierung von Sprachleistungen, die heute in den hirnphysiologischen Karten sehr weit vorangekommen ist, mit der ganzen Tradition sprachlicher Symbolsysteme, visueller Traditionen usw. zusammengebracht werden könnte. Im Moment folgt man aber überwiegend dem Paradigma der sogenannten dritten Kultur. Das ist der Versuch, Gegenstände, die traditionell von den Geisteswissenschaften behandelt wurden, physikalisch oder physiologisch zu reformulieren. Dabei kommt es aber zu einer Vernachlässigung bzw. Ausblendung von Fragen der angesprochenen Vieldeutigkeit und der kulturgeschichtlichen Voraussetzungen von Bedeutungen.

Meiner Ansicht nach ist es schade, daß diese wünschenswerte Kooperation durch die Konkurrenz der ›zwei Kulturen‹ nicht zustande kommt. Die Konkurrenz ergibt sich aus einer wissenschaftspolitischen Konstellation, in der es offenbar darum geht, den Bereich, den bisher die Geisteswissenschaften untersucht haben, nun naturwissenschaftlich zu beschreiben. Der Effekt ist tatsächlich eine Reduktion von Komplexität. Wenn es tatsächlich wünschenswert wäre, unsere kulturellen Praktiken auf ein Register von als Zeichensystem beschreibbaren Verhaltensweisen zu reduzieren, dann wären die Geisteswissenschaften – so wie es der Berliner Finanzsenator gerade formulierte – in der Tat überflüssig. Mein Plädoyer geht in eine andere Richtung. Meine Vision wäre, daß Künstler, Geisteswissenschaftler und Naturwissenschaftler zusammenarbeiten, da Künstler manchmal Dinge herausfinden, die Wissenschaftler nicht sehen. Das hat damit zu tun, daß sie andere *experimentelle* Zugänge entwickelt haben, mit denen sie Aspekte und Möglichkeiten neuer Technologien und Konzepte erproben, die Wissenschaftlern wegen ihrer Arbeitsbedingungen, zum Teil aber auch aus ethischen Grün-

den nicht möglich sind. Das experimentelle Probehandeln in der Kunst bewegt sich gewissermaßen in einem anderen Feld. Die Zusammenarbeit mit Künstlern ist daher etwas, was ich unbedingt begrüßen würde.

HÖLLDOBLER: Frau WEIGEL, ich stimme Ihnen völlig zu, daß wir viel enger zusammenarbeiten sollten. Ich sehe überhaupt keine Spaltung dieser Kulturen. Im Gegenteil glaube ich, daß diese Kulturen viel stärker zusammenwachsen müssen. Erst dann wird es wirklich produktiv.

Mein Problem führt nochmals zur Information zurück: Kommunikation unter Tieren ist nicht eindeutig. Sie ist oft vieldeutig, und es kommt auf den Empfänger des Signals an, wie dann die Entscheidung ausfällt. Wir sollten einfach festhalten, daß auch Tierkommunikation sehr komplex sein kann. Es kann durchaus auch hier eine Vielzahl von Signalen miteinander kombiniert werden.

Zum Problem der Familie. Die Biologen sehen natürlich *Familie* abhängig von der Paarungsstrategie, die herrscht. Man findet überall in der Natur – bis hin zum Menschen – Mechanismen des Familienerkennens, zum Teil des Verwandtschaftserkennens, die offensichtlich evolviert sind. Auch beim Menschen gibt es diese Mechanismen der Verwandtschaftserkennung und des Familienerkennens. Das ist nicht etwa das angeborene Erkennen der Gene oder der Blutsverwandtschaft, sondern das sind im Laufe der Ontogenese in einer bestimmten Zeitspanne durch Prägung erworbene Verhaltensprogramme. Meist handelt es sich um genetisch verwandte Individuen, auf die man geprägt wird; es gibt natürlich Ausnahmen. Selbst die Anthropologen, die sich zunächst stark gegen diese Rolle der genetischen Verwandtschaft gewandt hatten, mußten am Ende anerkennen, daß das Kernelement dieser Familienstrukturen genetische Verwandtschaft ist.

In einem zweiten Punkt geht es um das Erbrecht und die genetische Verwandtschaft. Möglicherweise haben mich hier Rechtsanthropologen bzw. Rechtshistoriker falsch informiert. Keiner sagt – auch ich nicht –, daß das Erbrecht *ausschließlich* auf genetischer Verwandtschaft fußt. Natürlich gibt es bei uns Menschen große Möglichkeiten für Variationen. Das müssen wir berücksichtigen und dennoch fragen: Gibt es einen generellen Trend? Liegt der in der genetischen Verwandtschaft? Oder spielen die Familien nach Ihrer Ansicht hier eine eher untergeordnete Rolle im Erbrecht? Das wäre sehr interessant. Nach meinen Gesprächen mit einem Rechtshistoriker und einem Anthropologen scheint auch in einigen sogenannten primitiven Kulturen das Erbrecht auf Familien zu beruhen, wenn denn vererbt wurde.

WEIGEL: Bisher gibt es *de facto* keine detaillierte historisch und kulturell vergleichende Erbrechtsforschung, noch weniger Untersuchungen, die Erbrecht, Familienkonzepte, biologische Theoreme und kulturelle Erbvorstellungen in ihrem Zusammenspiel erforschen. Nachdem ich am Zentrum für Literaturforschung ein Projekt zum Zusammenhang biologischer und kultureller Konzepte von Generation und Genealogie durchgeführt habe, plane ich derzeit ein Projekt zur Geschichte von Erbe und Vererbung. Ich leite zur Zeit ein größeres Forschungsprojekt zur Vererbung und bin im Moment dabei, den Ansatz interdisziplinär auszuweiten. Was wir aber auf der Grundlage bisheriger Historiographien wissen, besagt, daß die Verbindung von Verwandtschaftskoeffizient und Vererbungsregel ein Produkt der Moderne ist. Das hat sich in Europa erst in der Moderne durchgesetzt.

Das Erbrecht war ein zentraler Punkt in der Französischen Revolution. Man versuchte, die

Testierfreiheit, die der Willkür Tür und Tor geöffnet und vor allem die familiären Erben sehr häufig benachteiligt hatte, einzuschränken. Die Kritik am Erbrecht des *Ancien Régime* war ein entscheidender Punkt, der mit einem politischen Ziel verbunden war: Keine Generation sollte durch die vorherige determiniert sein. Die Idee, daß die junge Generation ihr Leben und ihre Zukunft selbst bestimmt, richtete sich zugleich gegen ein politisches System und ein Erbsystem. Es gibt da also einen interessanten Umbruch, der in Frankreich und Deutschland im 19. Jahrhundert immer wieder zu Rechtsänderungen geführt hat. In Deutschland kam dieser Prozeß erst mit der Festschreibung im Bürgerlichen Recht von 1900 zum Abschluß. Außerdem gibt es kulturell große Unterschiede zwischen dem römischen und dem germanischen Recht. Im germanischen Recht stand immer der Stamm im Mittelpunkt, im römischen Recht dagegen der Vertrag. So adoptierten dort z. B. viele einen Sohn, um dem etwas vererben zu können. Es ging darum, die ökonomischen Verhältnisse zu erhalten. Im alttestamentarischen Erbrecht war es dagegen z. T. so, daß erworbener Besitz nicht an die Familie weiter vererbt werden durfte, sondern an den Verkäufer zurückfiel.

Die Bindung des ökonomischen Erbes an die genetische Familie ist tatsächlich erst ein Produkt der Moderne. Es hat seine Vorläufer im germanischen Recht mit dem bestimmten Stammesdenken und dem Familienbegriff. Es gibt hierzu allerdings nur wenig Forschung.

Woher aber kommen eigentlich diese Konzepte? Welche Änderungen gibt es in den Bedeutungen von Verwandtschaft, Familie, Geschlechterbeziehung usw.? Für mich war die Begriffsgeschichte der Generation ein »Eye-opener«, weil plötzlich klar wurde, daß es sich dabei um einen Begriff handelt, den erst das Denken der Moderne in einem hohen Maße geprägt hat, den es vorher so nicht gegeben hat: weder die Generation als Jahrgangsgruppe, also eine synchrone Einheit, noch die Generation als Kategorie der sexuellen Reproduktion. Es gibt vorher die alten Stammbäume, die Ahnentafeln, die Adelsprüfungen usw., in deren Zusammenhang der Begriff *Generation* vorkommt. In dem modernen Sinne aber ist er tatsächlich erst mit der *Naturwissenschaft*, d. h. der modernen Biowissenschaft, wie sie seit dem 18. Jahrhundert entstanden ist, begründet worden. Parallel dazu ist Generation als sozialer Begriff entstanden, im Sinne von junger und alter Generation, und damit steht die Verhandlung über das Erbe in Zusammenhang. Das läßt sich an vielen Beispielen zeigen.

Zu dem Problem der Verwandtschaft in der Natur möchte ich keine Aussagen machen. Das ist Ihr Feld als Biologen. Wenn dort die Familie eine dominante Kategorie ist, dann kann ich das nur insoweit kommentieren, als die Familie als klassifikatorischer Begriff der Arten oder Gattungen im 18. Jahrhundert, im Kontext der Linnéschen Tableaus dominant geworden ist. In der menschlichen Geschichte existieren große Differenzen. Die heutige Familienform, für die »Blutsverwandtschaft« und Erbrecht prägend sind, ist nur diejenige, die sich durchgesetzt hat in der Moderne. Was sich durchsetzt, ist jedoch kein Naturprozeß, sondern hängt ab von vielfältigen Faktoren, auch von Macht, Politik, Gesetzesregelungen usw. Inzestverbot und Erbrecht beispielsweise sind Instrumentarien, mit denen der Begriff Familie in seiner je spezifischen Ausformulierung geprägt wird.

Es gibt derzeit ein anderes Forschungsprojekt zur Freundschaft, gefördert von der VW-Stiftung, das von der Beobachtung ausgeht, daß Freundschaftsbeziehungen oder andere soziale Beziehungen die Forschung bisher nicht in dem Maße interessiert haben wie die Familie. Daher wissen wir sehr viel mehr über die Familie und ihre Geschichte als über andere Beziehungsmodelle. Das ist also auch ein Ergebnis von Erkenntnisinteressen. Was wir am ZfL in unseren Forschungen über Vererbung herausgefunden haben, ist, daß diese Engführung von Familienmodell, Genetik und Vererbung wirklich ein Produkt der Moderne ist.

ZUR LIPPE: Wenn ich das Gesagte betrachte, dann haben wir bereits ein ziemlich komplettes und durchführbares Konzept für eine neue Tagung vorgetragen. Und meine Frage ist, wann machen wir die wo?

Ich habe in diesem Raum gelegentlich einen Aspekt auszuführen versucht, der Ihre Argumentation aufnimmt und unterstützt. Mein Eindruck ist, daß die Naturwissenschaftler im Grunde ein eigenes Interesse daran haben, sich darauf einzulassen. Die Eingrenzung der Fragen wird durch ethische Probleme immer schwieriger werden, weil die Fragen immer abstrakter und immer defensiver sind, immer ferner von dem, worum es uns eigentlich geht, einsetzen. Infolgedessen haben Naturwissenschaftler und Naturwissenschaftlerinnen ein großes eigenes Interesse, die ästhetische Beschäftigung mit ihrem Gegenstand mit einzubeziehen, weil die Fragen, um die es heute geht, nur unzureichend bzw. einseitig von den feststellenden Wissenschaften erfaßt werden können. Es bedarf also dieser Kooperation. Ich habe einiges davon, aus der Tradition von GOETHE her, hier für die Kooperation von Wissenschaften und Künsten angeführt. Wenn wir besser wissen, was uns da eigentlich begegnet und womit wir uns beschäftigen, dann können wir auf anderen Ebenen darüber sprechen und vielleicht auch entscheiden.

Frau WEIGEL, vielleicht können Sie uns noch helfen, etwas in den Blick zu bekommen, was bisher nicht das Thema war. Wenn ich richtig zugehört habe, dann ist Kultur immer nur als ein Ergebnis von Evolution befragt worden. Mir scheint Kultur – und das wurde aus einigen Beispielen indirekt deutlich – ist aber immer nach zwei Seiten an der Evolution beteiligt, nämlich einmal als etwas, das die Wesen von der Natur freier macht, so könnte man vielleicht sagen, und auf der anderen Seite als die Dimension, in der aus dieser Freiheit neue Antworten auf die Gegenseite gegeben werden. Sie haben hier den Begriff der Metapher und der Zeichen diskutiert, ich würde noch den Begriff Chiffre hinzusetzen, der genau diese Praktikabilität eines Spektrums zu enthalten scheint. Könnten Sie noch ein Wort zu dieser Doppelfunktion von Kultur sagen?

SCHIEFENHÖVEL: Zum Komplex Familie haben wir ein Instrumentarium, um solche Fragen zu lösen, nämlich den Kulturenvergleich (vgl. MURDOCK, *Human Relations Area Files*). Natürlich kann man sagen, daß es bestimmte Perioden der europäischen Geschichte gibt, in denen Familienangelegenheiten, das Stillen usw. anders geregelt worden sind. Wenn ich das allerdings genauer betrachte, dann ist eben die Kernfamilie die klassische Weise der Grundstrukturierung der Gesellschaft. Dafür gibt es eine ausgezeichnete Datenbasis.

Für den erforderlichen Dialog, den wir unbedingt brauchen, wäre mir wohler, wenn Sie neben aller unzweifelhaft vorhandenen Kulturdiversität auch die vorhandenen Universalien hervorheben würden. Das habe ich etwas vermißt. Wenn Sie die bildende Kunst Europas, die Gesten abbildet, befragen, ob es sich dabei um Zitate handelt usw., ist das durchaus in Ordnung. Man sollte aber darüber nicht vergessen, daß es geradezu klassische Beispiele dafür gibt, daß die mimische Kommunikation weltweit erkannt und verstanden werden kann. Daran kann man nicht rütteln.

WEIGEL: Ich habe nicht die Existenz von Universalien, z. B. von sechs Basisemotionen, in Frage stellen wollen, nur den begrenzten Aussagewert eines solchen Katalogs ausgesprochen. Ich habe nur dafür plädiert, daß es darüber hinaus noch ein weites Feld für Untersuchungen gibt, jenes Gebiet, in dem wir geistes- bzw. kulturwissenschaftliche Methoden benötigen.

GERSTENGARBE: Ich habe eine erkenntnistheoretische Frage für Ihre neue Kulturwissenschaft. Wenn ich Sie recht verstanden habe, dann meinen Sie, daß es in einem bestimmten Zeitraum eine ganze Reihe von Denkfiguren gibt, die in die einzelnen Wissenschaftsdisziplinen übernommen werden und mit denen diese verschiedenen Disziplinen dann neue Erkenntnisse gewinnen. In den Naturwissenschaften scheint es jedoch genau umgekehrt abzulaufen. Man hat einen Versuch, mit dem man ein Phänomen erklären will. Aus dem Ausgang des Versuchs kann man dann eine Theorie entwickeln. Werden solche Denkfiguren nicht doch ursprünglich erst einmal für ein Fach konstruiert? Danach kann man dann natürlich fragen, welchen Einfluß solche disziplinär gewonnenen Denkfiguren in anderen Gebieten entfalten.

WEIGEL: Zu dem erkenntnistheoretischen Problem nur eine kurze Klärung. Natürlich hat jedes Fach seine eigenen Begriffe. Mir ging es jedoch um den kreativen Einsatz von Metaphern an jenen Stellen, an denen etwas ungelöst ist und gelöst werden soll. Dann werden häufig Bilder aus anderen Bereichen aufgegriffen, übernommen und entfalten dabei ihre Kreativität. Das geschieht selbstverständlich innerhalb eines bestimmten Kontexts. Ein Beispiel dafür ist sicher der Begriff der Information in den Biowissenschaften oder die Idee eines Codes, den es dann zu knacken galt, was nichts anderes meint, als den Versuch, die Übersetzung von Nukleinsäuren in die Proteine als Formel genauer zu beschreiben.

Mir ist diese Frage vor allem deshalb wichtig – und ich äußere hier durchaus Kritik an meinem eigenen Fach –, weil viele Geisteswissenschaftler sich gegenüber den Naturwissenschaften ignorant verhalten. Die eingeübte Haltung, das alles habe einen Geisteswissenschaftler nicht zu interessieren, ist ein großes Problem. Fruchtbar wird der geisteswissenschaftliche Zugang aber dann, wenn es darum geht, die Metaphern in wissenschaftlichen Modellen genauer zu untersuchen, und zwar eben nicht ideologiekritisch. Viele Geisteswissenschaftler kritisieren etwa die Infektionsterminologie in der Medizin, weil da Kriegsmetaphern oder ähnliches zu finden sind. Das finde ich uninteressant. Ich finde hingegen interessant, auf welche Weise der Transfer zwischen den verschiedenen Registern etwas befördert. Daher der Blick in die Geschichte, weil die Trennung zwischen den ›zwei Kulturen‹ ja relativ jung ist. Es gibt sowohl in der der Trennung vorausgegangenen Geschichte als auch in den vorgängigen Feldern viel zu beobachten. Vielleicht können wir daraus auch etwas für die Gegenwart lernen, ohne das in eine Einheit des Wissens auflösen zu wollen, die es meiner Ansicht nach nicht geben kann. Die Kooperation in der Differenz wäre das, was ich vertrete.

WOBUS, U.: Als Naturwissenschaftler verwundert es einen zunächst, daß die Konzepte von *Generation* erst so spät entstanden sein sollen. Es war mir daher etwas unklar, in welchem Sinn Sie *Generation* verstanden wissen wollten: als Kohorte, junge und alte Generation, oder als Familienabfolge. Sie haben sich dann inzwischen auf beide Formen bezogen. Bereits in der Bibel werden aber Generationen so beschrieben, daß sie als Abfolgen gewissermaßen abzählbar sind. Folglich muß es doch ein Konzept von *Generation* gegeben haben, auch wenn das Wort noch fehlte. Die Naturwissenschaftler unterscheiden zwischen dem Konzept und seiner Benennung. Es ist dabei z. B. unwichtig, daß das Wort *Gen* viel später kam als das Konzept der Vererbung. Es ist nur ein Name, den man wählen kann, wie man will. Oder nehmen Sie die Vorfahrenbezeichnungen in den germanischen Sprachen. Die enthalten doch gerade das Konzept der Generationen. Oder sind die in diesen Sprachen so jung?

WEIGEL: Herr WOBUS, Sie sagen: Die Naturwissenschaftler interessieren sich nur für die Kon-

zepte, nicht für die Benennung. Dort liegt aber genau das, was die Geisteswissenschaften hinzufügen können – nämlich die Bedeutung der Sprache. Dann kommt man z. B. darauf, daß *Generation* in der modernen Bedeutung – MANNHEIM hat es formuliert als Kohorte, und in jeder Begriffsgeschichte wird Generation auf MANNHEIM, allenfalls DILTHEY, zurückgeführt, obwohl das so falsch ist – sich eben schon seit 1800 entwickelt, nur wurde damals noch nicht von Kohorte gesprochen, sondern Altersgruppe, aber durchaus in ähnlicher Bedeutung. Dieser Begriff entstand gleichzeitig mit einem Begriff von Generation als Zeugung, der *Theoria Generationis*, also einer Zeugungstheorie, die – neu für die Biologie – eine Vererbungstheorie entwickelt. Bei dem alten biblischen Generationsbegriff ging es hingegen um ein Geschlechtsregister. In den Familienerzählungen des Alten Testaments bzw. in der Erzählung der Herkunft von Jesus Christus sind es Geschlechtsregister, die als Kalender und als Zeitzählung dienen. Das findet man zur selben Zeit auch in anderen Kulturen, in der ganzen Antike ist das ein wichtiges Modell. Dann folgten im Mittelalter die Stammbäume, die zugleich Figuren für Familiengenealogien als auch für Wissen darstellen, in denen das ganze vorhandene Wissen abgebildet wurde. Wenn Sie sich die *Enzyklopädie* von DIDEROT und D'ALEMBERT ansehen, dann wird auch dort noch der Baum benutzt, um das ganze Register des Wissens in verschiedenen Klassen, die auseinander abgeleitet werden, darzustellen. Das war übrigens schon eine Evolutionstheorie des Wissens, die dem Versuch, Wissen zu ordnen, zu Grunde gelegt wird.

Warum ist nun die Sprache so wichtig? Nehmen wir als Beispiel den Begriff Geschlecht, mit dem im Mittelalter eine Familie, heute dagegen männliches und weibliches Geschlecht bezeichnet wird. Diese Bezeichnung des männlichen und weiblichen Geschlechts entstand Ende des 18. Jahrhunderts, gleichzeitig mit dem Einsatz eines neuen Generationsbegriffes und eines neuen Familienbegriffes. Das sind Umbrüche im Denken über Erbschaft und Vererbung, die sich sprachlich bzw. semantisch abbilden. Das heißt, die Sprache ist ein Symptom für Verschiebungen im Denken. Aufgrund derartiger historischer Umbrüche bedeutet die Bildung überhistorischer Einheiten für die Geisteswissenschaften eine Grenze evolutionstheoretischer Beschreibungen.

Es geht nun nicht darum, die eine Methode gegen die andere auszuspielen, sondern zu zeigen, daß die unterschiedlichen methodischen Zugänge zu verschiedenen Aussichten führen. Man kann etwa historische Umbrüche im Denken beschreiben, die die Grundlage dafür darstellen, daß wir heute evolutionstheoretisch denken. Die Evolutionstheorie ist ja nicht am Baum gewachsen oder vom Himmel gefallen, sondern sie ist von Menschen erfunden worden, und zwar aufgrund bestimmter historischer Voraussetzungen. Diese sind nicht isoliert zu betrachten, sondern sie stehen im Zusammenhang eines ganzen Feldes von Umbrüchen, das ich nur ganz kurz andeuten konnte: Französische Revolution, Enzyklopädie, Beginn von Wissenschaft als Naturwissenschaft, Beginn von Chemie, Physik und Biologie als einer Wissenschaft, die sich abgrenzt von der *histoire naturelle* und von der Naturbeschreibung. All das, was wir heute unter Naturwissenschaften verstehen, hat dort seinen Ursprung. Der Fortschritt der modernen Naturwissenschaft hat an diesem Punkt forciert eingesetzt.

Herr PARTHIER, Sie sagten die Geschichte der Biologie sei Teil der Biowissenschaften. Wenn das so wäre, fände ich das wunderbar. Es ist aber nicht so. Die Geschichte der Einzelwissenschaften ist heute nicht Teil dieser Wissenschaften, daher braucht es Wissenschaftsgeschichte. Ich setze mich, seitdem ich an der TU lehre, dafür ein, daß endlich ein wissenschaftshistorisches Begleitstudium obligatorisch eingeführt wird. Erst wenn das existiert, können die zwei Kulturen wirklich miteinander reden, vielleicht also in der nächsten Generation, die durch eine solche Schule gegangen sein wird.

Ethische Dimensionen

Professor Dr. Klaus Tanner

Wurde 1953 in Oberfranken geboren. Er studierte Evangelische Theologie in Neuendettelsau, München und Heidelberg und war Assistent und Akademischer Rat am Institut für Systematische Theologie und Ethik an der Ludwig-Maximilians-Universität in München. 1989 Promotion, 1993 Habilitation und Vikariat in Starnberg, Ordination zum Pfarrer der Evangelisch-Lutherischen Kirche in Bayern. 1993–1997 Professor für Systematische Theologie in der Philosophischen Fakultät der Technischen Universität Dresden. 1997 Berufung auf den Lehrstuhl für Systematische Theologie an der Martin-Luther-Universität Halle-Wittenberg.

Arbeitsgebiete: Protestantismus und politische Kultur im 19. und 20. Jahrhundert, Geschichte der Ethik und Grundlegungsfragen der Ethik. Er ist Mitherausgeber der *Zeitschrift für Evangelische Ethik*. Klaus TANNER ist Mitglied im Direktorium des interdisziplinären Zentrums »Medizin – Ethik – Recht« an der Martin-Luther-Universität Halle-Wittenberg. Von 2000 bis 2002 war er Mitglied der Enquete-Kommission »Recht und Ethik der modernen Medizin« des Deutschen Bundestages. Seit 2002: Mitglied der Zentralen Ethikkommission für Stammzellforschung, der Kammer für Öffentliche Verantwortung der Evangelischen Kirche in Deutschland und des Kuratoriums der Evangelischen Akademie zu Berlin und in weiteren Gremien.

Zwischen »Heuristik der Furcht« und Hoffnung auf Veränderung

Klaus TANNER (Halle/Saale)

1

Mit Evolutionstheorien thematisieren wir für uns die Wirklichkeit unter dem Aspekt der Veränderung und der Zeitlichkeit. Zeit strukturiert sich für den Menschen als reflektierendes Wesen in den Dimensionen von Gegenwart, Vergangenheit und Zukunft¹ Im zeitlichen Erleben machen wir elementare Differenzenerfahrungen. Wir erleben uns jetzt, unterschieden und in Distanz zu Vergangenheit und Zukunft. An der Vergangenheit können wir nichts mehr ändern, aber sie prägt uns. Die Zukunft können wir vielleicht in Grenzen mitgestalten, aber letztlich »in der Hand« haben wir sie nicht.

Die Fähigkeit, sich in der Gegenwart an der Zukunft zu orientieren, ist nach KANT das »entscheidendste Kennzeichen« jenes differenzierten Vermögens,² das er zusammenfassend mit dem Begriff »Vernunft« bezeichnet. Dementsprechend gehörte für KANT auch die Frage »Was darf ich hoffen?« zu den Schlüsselfragen, von denen der Mensch umgetrieben ist. Die berühmte Passage aus der *Kritik der reinen Vernunft* lautet: »Alles Interesse meiner Vernunft vereinigt sich in folgenden drei Fragen: 1. Was kann ich wissen? 2. Was soll ich tun? 3. Was darf ich hoffen?«³ Damit ist ein bis heute gültiger Kanon von Grundproblemen bezeichnet, in dem die Fragen nach Möglichkeiten und Grenzen wissenschaftlicher Erkenntnis und ethischer Theorie eng verknüpft sind.

Die Sonderstellung des Menschen als in der Zeit stehendes und zugleich über sie reflektierendes Wesen hat ihre Schattenseiten für die sinnbedürftigen Wesen, die wir offensichtlich sind. »Dieses Vermögen, nicht bloß den gegenwärtigen Augenblick zu genießen, sondern die kommende, oft sehr entfernte Zeit sich gegenwärtig zu machen [...] ist zugleich der unversiegenste Quell von Sorgen und Bekümmernissen, die die ungewisse Zukunft erregt und welcher alle Tiere überhoben sind.«⁴ Die Suche nach einem Mittel, diese Ungewißheit und Unruhe stillzulegen, durchzieht die menschliche Geschichte. Evolutionstheorien sind ein Versuch, den Raum des Ungewissen einzugrenzen durch Mechanismen der Anpassung und Selektion, die es dann erlauben, Ordnung in die Vielfalt der Entwicklungsmöglichkeiten zu bringen.

Die Versuche, mit evolutionstheoretischen Ansätzen die Wirklichkeit zu erklären, waren nicht mehr und nicht weniger erfolgreich als die religiösen oder säkularen Entwicklungslehren und Geschichtsphilosophien vorher.

1 Vgl. GIMMLER et al. 1997; WEIS 1995.

2 KANT 1973b, hier S. 53.

3 KANT 1971, B 833.

4 KANT 1973b, S. 53f.

Die Zukunft, die vor uns liegt, ist und bleibt notorisch ungewiß. Daran konnten alle elaborierten Modelle der Prognostik, der Zukunfts- und Trendforschung, der Technikfolgenabschätzung wenig ändern.⁵ Ihren Ausgangspunkt müssen solche Versuche der »Weitsicht« immer im Hier und Heute nehmen. Extrapoliert werden kann in Prognosen nur durch Analogiebildungen und die Annahme von irgendwelchen stabilen Parametern und Bedingungskonstellationen, mit denen die Komplexität von Veränderungsprozessen gezielt reduziert wird.⁶ Das Offene, Nichtvorhersagbare der Zukunft spiegelt sich in einem Wechselspiel von Fortschritts- und Verfallstheorien, von Heilsversprechen und Horrorszenerien, das bislang noch jede gravierende Neuerung in Wissenschaft, Politik und Kultur begleitet hat. Die Kehrseite der beschleunigten Veränderungsdynamik ist Unsicherheit »als vorherrschendes Lebensgefühl«.⁷

Ulrich BECK nennt in seinen Überlegungen zu Formen reflexiver Modernisierung das Zerbrechen des »Finalitätsmythos«, des »Kontrollmythos«, des »Rationalitätspathos« und des »Fortschrittstelos« als wichtige Kennzeichen unserer gegenwärtigen Lage. Die »Gewißheitsansprüche der Ersten Moderne« seien »entzaubert«. An ihre Stelle sei eine »gewußte Unge- wißheit« getreten.⁸

Der Wandel in der Wahrnehmung von Fortschritt und Zukunft ist in der Tat gravierend. Dieser Wandel soll im Folgenden exemplarisch beleuchtet werden.

Eine treibende Kraft dieser Veränderung unserer Wahrnehmung waren und sind neue Erkenntnisse der Naturwissenschaften und neue Technologien. »Fortschritt« ist ein »spezifisch moderner Bewegungsbegriff«.⁹ Er erhält sein charakteristisches Profil als »temporaler Perspektiven- und Planungsbegriff« in der frühen Neuzeit. Mit dem Machtzuwachs für den Menschen durch Naturwissenschaft und Technik kann die Zukunftsgestaltung allererst zu einer menschlichen Aufgabe werden.

Von Anbeginn ist dieses Wahrnehmungsmuster begleitet von zwei Klagen. Einerseits wurde befürchtet, die sich immer mehr beschleunigende Entwicklung werde den Menschen zunehmend entfremden von seinen »natürlichen« Grundlagen und den traditionellen Lebensformen. Geklagt werden konnte zum anderen aber auch über die »Asymmetrie« zwischen den Fortschritten der Naturwissenschaften und der nachhinkenden Entwicklung der moralischen Fähigkeiten des Menschen.¹⁰ Dem äußeren Machtzuwachs gehe eben nicht automatisch eine Steigerung der Fähigkeiten des Menschen parallel, diesen Prozeß ethisch und politisch zu gestalten. Bei dieser Klage ist der Blick nach vorne gerichtet. Der Programmbegriff lautet »Bildung« – als Befähigung des Menschen, mit seinen neuen Möglichkeiten umgehen zu können.

2

Man and His Future lautet der Titel eines Tagungsberichtes über ein Ciba-Symposium, das vor mehr als 40 Jahren, 1962, in London stattgefunden hatte.¹¹ 27 prominente Biologen,

5 HAMPEL und RENN 1999, Einleitung, S. 7–27, hier S. 17: »Trotz des breiten Instrumentariums der Technikfolgenabschätzung bietet die Wissenschaft keine überzeugende Methode, um hypothetische Risiken exakt zu bestimmen, es sei denn im Nachhinein.«

6 Vgl. die Beiträge in BECKER 1997.

7 HAMPEL und RENN 1999, S. 18.

8 BECK und BONSS 2001, Einleitung, S. 15ff. und S. 54.

9 KOSELLECK 1975, S. 351–423.

10 KOSELLECK 1975, S. 395f.

11 WOLSTENHOLME 1963, zitiert nach JUNGK und MUNDT 1966.

Psychologen und Soziologen waren zusammengekommen, um über die Chancen und Risiken zu diskutieren, die sich durch die genetische Revolution in der Biologie ergeben.

Diese Publikation ist ein aufschlußreiches Dokument des damaligen Glaubens an die Möglichkeiten der Zukunftsprognostik und der Hoffnung darauf, die Entwicklung gezielt durch genetische Manipulation steuern zu können. Bei den damals Versammelten überwog der positive Grundton. Es gehe darum, »die gewaltigen schöpferischen Möglichkeiten für eine glücklichere und gesündere Welt zu nutzen«.¹²

Die Wissenschaftler hatten das Bewußtsein, an einer Epochenschwelle zu stehen. Ein typisches Muster der Selbstverortung läßt sich bei den damaligen »Weitsichtigen« beobachten. Dramatische Beschreibungen der Gegenwart bzw. daran geknüpfte Extrapolationen und die Hoffnung auf Befreiung durch den wissenschaftlichen Fortschritt bildeten die sich ergänzenden Resonanzböden für die eigene Botschaft. Die Katastrophe stehe unmittelbar bevor. Abgewendet werden könne sie nur durch solide Wissenschaft (*science*). Vor dem Hintergrund einer drohenden Überbevölkerung der Erde und der Unterernährung vieler Menschen, der Zunahme von Erbkrankheiten, der Informationsexplosion und der Manipulation der breiten Massen durch Medien diskutierte die intellektuelle Elite unbefangen über die neuen Möglichkeiten der genetischen Manipulation, der negativen und positiven Eugenik, des Klonierens von Menschen.

Als eine deutsche Übersetzung der Tagungsdokumentation erschien, löste das eine erste große Welle der Kritik an den biotechnologischen Zukunftsszenarien aus.

Den Rahmen für die Analysen des Ciba-Symposiums von 1962 bildet eine universale Evolutionstheorie, die auf Natur- und Kulturphänomene gleichermaßen angewandt wird. Der Biologe Julian HUXLEY skizziert einleitend dieses theoretische Fundament der Urteilsbildung. Permanenter Wandel, Anpassungsfähigkeit und natürliche Selektion, Steuerung durch physikalische und chemische Prozesse lauten die Stichworte. Die Evolution steuere sich selbst und bilde einen Zusammenhang mit »völlig eindeutigem Sinn«. Dem Entwicklungsprozeß wird eine Entwicklungsrichtung zugeschrieben. Unter legitimatorischem Rückgriff auf DARWIN wird behauptet, in der Evolution lasse sich »eine allgemeine Tendenz zur Verbesserung der Leistung und der Selbststeuerung« feststellen. Begleitet sei diese »Tendenz [...] zwangsläufig [...] von viel Verschwendung, Leiden und Vernichtung«. Aber im Endergebnis einer summierenden Betrachtung sei die »gesamte Verbesserung [...] fast unglaublich«.¹³

HUXLEY unterschied zwischen einer Phase der unbewußten, allein durch natürliche Selektion gesteuerten Evolution und einer Phase der »bewußten« bzw. »psychosozialen Evolution«, in der die Fähigkeiten des Menschen als Kulturwesen eine zunehmend wichtige Rolle spielen. Die Beschreibungssprache einer in materialistischen Erklärungsmustern ansetzenden Theorie wird ausgedehnt auf die kulturelle Evolution. Der Mensch sei mit »zwei Metabolismen« ausgestattet. Sprachfähigkeit, Bildung von Ideenkomplexen, sinnvollen Formen und Traditionen reichern das Evolutionssystem und seine Entwicklungsmöglichkeiten an. Zum physiologischen Metabolismus sei ein »Psychometabolismus« gekommen, der die »Qualität in eine quantitative Welt« einführt, »das Chaos elementarer Erfahrung in sinnvolle Formen« wandelt und uns befähigt, »äußerst komplizierte Situationen als Ganzheiten zu erfassen«.¹⁴

Diese Integration einer kulturellen Dimension in seine Theorie erlaubt es HUXLEY, sowohl eine gewisse Sonderstellung des Menschen im Evolutionsprozeß zu behaupten wie auch die

12 WOLSTENHOLME 1963, zitiert nach JUNGK und MUNDT 1966, Vorwort, S. 27.

13 HUXLEY 1963, zitiert nach JUNGK und MUNDT 1966, hier S. 34.

14 HUXLEY 1963, zitiert nach JUNGK und MUNDT 1966, hier S. 33.

eigene Gegenwart als »Epochenschwelle« zu definieren. Der Evolutionsprozeß sei »in der Person des Menschen zum erstenmal sich seiner selbst bewußt geworden«,¹⁵ wodurch die Abhängigkeit jenes Prozesses vom menschlichen Wissen wachse. Die neuen technischen Eingriffsmöglichkeiten in die genetischen Grundlagen von Lebensprozessen haben für HUXLEY den Charakter einer Revolution. Wurde die Sonderstellung des Menschen einst durch die Evolutionstheorie nivelliert, so wird er »jetzt wieder in eine Schlüsselstellung gerückt«. Er wird zu einem »Sachwalter [...] des Fortschritts im kosmischen Prozeß der Evolution«. ¹⁶ Diese herausgehobene Funktion erfordere eine neue Ethik. Sie sieht HUXLEY schon »im Entstehen begriffen«. Er bezeichnet sie als »evolutionären Humanismus«. ¹⁷

Die Vorträge und Diskussionen auf dem Symposion sind ein Exempel dafür, wie der »naturwissenschaftliche Fortschritt« offenbar dazu nötigt, über mehr als nur die Natur und Naturgesetze nachzudenken. Die naturwissenschaftliche Entwicklung konfrontiert uns verstärkt mit den kulturellen Dimensionen unseres Selbst- und Weltverständnisses. Wir müssen uns selbst eine Stellungnahme zu den möglichen Entwicklungen erarbeiten. Mit welcher Macht gerade der naturwissenschaftliche »Fortschritt« die Fragen nach menschlichem Selbstverständnis und humanen Lebensformen auf die Tagesordnung bringt, läßt sich besonders deutlich daran ablesen, daß Naturwissenschaftler selbst häufig beginnen, eigene Ethiken, ja »Weltanschauungen« zu konstruieren. Das ist ein seit dem Darwinismus des 19. Jahrhunderts bekanntes Phänomen.

Ein Beispiel dafür in der Gegenwart ist der renommierte Biologe Ernst MAYR. Sein Buch *Das ist Biologie* beschließt er mit einem eigenen Kapitel über Ethik. Mit Hilfe evolutionstheoretischer Annahmen beansprucht er, erklären zu können, wie es zur Ausbildung von »Ethik« kam. Ausdrücklich bekennt sich MAYR zum »evolutionären Humanismus Julian HUXLEYS«, ¹⁸ einer, wie er schreibt, »anspruchsvollen Ethik«. Ein weitgreifender Erklärungsanspruch wird dezidiert erhoben: »das Verstehen der Evolution kann uns eine Weltsicht vermitteln, auf der ein vernünftiges ethisches System aufbaut«, das es uns erlaubt, unsere Verantwortung angemessen wahrzunehmen, »und [das] für die Zukunft einer Welt sorgen kann, die von den Menschen behütet und bewahrt wird«. ¹⁹

Hat es denn bisher, so möchte man hier zurückfragen, noch keine »vernünftige Ethik« gegeben? Und was heißt hier Rationalität? In der Tat gehört es zur Grundsignatur solcher ethik- und teilweise religionsproduktiven Theorien, Ablösungsprogramme zu formulieren. Für MAYR ist ganz klar: Die »traditionellen westlichen Normen«, wie sie vor allem aus der »jüdisch-christlichen Tradition« heraus entstanden sind, taugen nicht mehr zur Bewältigung der neuen Lage. Die Evolutionstheorie ist als Kulturtheorie zugleich eine Säkularisierungstheorie, für die beansprucht wird, jetzt erst die Vernunft in ihr Recht zu setzen. ²⁰

Soviel ist jedoch klar: Evolutionstheorien werden das Problem, das mit dem Stichwort »Ethik« bezeichnet wird, nicht los. Die Entwürfe einer evolutionären Erkenntnistheorie oder

15 HUXLEY 1963, zitiert nach JUNGK und MUNDT 1966, hier S. 51.

16 HUXLEY 1963, zitiert nach JUNGK und MUNDT 1966, hier S. 52.

17 HUXLEY 1963, zitiert nach JUNGK und MUNDT 1966, hier S. 35.

18 MAYR 1997, zitiert nach MAYR 2000, S. 321ff.

19 MAYR 2000, S. 346f.

20 Ein weiteres Beispiel für die weltanschaulich expansive Tendenz der evolutionstheoretischen Ansätze, für die Erweiterung zu Kultur- und Ethiktheorien ist das Buch *Genom und Glaube* des Mediziners Harald ZUR HAUSEN, der lange Zeit das Heidelberger Krebsforschungszentrum geleitet hat. Auch diese Publikation endet mit einer »Gen-Ethik«. Vgl. ZUR HAUSEN 2002, S. 159 ff.

der sogenannten »Soziobiologie« machen das auf ihre Weise deutlich. Das Reden von »Ethik« ist nur dann sinnvoll, wenn zweierlei unterstellt wird:

- Es gibt für den Menschen einen bestimmten Grad an Freiheit zum eigenständigen Beginnen und Gestalten.
- Diese Freiheit findet ihr Maß eben nicht in dem, was immer irgendwie schon gegeben ist.

Daher macht es Sinn, Handlungen, durch die dieser Freiheitsraum gestaltet werden muß, zu unterscheiden. Es gibt Handlungen, die getan, und Handlungen, die nicht getan werden sollten; *bonum* und *malum*, Lebensdienliches und Lebenzerstörendes sind zu unterscheiden. Das Maß für diese Unterscheidung läßt sich offensichtlich auch nicht einfach irgendwo in natürlichen Prozessen ablesen. Als Menschen leben wir, mit KANT gesprochen, in zwei Welten, und alle Versuche, die darauf zielen, die auf Freiheit gründende Dimension naturalistisch einzuzeichnen, zeigen, daß solcher Reduktionismus dann doch wieder Reflexionen auf das vom Menschen zu Verantwortende anstößt. Die Differenzierung zwischen »Natur« als dem »Reich der Notwendigkeit« und »Kultur« als dem »Reich der Freiheit« ist aber kein einfach dualistischer Gegensatz, bilden Natur und Kultur doch einen Auslegungszusammenhang, in dem die eine Dimension notwendig ist zum Verstehen der anderen und insofern konstruktiv auf sie bezogen bleibt.²¹

3

Ein wirkungsmächtiges Beispiel für den durch die Technik hervorgerufenen Wandel der Wahrnehmung von Zukunft stellt Hans JONAS' »Versuch einer Ethik für die technische Zivilisation« dar. Diese Ethik wurde unter dem Titel *Das Prinzip Verantwortung* bekannt.²² JONAS berichtet in seinen Erinnerungen, Hannah ARENDT habe, als sie das Manuskript des Buches gelesen hatte, gesagt: »Soviel steht fest für mich, das ist das Buch, das der Herrgott mit dir im Sinn gehabt hat.«²³

Die Gründe für die enorme Rezeption dieses Buchs sind nach JONAS' eigenem Urteil weniger in den philosophischen Anstrengungen zu einer neuen Grundlegung der Ethik zu suchen als in einem weit verbreiteten Gefühl der Bedrohung. Die Wirkung verdanke sich dem »allgemeinen Gefühl, [...] daß mit unserer Menschheit etwas schiefgehen könnte, daß sie sogar eventuell drauf und dran ist, in diesem übermäßig werdenden Wachstum technischer Eingriffe in die Natur ihre eigene Existenz aufs Spiel zu setzen.«²⁴ Diese Furcht hielt JONAS für berechtigt, und er verschaffte diesem Lebensgefühl philosophisch reflektiert Ausdruck. Er grenzte sich damit bewußt ab von Ernst BLOCHS »Prinzip Hoffnung«.²⁵ Die Zukunftsorientierung, die Hoffnung auf Vervollkommnung und Fortschritt, befördert für JONAS die Tendenz, die Gegenwart und damit auch den Menschen, wie er ist, abzuwerten zugunsten des in Aus-

21 Vgl. LÜBBE 1981.

22 JONAS 1979.

23 JONAS 2003, S. 324.

24 JONAS 2003, S. 326.

25 JONAS 2003, S. 335: »Eine Utopie der Erfüllung des Menschen, des endlichen Erreichens einer idealen Gesellschaft können wir uns nicht leisten, darin steckt selbst eine Gefahr: Erstens ist es ein Ziel des Übermuts, und zweitens kann es unter den heutigen Umständen gerade ins Verderben führen, insofern es die Erwartungen der Menschen vergrößert, anstatt sie zu dämpfen. Dies hielt ich Ernst Blochs Prinzip Hoffnung entgegen.«

sicht gestellten möglichen Besseren. JONAS insistiert im Gegenzug auf der Anerkennungswürdigkeit des je gegenwärtigen Menschen mit all seiner »Zweideutigkeit«. ²⁶ Damit formuliert er ein Widerlager gegen den Optimierungswillen, der in Gestalt der modernen Technik seine machtvolle Konkretion gefunden hat. JONAS legt zunächst einmal jede Entwicklungsdynamik gezielt still.

JONAS bezeichnet es als die »Ausgangsthese« seines »tractatus technologico-ethicus« »daß die Verheißung der modernen Technik in Drohung umgeschlagen ist«. ²⁷ Sowohl die Quantität wie die Qualität der Folgen, die durch die moderne Technik freigesetzt werden, lassen sich nach JONAS im Rahmen der überkommenen Ethiken nicht mehr bewältigen. In dieser Situation ist es berechtigt, »der Unheilsprophezeiung mehr Gehör zu geben [...] als der Heilsprophezeiung«. ²⁸

Die Epistemik wird umgestellt von Optimismus auf Wahrnehmung der Gefährdung. Die »Erkennung des malum« falle uns »unendlich leichter als die des bonum«. Die Erkenntnis des Schlechten sei »unmittelbarer, zwingender, viel weniger Meinungsverschiedenheiten ausgesetzt und vor allem ungesucht: Die bloße Gegenwart des Schlimmen drängt sie uns auf, während das Gute unauffällig da sein und ohne Reflexion unerkannt bleiben kann. Über das Schlimme sind wir nicht unsicher, wenn wir es erfahren, über das Gute gewinnen wir Sicherheit meist erst auf dem Umweg über jenes«. ²⁹ Mit dem Schlagwort »Heuristik der Furcht« hat JONAS diesen Erkenntnisweg pointiert charakterisiert. Dieses Schlagwort könne allerdings »nicht das letzte Wort in der Suche nach dem Guten« sein. ³⁰

Es ist jedoch nicht die Furcht, die zum Prinzip erklärt wird, sondern die Verantwortung. Auch das Thema »Hoffnung« kann nicht ganz beiseite geschoben werden. Hoffnung gehöre genauso wie die Furcht zur Verantwortung, denn sie sei die »Bedingung jeden Handelns«. ³¹ Ohne Hoffnung wäre der Gedanke, daß man überhaupt etwas ausrichten könne, sinnlos. Dieses leise Motiv am Schluß von JONAS' Buch ist kaum hörbar gegenüber der Wucht, mit der die »Pflicht zur Furcht« vorgetragen wird.

»Aus der Gefährdung geboren dringt« der moralische Imperativ nach JONAS »notwendig zu allererst auf eine Ethik der Erhaltung, der Bewahrung, der Verhütung und nicht des Fortschritts und der Vervollkommnung«. ³² Die bekannte Formulierung dieses Imperativs der neuen Verantwortungsethik lautet: »Handle so, daß die Wirkungen deiner Handlung nicht zerstörerisch sind für die künftige Möglichkeit solchen Lebens«; oder einfach: »Gefährde nicht die Bedingungen für den indefiniten Fortbestand der Menschheit auf Erden«. ³³

Damit sind die breitenwirksamen Aspekte von JONAS' Ethik für die technologische Zivilisation kurz umrissen. Weniger diskutiert werden die Bemühungen, die JONAS für nötig erachtete, um diesen neuen Imperativ auch zu begründen und ihm nicht nur eine durch den Zeitgeist zugespielte Evidenz zu geben. Die ethische Besinnung nötigt nach JONAS zu ontologischen Fragen. Intensiv arbeitete er deshalb an einer Ontologie, die die Biologie und die

²⁶ Der Entwurf sei geleitet von der »Einsicht, daß jede Gegenwart des Menschen ihr eigener Zweck ist, es also auch in aller Vergangenheit war. (Oder, wie Ranke gegen Hegel sagte: jede Geschichtsepoche ist »unmittelbar zu Gott«.)« (JONAS 1979, S. 387.)

²⁷ JONAS 1979, Vorwort, S. 7.

²⁸ JONAS 1979, S. 70.

²⁹ JONAS 1979, S. 63.

³⁰ JONAS 1979, S. 64 und 392.

³¹ JONAS 1979, S. 391.

³² JONAS 1979, S. 249.

³³ JONAS 1979, S. 36.

Prozesse der Evolution des Lebens ins Zentrum der Reflexion rückt. Sein Buch *The Phenomenon of Life. Towards a Philosophical Biology*, das auf Deutsch 1973 unter dem Titel *Organismus und Freiheit* erschien, betrachtet JONAS als sein »philosophisch wichtigstes Werk, weil darin die Ansätze zu einer neuen Ontologie entwickelt sind.«³⁴ Das Prinzip Verantwortung ist begründet in dieser philosophischen Biologie. In ihrem Mittelpunkt steht der Organismus, der nach JONAS »zweifelloser Körper ist, aber etwas in sich birgt, das mehr als das bloße stumme Sein der Materie ist«. In ihm ist eine Zweckhaftigkeit, eine Teleologie angelegt. JONAS versucht plausibel zu machen, »daß das Sein einem etwas darüber zu sagen vermag, wie man leben soll, vor allem aber auch darüber, wofür Wesen wie wir Menschen, die wir mit Wissen und Freiheit handeln, verantwortlich sind.«³⁵ Im Verständnis des Organismus spielt das Konzept des Metabolismus eine zentrale Rolle. Organismus sei »kein Ding, kein Gegenstand«, sondern »ein Prozeß«, in dem der Metabolismus als »Zustand, wo Notwendigkeit und Freiheit sich treffen«, erscheint. Bildhaft beschreibt JONAS dieses Ineinander von Bestimmtheit der Form und Offenheit des Austausches: »Die Identität eines lebenden Wesens reitet auf dem Wellenkamm eines ständigen Austausches.« Diese biologische Ontologie versteht JONAS als Gegenentwurf zu den dualistischen Denkmodellen der Moderne, die zwischen Materie und Geist, *res extensa* und *res cogitans*, zwischen Subjekt und Objekt, zwischen Sein und Sollen unterscheiden. Fundamentale Werte sollen mehr sein als bloß subjektive Wertsetzungen. Sie sollen begründbar sein im organischen Sein selbst. Hier wird die ethische Fragestellung als treibendes Motiv der naturphilosophischen Überlegungen deutlich. Die Sonderstellung des Menschen will auch JONAS damit nicht ebnen. Imperative, die Begründung von Pflichten und der Aufruf zur Verantwortung würden keinen Sinn machen ohne die Voraussetzung der Freiheit der Menschen. Im Rahmen der Bestimmung verantwortlichen Handelns hat die Naturphilosophie ihre Funktion als Mittel zur Horizonterweiterung. Deshalb hält JONAS auch am Menschen als »Maß aller Dinge« fest. Er sei dieses Maß, weil nur in ihm Bewußtheit und Freiheit in leiblicher Gebundenheit anzutreffen sind. Dieses Maß ist er nicht durch »Gesetzgebung seiner Vernunft, aber durch das Paradigma seiner psychophysischen Totalität.«³⁶

4

Die Wirkungsgeschichte der Heuristik der Furcht von Hans JONAS reicht bis zu Jürgen HABERMAS.

Ein Blick auf den HABERMAS der 80er Jahre und dann am Beginn des neuen Jahrtausends zeigt, wie auch bei ihm der Akzent von der »Utopie« auf die »Skepsis« rückt. Die Gründe für diese Verschiebung liegen in den Fortschritten der Biowissenschaften und Biotechnologien.

In seiner *Theorie des kommunikativen Handelns* hatte HABERMAS noch unbefangener von einer »utopischen Form der Intersubjektivität« gesprochen, die »immer schon« in allen Akten intersubjektiver Verständigung gegenwärtig und deshalb einer »Analyse [...] zugänglich« sei.³⁷ In diesem Entwurf klingt noch der evolutions- und modernisierungstheoretisch abge-

34 JONAS 2003, S. 315 ff.

35 JONAS 2003, S. 323.

36 JONAS 1973, S. 39.

37 HABERMAS 1981, Bd. 1, S. 524. Vgl. auch ebenda, S. 533: »Die utopische Perspektive von Versöhnung und Freiheit ist in den Bedingungen einer kommunikativen Vergesellschaftung der Individuen angelegt, sie ist in den sprachlichen Reproduktionsmechanismen der Gattung schon eingebaut.«

stützte Optimismus durch, die theoretische Anstrengung werde die Weichen mit stellen hin auf eine bessere Zukunft.

Die Fundamente für solch ein Zutrauen zu einem positiven utopischen Gehalt mußten schon damals in der Auseinandersetzung mit einer auf Krise und Kritik gestimmten Zeitdiagnose freigelegt werden. Max HORKHEIMER und Theodor W. ADORNO hatten in der *Dialektik der Aufklärung* die destruktive Kraft menschlicher Freiheit und das Umschlagen des wissenschaftlich-technischen Fortschritts in »Barbarei« dargestellt. In der Kritik an den Vätern der kritischen Theorie arbeitete HABERMAS die Berechtigung für das Festhalten an einer positiven Sicht der gesellschaftlichen Entwicklung heraus.

Offensichtlich hat sich die Lage für den Zeitdiagnostiker zwanzig Jahre später nochmals stark verändert. Vom »utopischen« Gehalt spricht HABERMAS am Beginn des neuen Jahrtausends nicht mehr, nur noch davon, daß ein Widerlager gegen die »Skepsis« gefunden werden müsse. Die veränderte Lage sei eine Folge des biotechnologischen Fortschritts. Er hat die Stellung des Menschen in der Evolution verändert. Aus dem Menschen als einem durch den Evolutionsprozeß bedingten Wesen sei ein potentieller Gestalter dieses Evolutionsprozesses geworden. »Mitspieler der Evolution« oder gar »Gott Spielen« sind die Metaphern für eine, wie es scheint, in Reichweite rückende Selbsttransformation der Gattung geworden.«³⁸ Diese veränderte Stellung im Evolutionsprozeß ist nicht mehr positiv konnotiert. Das zeigt sich an HABERMAS' Würdigung des Rechts von Dambruch-Argumenten. Sie seien eine sinnvolle »Maxime« für die Beurteilung von zukünftigen Entwicklungen.³⁹

HABERMAS schwenkt ein auf die Linie jener »Heuristik der Furcht«, die Hans JONAS schon vor dem Erscheinen der Theorie des kommunikativen Handelns gezogen hatte. In JONAS' Kritik an der neuen Form der »Knechtschaft« späterer Generationen, die durch den biotechnischen Verfügungswillen der gegenwärtig Lebenden geschaffen wird, sieht HABERMAS eine neue Form der »selbsterstörerischen Dialektik der Aufklärung«.⁴⁰ Für HABERMAS ist es besser, sich auf »the genetic engineers's equivalent of Hiroshima« einzustellen, als den »Lobbyisten der Gentechnik« mit ihren positiven Zukunftsszenarien zu glauben und für den schlimmsten denkbaren Fall unvorbereitet zu sein.⁴¹

Im Negativen verharren will der Meisterdenker aus Starnberg jedoch auch in dieser neuen Lage nicht. Er möchte, so lautet die Programmformel, einen »antiskeptischen Sinn« von »Unbedingtheit« wahren. Das gesuchte Widerlager gegen die Skepsis ist für ihn schon vorhanden. Es kann im »Logos der Sprache« gefunden werden, d. h. in einer allen Kommunikationsvollzügen vorausliegenden und insofern diese begründenden Vernünftigkeit.

An der menschlichen Kommunikation führt kein Weg vorbei direkt in normative Grundlagen. Aber im Vollzug der Kommunikation, durch einen bewußten Verzicht auf mögliches Verfügen sollten wir einen Raum freilassen, in dem sich ein »unverfügbarer Anfang« ereignen kann. »Kontingenz«, wenn auch in der »unscheinbaren« Form eines Befruchtungsvorganges, aus dem eine »unvorhersehbare Kombination« von genetischer Information wird, wird zur »notwendigen Voraussetzung für das Selbstseinkönnen« erklärt.⁴²

38 HABERMAS 2002, S. 42.

39 HABERMAS 2002, S. 39: »Der methodisch richtige Gebrauch des Arguments besagt, daß wir gut daran tun, die normative Beurteilung der aktuellen Entwicklungen an Fragen zu kontrollieren, mit denen uns theoretisch mögliche gentechnische Entwicklungen eines Tages doch konfrontieren könnten«.

40 HABERMAS 2002, S. 86.

41 HABERMAS 2002, S. 40, Anm. 17.

42 HABERMAS 2002, S. 29.

Die freie Anerkennung dieses »Naturchicksals« bzw. der »Naturwüchsigkeit« stellt nach HABERMAS ein wesentliches Element der Sicherung menschlicher Freiheit dar. Um der Sicherung der Grundlagen menschlicher Freiheit willen wird eine Einschränkung des Freiheitsgebrauchs gefordert. HABERMAS entwickelt eine Argumentationsfigur, in der die einfache Opposition von menschlichem Handeln und Geschehenlassen unterlaufen wird. In dem vom Verfügen freizulassenden »Raum« sind »Kultur« und »Natur« gewissermaßen reflektiert entdifferenziert. Geschehenlassen und Handeln sind verschränkt, insofern das kontingente Geschehen sich nicht selbst bewahren kann, sondern durch eine aktive Selbstbeschränkung des menschlichen Handelns bewahrt werden muß. Das Naturchicksal bedarf, um konstitutiv sein zu können, selbst der bewußten Anerkennung bzw. des Verzichts auf den technisch-instrumentellen Zugriff. Insofern nur der Mensch selbst sich diese Selbstbeschränkung auferlegen kann, affiziert dieses Argumentationsmuster noch einmal die Sonderstellung des Menschen.

Durch die Naturwissenschaften wird die Frage nach den Fundamenten der Ethik auf den Menschen als ein reflektierendes Wesen verschärft zurückgeworfen. Eine doppelte Notwendigkeit wird von HABERMAS postuliert: Wir müssen zum einen zwischen Natur und Kultur unterscheiden, und wir müssen zum anderen diese Unterscheidung zum zentralen Bezugspunkt unserer Differenzierung zwischen dem, was unserer Verfügung entzogen sein soll, und dem, worüber wir verfügen sollen, machen. Wie man die Argumente aber auch dreht und wendet, eines bleibt doch: Die Unterscheidungen werden von uns gemacht, sie sind eine Form menschlicher Praxis. Wir können sie nicht einfach an »der Natur« oder ihrer »Entwicklungsgeschichte« ablesen.

Jens REICH hat auf den Gaterslebener Begegnungen 1999 auf seine Weise diese Unhintergebarkeit der Dimension menschlicher Praxis knapp zum Ausdruck gebracht: »Der Zugriff zum Lebendigen ist uns Existenzbedingung.«⁴³ Die Suche nach den Grenzen unserer Verfügungsmacht können wir nicht abschieben. Es gebe »keine ›emergenten‹ Kriterien der Grenzziehung [...]. Sie ergeben sich nicht durch das Studium der Natur [...]. Wir müssen uns die Grenzen selbst setzen«. Allgemeine Regeln für solche Grenzziehungen helfen – so Jens REICH – nicht viel weiter: »Wir müssen uns in einer je konkreten Situation entscheiden, ob Verfügung gerechtfertigt ist oder nicht.«⁴⁴

5

Die Verantwortung hat ihren Ort in der Gegenwart. Damit wir sie wahrnehmen können, brauchen wir die »Hoffnung besserer Zeiten«,⁴⁵ d. h. eine solche Wahrnehmung der Zukunft, die getragen ist vom Vertrauen darauf, daß es sinnvolle Prozesse sind, in die wir eingebunden sind und die wir mitgestalten. KANT spricht dezidiert von der »tröstenden Aussicht in die Zukunft« als einer Möglichkeitsbedingung sinnvoller Zukunftsgestaltung.⁴⁶

Diese teleologische Sinnunterstellung ist, folgt man KANTS Analysen, notwendig für alle kulturelle Praxis. Gerade an der naturwissenschaftlichen Arbeit zeigt KANT, daß sie immer schon solche Strukturiertheit als Möglichkeitsbedingung ihrer Arbeit voraussetzt. Die Hypothese einer sinnvollen Strukturiertheit des Naturzusammenhangs ist eben nichts, was wir an

43 REICH 2000, hier S. 29.

44 REICH 2000, S. 31.

45 KANT 1973c, S. 109.

46 KANT 1973a, hier S. 19.

der Natur ablesen können. Vielmehr wird sie immer schon, ob reflektiert oder unbewußt, als »heuristisches Prinzip« vorausgesetzt.⁴⁷ Eine zweckhafte, absichtliche Ordnung können wir in der Natur »nicht beobachten, sondern nur in der Reflexion über ihre Produkte [...] als einen Leitfaden der Urteilskraft hinzu denken«.⁴⁸ Ohne solch eine Hypothese würde an die Stelle der Annahme gesetzmäßiger Relationen »das trostlose Ungefähr« treten.⁴⁹ Damit der »Naturforscher nicht auf reinen Verlust arbeite, [...] muß er in Beurteilung der Dinge [...] immer irgend eine ursprüngliche Organisation zum Grunde legen«.⁵⁰

Diese teleologische Voraussetzung hat aber keine direkt die Naturforschung limitierende Funktion, da sie auf einer anderen Ebene liegt als das »Naturstudium nach dem Prinzip des Mechanismus«. Wir sollen nach KANT mit dem kausalmechanischen Erklärungsmodell so lange arbeiten, »als es immer in unserem Vermögen steht«.⁵¹ Dieses Erklärungsmodell hat seine Grenzen, die sich nach KANT im Fortgang der Forschung immer wieder zeigen werden. Thesen über die Sinn- bzw. Zweckhaftigkeit der beobachtbaren Prozesse sind aus dieser Beobachtung selbst nicht ableitbar. Der sonst eher zurückhaltende Königsberger Gelehrte wagt in diesem Zusammenhang einen weitreichenden prognostischen Satz, der begründet ist in seiner kritischen Analyse des menschlichen Vernunftvermögens. Er war sich »ganz gewiß, daß wir die organisierten Wesen und deren innere Möglichkeit nach bloß mechanischen Prinzipien der Natur nicht einmal zureichend kennen lernen, viel weniger uns erklären können; und zwar so gewiß, daß man dreist sagen kann, es ist für Menschen ungereimt, auch nur einen solchen Anschlag zu fassen, oder zu hoffen, daß noch dereinst ein Newton aufstehen könne, der auch nur die Erzeugung eines Grashalms nach Naturgesetzen, die keine Absicht geordnet hat, begreiflich machen werde«.⁵²

Alle menschliche Praxis nimmt die Voraussetzung in Anspruch, daß es Sinn macht, zielorientiert zu handeln. Diese Zielorientierung kann uns nicht durch die Welt der Objekte gegeben werden. Wir müssen und können sie »hinzu denken«.⁵³ Eben daß wir das können, ist Zeichen unserer »Würde«. Solches »hinzu denken« eines sinnvollen Gesamtzusammenhanges setzt einen »beharrlichen Grundsatz des Gemüts«, eine bestimmte »Denkungsart« voraus, die KANT auch als »Vertrauen« bezeichnet.

6

Das Thema Vertrauen hat in den Sozialwissenschaften in jüngster Zeit eine richtige Renaissance erlebt.⁵⁴ Das ist wohl kein Zufall, sondern Folge der gestiegenen Sensibilität für die Unwägbarkeiten und Unsicherheiten, die trotz aller Prognose-, Steuerungs-, Planungs- und Kontrollmöglichkeiten offensichtlich bleiben. Vertrauen ist ein reflektierter Umgang mit Unsicherheiten und Risiken, der nicht erzwungen werden kann.

47 KANT 1974, § 78 B 355

48 KANT 1974, § 75 B 336. Vgl. auch ebenda, § 75 B 334: »Wir haben nämlich unentbehrlich nötig, der Natur den Begriff einer Absicht unterzulegen, wenn wir ihr auch nur in ihren organisierten Produkten durch fortgesetzte Beobachtung nachforschen wollen; und dieser Begriff ist also schon für den Erfahrungsgebrauch unserer Vernunft eine schlechterdings notwendige Maxime.«

49 KANT 1973a, S. 6.

50 KANT 1974, § 80 B 367.

51 KANT 1974, § 78 B 363.

52 KANT 1974, § 75 B 337f.

53 KANT 1974, § 75 B 336.

54 Vgl. zum Überblick über die neuere Debatte HARTMANN und OFFE 2001.

Vertrauen wie Angst sind die Geschwister der Freiheit. Wir müssen nach Möglichkeiten suchen, diese zerbrechliche Ressource »Vertrauen« zu stärken. Dabei geht es um mehr als eine individuelle emotionale Einstellung. »Vertrauen« wird auch gestärkt und gebildet durch verlässliche institutionelle Regelungen. Die Gestaltung solcher Institutionen ist eine kulturelle Aufgabe.

Claus OFFE beschließt den Sammelband zum Thema Vertrauen mit der Frage, wie mit dem »Mißverhältnis zwischen Bedarf und Bestand an Vertrauen« umgegangen werden kann. Seine Antwort lautet: »Wenn man sich nicht auf die klassische Notlösung einlassen will und an dieser Stelle auf »charismatische« Ideen und Personen als die Katalysatoren von Vertrauen zurückgreifen will, dann dürfte als Antwort auf diese auch praktisch-politisch akute Frage keine andere in Betracht kommen als die der Pflege von Institutionen, welche die habituelle Praxis von Vertrauen möglicherweise zu ermutigen vermögen, ohne sie freilich vollends rational motivieren zu können.«⁵⁵

Wer über die Zukunft nachdenkt, tut gut daran sich zu erinnern, denn was heute Gegenwart ist, wird zwar morgen Vergangenheit sein, aber unsere heutige Gegenwart war einst eine ferne Zukunft.

Literatur

- BECK, U., und BONSS, W. (Eds.): Die Modernisierung der Moderne. Frankfurt (Main) 2001
BECKER, U., u. a.: Zukunft. Über Konzepte und Methoden zeitlicher Fernorientierung. Bochum 1997
GIMMLER, A., SANDBOTHE, M., und ZIMMERLI, W. C. (Eds.): Die Wiederentdeckung der Zeit. Reflexionen – Analysen – Konzepte. Darmstadt 1997
HABERMAS, J.: Theorie des kommunikativen Handelns. Frankfurt (Main) 1981
HABERMAS, J.: Die Zukunft der menschlichen Natur. Auf dem Weg zu einer liberalen Eugenik. Frankfurt (Main) 2002
HAMPEL, J., und RENN, O. (Eds.): Gentechnik in der Öffentlichkeit. Wahrnehmung und Bewertung einer umstrittenen Technologie. Frankfurt (Main) u. a. 1999
HARTMANN, M., und OFFE, C. (Eds.): Vertrauen, Die Grundlage des sozialen Zusammenhalts. Frankfurt (Main) 2001
HAUSEN, H. ZUR: Genom und Glaube. Berlin, Heidelberg 2002
HUXLEY J.: Die Zukunft des Menschen – Aspekte der Evolution. In: WOLSTENHOME, G. (Ed.): Man and His Future. London 1963. Deutsche Ausgabe: JUNGK, R., und MUNDT, H. J. (Eds.): Das umstrittene Experiment: der Mensch. S. 31–52. München u. a. 1966
JONAS, H.: Erinnerungen. Frankfurt (Main) und Leipzig 2003
JONAS H.: Das Prinzip Verantwortung. Versuch einer Ethik für die technologische Zivilisation. Frankfurt (Main) 1979
JONAS H.: Organismus und Freiheit. Ansätze zu einer philosophischen Biologie. Göttingen 1973
JUNGK, R., und MUNDT, H. J. (Eds.): Das umstrittene Experiment: der Mensch. Reihe Modelle für eine neue Welt. München u. a. 1966.
KANT, I.: Kritik der reinen Vernunft. Hrsg. von VORLÄNDER, K. von. Hamburg ³1971
KANT, I.: Idee zu einer allgemeinen Geschichte in weltbürgerlicher Absicht. In: KANT, I.: Kleinere Schriften zur Geschichtsphilosophie, Ethik und Politik. Hrsg. von VORLÄNDER, K. von. S. 3–20. Hamburg 1973a
KANT, I.: Mutmaßlicher Anfang der Menschengeschichte. In: KANT, I.: Kleinere Schriften zur Geschichtsphilosophie, Ethik und Politik. Hrsg. von VORLÄNDER, K. von. S. 47–64. Hamburg 1973b
KANT, I.: Über den Gemeinspruch: Das mag in der Theorie richtig sein, taugt aber nicht für die Praxis, III. Vom Verhältnis der Theorie zur Praxis im Völkerrecht. In: KANT, I.: Kleinere Schriften zur Geschichtsphilosophie, Ethik und Politik. Hrsg. von VORLÄNDER, K. von. S. 106–113. Hamburg 1973c
KANT, I.: Kritik der Urteilskraft, Hrsg. von VORLÄNDER, K. von. Hamburg 1974
KOSSELLECK, R.: Art. Fortschritt. In: Geschichtliche Grundbegriffe. Bd. 2, S. 351–423. Stuttgart 1975
LÜBBE, H.: Die Einheit von Naturgeschichte und Kulturgeschichte. Bemerkungen zum Geschichtsbegriff. Abhandlungen der Geistes- und Sozialwissenschaftlichen Klasse, Akademie der Wissenschaften und der Literatur, Jg. 1981, Nr. 10, 3–19. Mainz, Wiesbaden 1981

55 OFFE 2001, hier S. 369.

Klaus Tanner

- WOLSTENHOLME, G. E. W. (Ed.): *Man and His Future*. London 1963. Deutsche Ausgabe: JUNGK, R., und MUNDT, H. J. (Eds.): *Das umstrittene Experiment: der Mensch*. München u. a. 1966
- MAYR, E.: *This Is Biology: the Science of the Living World*. Cambridge/Massachusetts u. a. 1997
- MAYR, E.: *Das ist Biologie. Die Wissenschaft vom Leben*. Heidelberg, Berlin 2000
- OFFE, C.: *Offene Fragen und Anwendungen in der Forschung*. In: HARTMANN, M., und OFFE, C. (Eds.): *Vertrauen, Die Grundlage des sozialen Zusammenhalts*. S. 364–369. Frankfurt (Main) 2001
- REICH, J.: *Verfügbarkeit des Lebendigen. Der Zugriff aufs Genom – Befreiungstat oder frevelhafter Übermut*. In: WOBUS, A. M., WOBUS, U., und PARTHIER, B. (Eds.): *Die Verfügbarkeit des Lebendigen*. Nova Acta Leopoldina N. F. Bd. 82, Nr. 315, 29–39 (2000)
- WEIS, K. (Eds.): *Was ist Zeit? Zeit und Verantwortung in Wissenschaft, Technik und Religion*. München 1995

Prof. Dr. Klaus TANNER
Institut für Systematisch-ökumenische Theologie
Martin-Luther-Universität Halle-Wittenberg
Franckeplatz 1, Haus 30
06099 Halle (Saale)
Bundesrepublik Deutschland
Tel.: +49 345 5523011
Fax: +49 345 5527088
E-Mail:

Diskussion VI

HÖLLDOBLER: Herr TANNER, mich hat bei Ihrem hochinteressanten Vortrag die Frage beschäftigt, welche Bücher zur Biologiegeschichte Sie eigentlich gelesen haben. Wenn ich Sie recht verstanden hatte, dann monierten Sie, daß in der Wissenschaftsgeschichtsschreibung nur über Erfolge berichtet werde und nicht über Mißerfolge. Die Bücher, die ich zur Biologiegeschichte gelesen habe, und auch Sie hatten z. B. Ernst MAYR zitiert, sind voll mit den Berichten über Mißerfolge von Vitalismus, Physikalismus, bis hin zu dem, was wir heute denken. Sonst wäre das wohl auch kaum Geschichtsschreibung.

TANNER: Möglicherweise habe ich mich da etwas mißverständlich ausgedrückt. In der Tat finden Sie natürlich auch Beispiele für das, was nicht gelungen ist. Jedoch ist die Bewertung interessant. Nehmen wir die *Vis vitalis*, die Lebenskraft. Immer finden sie in den Darstellungen eine Bewertung: »Natürlich hat man zu jener Zeit so gedacht, aber wie unsinnig war das doch, dieses oder jenes anzunehmen.« – Aus der Perspektive des Späteren ist nun klar, was »unsinnig« war. Die selbstverständliche Grundannahme scheint doch zu sein: Wie konnte man eigentlich nur so denken? Das ist der gängige Modus der Geschichtsschreibung. Daraus folgt aber, daß wir auch in der Gegenwart uns so wahrnehmen müßten und unsere Selbstverständlichkeiten einmal kritisch befragen: Wie können wir bloß so denken, wie wir eben heute gerade denken?

HÖLLDOBLER: Dem stimme ich völlig zu. Wir müssen das immer wieder hinterfragen: Wie können wir eigentlich so denken?

TANNER: Die Bewertung geht davon aus, daß einem die eigenen Theorien in ihrer Gesamtheit plausibel sind. Der Rückblick zeigt dann immer, es war doch ganz unsinnig, das anzunehmen, was man einst annahm. Es ist aber viel spannender zu fragen, welche guten Ideen steckten auch hinter den »falschen« Wegen.

BACHMANN: Das sehe ich differenzierter. Es gibt durchaus Theorien, die bereits in ihrer Zeit Unsinn waren. Nehmen wir z. B. den Vitalismus um 1920. Das war seinerzeit bereits Unsinn und ist auch schon damals von zeitgenössischen Wissenschaftlern als solcher erkannt worden. Andererseits gab es durchaus Erklärungen nach dem besten Wissen der Zeit, die heute nun nicht mehr dem Wissensstand entsprechen. Nach Ihren Vorstellungen werden wir in hundert Jahren genauso über das urteilen, was wir heute an Erkenntnissen haben. Es gibt jedoch auch eine andere Ansicht: Es könnte doch sein, daß wir tatsächlich asymptotisch auf die Wahrheit zusteuern, daß wir unter Beseitigung von Ballast am Ende zu einer Wissenschaft kommen, bei der wir wissen, worum es geht. Das wird zwar stinklangweilig sein, aber wir werden dann über das erreichbare Wissen zu den Vorgängen verfügen.

TANNER: Ich hatte beide Modelle im Blick. Der Fortschrittsoptimismus, den Sie soeben wieder reproduzierten, ist als Produkt der modernen Naturwissenschaften groß geworden. Andererseits gibt es vom Anfang dieser Entwicklung an auch die Skepsis. Was berechtigt Sie zu jener Annahme, die Sie formulierten? Das ist das Grundgefühl der Naturwissenschaftler: Wir (also die Naturwissenschaftler) nähern uns asymptotisch der Wahrheit an, weil wir doch wirk-

lich Fortschritte machen. Das kann auch niemand bestreiten: Die Überlebensrate des Menschen ist ein Erfolg der modernen Medizin, der Bakteriologie usw. Das ist das eine.

Es könnte aber auch sein, daß wir uns mit unserer Wahrnehmungsfähigkeit für Probleme erst im *Mittelalter* befinden: In der Beschreibungssprache finden unsere ersten tastenden Versuche statt. Von welchem Standpunkt nähern wir uns asymptotisch der Wahrheit an? Welche Marker haben wir dafür? Die Naturwissenschaftler sagen, sie formulieren eine Hypothese, die könne man überprüfen, und sie funktioniert. Das war allerdings in der Wissenschaftsgeschichte immer so. Eine gewisse Zeit erklären bestimmte Hypothesen die Zusammenhänge. Dann aber werden irgendwann die Randbedingungen unscharf. Und schließlich ändern sich Paradigmen. Man ist auch in den Naturwissenschaften mit absoluten Wahrheitsformulierungen sehr viel zurückhaltender geworden. Woran nähern wir uns asymptotisch an?

Daher habe ich ganz bewußt zurückhaltend mit KANT argumentiert, weil der seinerzeit schon die Grundlagen der modernen Naturwissenschaft intensiv erkenntnistheoretisch reflektiert hat und darauf bezogen eine Ethik ausgearbeitet hat, die die Unvertretbarkeit der Freiheit und Verantwortung des Menschen deutlich macht. Er ist aber sehr zurückhaltend im Umgang mit zu strengen Wahrheitsansprüchen, weil – und dies hat KANT in seiner Zeit ja auch schon selbst erfahren müssen – sie sehr schnell zur Zurückweisung anderer führen. Anders gesagt: Wir brauchen Wahrheit als einen regulativen Grenzbegriff, aber wir müssen uns im Klaren darüber sein, daß die Wahrheit weder postuliert noch irgendwo abgelesen werden kann und auch nicht einfach eine Marke ist, auf die wir zusteuern können.

BACHMANN: Was ich mit Wahrheit meine, ist einfach die bestmögliche Abbildung der äußeren Realität, und ich gehe davon aus, daß wir uns diesem Ziel asymptotisch nähern. Die Erkenntnis der Realität kann für uns durchaus sehr deprimierend sein und wenig zur Bewältigung von ethischen Problemen beitragen. Aber wenn uns das enttäuscht, sollten wir unsere Erwartungen revidieren und nicht versuchen, die Realität wegzureden.

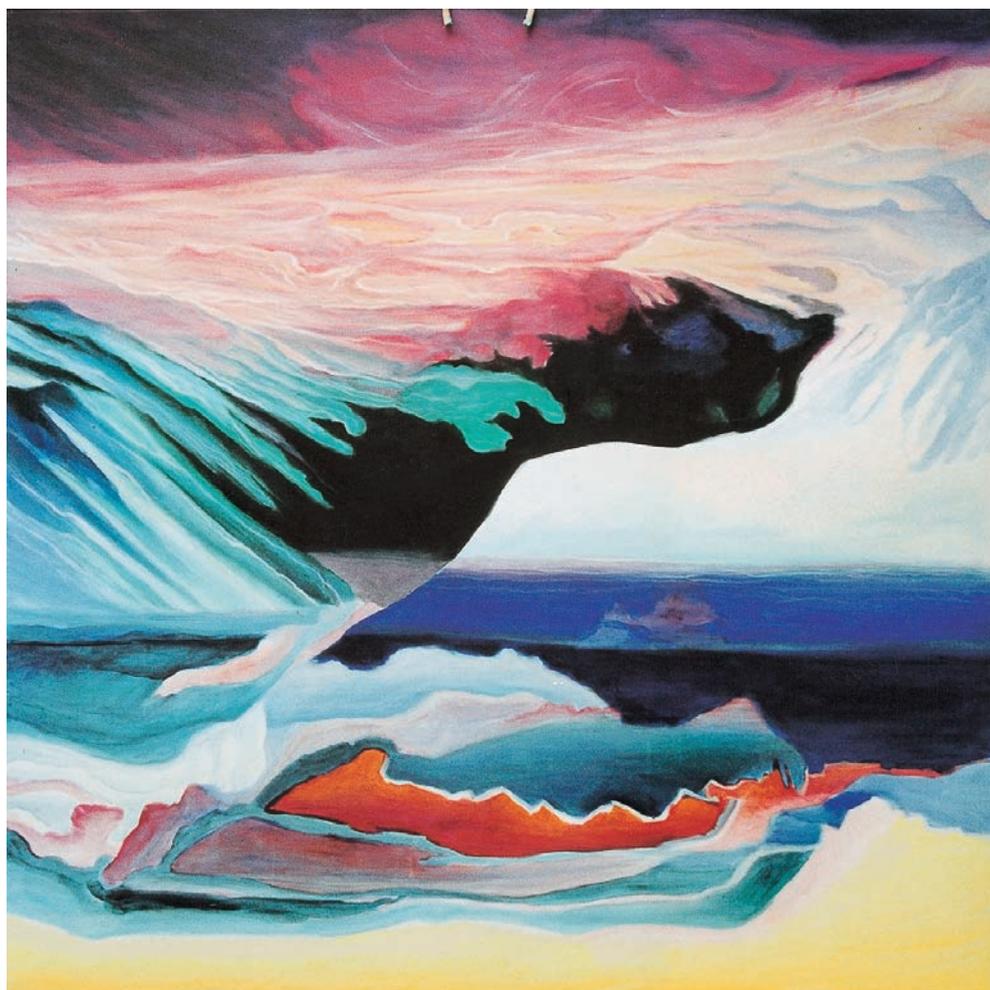
TANNER: Aus kulturwissenschaftlicher Perspektive bedeutet »Realität«: Sie ist das, was zur Zeit unsere beste Interpretation ist. In diesem Wahrheitsverständnis ist ein interpretatives, und also auch ein relativierendes, Element mitenthalten. Es gibt nicht die Alternative »vollkommene Wahrheit« oder »Relativismus«. Die Frage der Universalien ist eine schwierige Frage. Sie enthält notwendig dieses interpretative Element. Wenn man von Ethik redet, sind wir, Sie und ich, gefordert. Wir können unsere Verantwortung nicht auf irgendwelche Naturgesetze oder natürliche Faktoren abschieben. Deshalb versuchen ja die Naturwissenschaftler, wie ich mit dem Hinweis auf die Konferenz von 1962 angedeutet habe, eine andere Form von Stellungnahme, eine neue Sicht auf ihre eigene Geschichte und Theorie.

PARTHIER: Wahrheit ist doch immer eine Reflexion des jeweiligen Erkenntnisstandes. Da für die Wissenschaft der Erkenntniswerb nie aufhören wird, so kann es auch meiner Ansicht nach keine absolute Wahrheit geben. Ich bin jedoch kein Philosoph.

TANNER: Die Theologen haben – aus meiner Sicht – insofern einen interessanten Beruf, als Sie permanent über unlösbare Fragen nachdenken. Die Frage der absoluten Wahrheit oder des absolut Guten und Schönen sind solche klassischen Probleme. Man kann daran immer auch studieren, daß sich ein eigenes Grenzbewußtsein entwickelt. Ich selbst habe keinen Wahrheitsbegriff verwendet. Er kam aus der Diskussion in Zusammenhang mit diesem Bild von der

asymptotischen Annäherung an die Wahrheit. Man kann das mit dem verbinden, was ich als regulative Idee fassen würde. Wir brauchen einen Zielbegriff, zu dem wir uns immer so verhalten müssen, daß wir auch klar sehen, was vielleicht falsch ist.

Wenn Sie in den Diskussionen zur modernen Genetik 10 oder 15 Jahre zurückgehen, dann können Sie das erkennen. Was ist damals nicht alles behauptet worden. Man meinte, genau die medizinischen Erfolge beschreiben zu können, die durch gentechnische Manipulationen erreichbar wären. Vor allem die Pharmaindustrie weckte Hoffnungen. Heute könnte man ähnliche Folien wie damals auflegen, nur würde es jetzt um Stammzellforschung – und was damit alles möglich werden soll – gehen. Daran sieht man den Wandel der Zielformulierungen. Natürlich hat man mit ganzem Elan in eine bestimmte Richtung gearbeitet. Das Problem wird man aber nicht los.



Peter Sylvester »Unerforschte Räume«, 2000; Acryl auf Leinen, 120 cm × 120 cm

Protokollnotiz

Mein Tag? Wie eh. Das Alter, noch, es drückt nicht.
Der Tod, wie eh, trostbietend und sehr fern.
Und jeder neue Vers ist wie ein Rücklicht
Der alten Zukünfte. So leb ich gern.

Juli 1996

Rainer KIRSCH

Aus: Rainer KIRSCH, Werke Bd. 1–4, Eulenspiegel-Verlag Berlin 2004



Auf dem Podium (von *links* nach *rechts*): Joochen LAABS, Peter SYLVESTER, Rudolf PRINZ ZUR LIPPE (Moderation), Peter PROPPING und Jens REICH

Rundtischgespräch

ZUR LIPPE: In unserem abschließenden Podiumsgespräch wollen wir in bewährter Weise noch einmal versuchen, einen gemeinsamen Raum für noch offene Fragen entstehen zu lassen, die bisher so noch nicht angegangen worden sind. Zunächst werden sich die Diskussionsteilnehmer auf dem Podium vorstellen. Wir sind zumindest teilweise Vertreter von Gebieten, die bisher nicht zur Sprache gekommen sind. Zudem würde ich jeden von Ihnen bitten, außer der Vorstellung auch jeweils eine Ihnen besonders wichtige Frage zu formulieren, mit der Sie in das Gespräch gehen wollen.

LAABS: Mein Name ist Joochen LAABS. Ich bin Schriftsteller und habe Gedichte, Erzählungen und Romane verfaßt. In einigen Texten habe ich auch den Problembereich, der hier anklingt, zu thematisieren versucht. Ich bin natürlich nicht als Schriftsteller auf die Welt gekommen, sondern habe in meinem ersten Leben in Dresden an der Hochschule für Verkehrswesen studiert und den akademischen Grad eines Diplom-Ingenieurökonoms erworben, den man nur in der DDR erhalten konnte. Ich war daher einige Zeit Ihrer Profession vielleicht nicht ganz so fern, jedoch muß ich eingestehen, daß sich im Laufe der Zeit mein Blick auf die Dinge der Welt von dieser technisch-ökonomischen Sichtweise entfernt hat. Ich stamme aus Dresden, wurde dort ausgebombt und bin in der Niederlausitz aufgewachsen. Durch das Studium bin ich wieder nach Dresden gekommen. Danach habe ich in Berlin gelebt und wohne zur Zeit in Berlin und Mecklenburg.

Ich bin als Schriftsteller hier und bin nicht das erste Mal dabei. Von der Lesung gestern Abend und der heute bevorstehenden abgesehen, hat während der Tagung Kunst und Literatur – wenn ich mich auf mein Metier beschränke – keine Rolle gespielt. Daher lautet meine Frage an die Naturwissenschaftler: Schreiben Sie der Literatur noch eine Erkenntnisfunktion zu, bzw. welche Funktion hat die Literatur für Sie? Oder weiter gefaßt: Welchen persönlichen Wert hat Literatur für Sie? Betrachten Sie die Schriftsteller hier mehr als eine Dekoration oder vielleicht sogar als Ballast?

SYLVESTER: Mein Name ist Peter SYLVESTER. Ich wurde in Saalfeld in Thüringen geboren. Mein Berufsweg ist für einen freischaffenden bildenden Künstler in der DDR nicht üblich gewesen. Ich habe einen Beruf im graphischen Gewerbe erlernt, jedoch mein Interesse sehr frühzeitig auf Kunst konzentriert und in einem Nebenstudium, wenn man so will, meine Laufbahn begonnen. Nach der Lehrzeit ging ich nach Erfurt und anschließend nach Jena. Jena bot sehr viele Möglichkeiten, extern das Kunsthistorische Institut der Universität zu besuchen und nach der Arbeitszeit noch Abendvorlesungen zu hören. Hier konnte ich meine Bildung nachholen. Immer sind meine Versuche in der Kunst weitergegangen. Meine nächste Station war dann Leipzig, wo ich u. a. auch an der Universität die Möglichkeit nutzte, Hans MAYER zu hören. An der Hochschule für Grafik und Buchkunst konnte ich extern meine Entwicklung als Grafiker weiterführen. Seit 1964 bin ich freiberuflich tätig.

Mein künstlerisches Feld ist die Landschaft – Naturbetrachtung im weitesten Sinne – als Vehikel zur Äußerung und zum Transport von Gedanken. Ich habe mich dann seinerzeit als erster in meinem Künstlerkreis und wohl auch in der kleinen DDR mit elektronischen Bildprogrammierungen auseinandergesetzt und diese angewandt. Dabei sind Ergebnisse entstanden, die mich in internationale Ausstellungen brachten. Das ist auch immer eine Ausein-

andersetzung mit Wissenschaft geblieben, stets in der Versinnbildlichung über die künstlerisch-bildnerische Form.

Meine Frage geht in die gleiche Richtung wie die von Joochen LAABS. Wie weit ist für Sie als Naturwissenschaftler Kunst, bildende Kunst oder auch Literatur, wichtig? Inwieweit ist die Auseinandersetzung damit für Sie fruchtbar?

REICH: Ich heiße Jens REICH. Meiner Ausbildung nach bin ich Arzt. Ich bin in der DDR aufgewachsen und habe dort gelebt. Jetzt arbeite ich an der Humboldt-Universität, und zwar im Forschungszentrum für Molekulare Medizin in Berlin-Buch. Allerdings bin ich seit längerem nicht mehr als Arzt mit dem Stethoskop und auch nicht mehr als experimentierender Biochemiker tätig, sondern beschäftige mich mit theoretischen Entwürfen der lebenden Zelle und des lebendigen Organismus – also der Computerdarstellung dessen, was lebende Prozesse ausmacht.

Ich frage mich natürlich sofort, wie ich die Fragen von Herrn SYLVESTER und Herrn LAABS beantworten würde. Eine Funktion der Kunst für mich ist es, daß sie eine unglaubliche Kraft hat, auf indirekte Weise Menschliches und Menschen mir nahezubringen. Ich will das an einem Beispiel verdeutlichen, von dem wir in den Vorträgen und Diskussionen zum Teil gehört haben. Wie kommt es, daß ich überzeugt bin, daß jene Menschen, die einst in den Höhlen von Lascaux oder Altamira gelebt haben, Menschen sind, mit denen ich sofort ins Gespräch kommen könnte, von der Sprachbarriere einmal abgesehen; daß das vor fünfzehn-, zwanzigtausend Jahren Menschen waren wie du und ich. Das vermag die Kunst. Unlängst wurde in Europa eine Höhlenmalerei entdeckt, die noch älter ist. Es ist die künstlerische Darstellung, es sind die mit Kohle an die Höhlenwände gemalten Beschwörungsformeln, die Tiere, die in großen Gruppen da gemalt und heute zum Teil ausgestorben sind, die mir diese Überzeugung vermitteln. Zeichnungen – dargestellt in einer Weise, mit wenigen Strichen, mit den völlig reduzierten Möglichkeiten, über die man verfügte, wenn man eine Kerze oder Fackel oder was auch immer in der Hand und nur ein bißchen Farbe hatte –, die mir mit einem einzigen Blick klarmachen, daß es sich da um eine flüchtende Antilopenherde handeln muß, die – vollendete Illusion – über eine Grasfläche zu fliehen scheint ... Es hat also vor zwanzigtausend Jahren jemanden gegeben, der die Möglichkeit hatte, mir das mit ganz wenigen Strichen unmittelbar evident zu machen, und das ist dann selbstverständlich einer, mit dem ich sofort in Schwingung, in Resonanz bin. Ich finde, das ist die Funktion von Kunst, in diesem Fall bildender Kunst, aber ähnliches könnte man vermutlich von darstellender Kunst, vom Wort sagen. Das sehe ich da, die Faszination des Menschlichen.

Dagegen hätte ich doch Schwierigkeiten, wenn ich mir vorstelle, daß in fünfhundert oder in zehntausend Jahren jemand meine Doktorarbeit lesen wird. Da kann ich mir nicht vorstellen, daß ihm das unmittelbar evident sein wird, daß wir noch dieselben sind. In diesen Höhlen dagegen – ich bin einmal dort gewesen – beeindruckt einen das Invariante, das immer Bleibende am Menschlichen, obwohl jene zehntausend Jahre nun wirklich sehr viel weiter weg sind als die nächsten hundert Jahre, vor denen wir Angst haben und von denen uns manche glauben machen wollen, daß wir dann gar nicht mehr da seien oder überflüssig geworden wären. Ich kann mir nicht vorstellen, daß in hundert Jahren etwas passiert, was in zehntausend Jahren, bei all den gewaltigen Änderungen, die Kultur, Lebensweise und Natur in dieser Zeit durchgemacht haben, nicht eingetreten ist. Noch immer ist Mensch doch Mensch geblieben, ist eine unmittelbare Resonanz da. Ich glaube nicht daran, daß mein Urenkel, vielleicht in hundert Jahren, nur noch ein Cyber sein wird. Ich lasse mir das nicht einreden. Jedoch ist meine Frage, ob ich mit diesem Optimismus richtig liege.

PROPPING: Ich heiße Peter PROPPING. Ich bin in Berlin geboren, dann zunächst auf Rügen, später in Berlin aufgewachsen. Nachdem ich an der Freien Universität Berlin Medizin studiert hatte, wußte ich nicht, in welches Gebiet ich gehen sollte, so daß ich dachte, ich widme mich erst einmal ein paar Jahre der Humangenetik und schiebe damit die Entscheidung für ein klinisches Fach hinaus. Zu jener Zeit war es noch sehr einfach, in die Humangenetik zu gehen. Ich bewarb mich 1968 an sechs Instituten und hätte in fünf anfangen können. Niemand hat sich damals für dieses Fach interessiert; an einigen Instituten war es nicht einmal möglich, die Assistentenstellen zu besetzen. Ich habe dann einen Lehrer gefunden, der mich sehr beeindruckt hat: Friedrich VOGEL in Heidelberg. Deshalb bin ich in der Humangenetik geblieben. Mein Interesse galt insbesondere dem Einfluß der genetischen Determiniertheit auf Hirnfunktionen. Der sogenannte Mann auf der Straße sieht heute im Humangenetiker einen *Genchirurgen*, *Gentechnologen* oder *Molekularbiologen*. Von einem Fakultätskollegen wurde ich in eine Berufungskommission gebeten, weil man einen *Kliniker* dabei haben wollte. Und Journalisten meinen gelegentlich, ich sei doch *Ethiker* und könne daher zu diesem oder jenem Problem meine Meinung sagen. Die Humangenetik steht im Schnittpunkt vieler verschiedener Disziplinen, und es macht die Faszination des Faches aus, daß es in alle Bereiche, nicht nur der Medizin, sondern der Lebenswissenschaften überhaupt hineinreicht. Das Problem, vor dem man dann steht, ist, daß man nicht genug Zeit findet, um alle Möglichkeiten, die sich einem anbieten, auch ausnutzen zu können.

Ein Themenkreis, für den ich mich von Anfang an in der Humangenetik interessiert habe, ist der Zusammenhang zwischen genetischer Determination und Freiheit. Das ist hier auch immer wieder angesprochen worden. Als Genetiker bin ich außerordentlich optimistisch, daß die Determiniertheit des Menschen unter genetischen Gesichtspunkten gering oder höchstens mäßig ist. Man kann das mit empirischen Fakten belegen. Die traditionelle Forschungsmethode für diese Frage ist die Zwillingsuntersuchung. Eineiige Zwillinge sehen sich äußerlich häufig zum Verwechseln ähnlich, sind aber im Detail eben doch nicht gleich. Insbesondere in den spezifisch menschlichen Eigenschaften, in ihrer Persönlichkeit, findet man durchaus beträchtliche Unterschiede. In der Krankheitsneigung und -ausprägung gibt es zwar eine große Ähnlichkeit, keineswegs aber eine Identität. Der Grad der genetischen Determiniertheit des Menschen kann aber nicht höher sein als die Übereinstimmung zwischen eineiigen Zwillingen. Es gibt natürlich genetisch determinierte Merkmale, die die Freiheit vielleicht doch einschränken. Mich würde daher interessieren, wie ein Künstler oder wie ein Literat sich dieser biologischen Begrenztheit, die jeder von uns mit auf die Welt gebracht hat, stellt.

ZUR LIPPE: Ich heiße ZUR LIPPE. Meine Eltern haben mich in der Zeit, als man sich noch nicht für Ost und West entscheiden mußte, in Berlin in die Welt gesetzt. Ich habe eine merkwürdig vielfältige Bildungsgeschichte. Eigentlich wäre meine Neigung beim Theater oder der Malerei gewesen, aber ich habe denselben Fehler wie LENIN, TROTZKI und Helmut KOHL gemacht. Ich dachte im Wiederaufbau von 1955, die Infrastruktur ist wichtiger, Kultur kann später kommen, und so entschied ich mich für ein nationalökonomisches Studium. Da ich hier bis zum Diplom immer noch nicht erfahren hatte, wie es Menschen eigentlich machen, auf eine bestimmte Weise mit sich und der Welt zusammenzuleben, studierte ich noch Geschichte. Solche Fragen sind jedoch auch wenig Bestandteil der historischen Quellen, so daß ich da nicht viel schlauer geworden bin. Danach bin ich in die verschiedensten praktischen Berufe gegangen und schließlich durch meinen späteren Lehrer Theodor ADORNO wieder in die Universität gezogen worden, diesmal in die Philosophie. Ich habe dann dreißig Jahre einen Lehrstuhl für

Sozialphilosophie und Ästhetik an einer kleinen Reformuniversität auszufüllen gesucht, als Verbindungsstück zwischen den verschiedenen Disziplinen. Danach hat sich eine Universität nochmals einen Lehrstuhl für mich ausgedacht und – hellhörig geworden – mich gefragt, wie der heißen sollte. Ich entschied mich – manchmal muß man so etwas, was dann im Leben einem das Label gibt, in einer Sekunde entscheiden – für »Philosophie der Lebensformen«. Ich meinte, daß für die Kulturanthropologie, an der ich hauptsächlich arbeite, es besonders wichtig sein müsse, die menschlichen von den übrigen Lebensformen zu unterscheiden, aber nicht kategorial zu trennen, sondern die Zusammenhänge immer wieder aufzusuchen. Es geht zugleich darum, die unterschiedlichen menschlichen Lebensformen, von der Kunst bis zur Ökonomie, in ihren Beziehungen und ihren sich gegenseitig ergänzenden Aufgaben in einem kulturellen Zusammenhang zu sehen.

Die Verhaltensforschung hat mit der teleologischen Frage »Wozu?« außerordentlich viele Dimensionen abgeschnitten. Die Literatur und die bildende Kunst, erst recht die Musik, haben natürlich hier überhaupt keine unmittelbaren Antwortmöglichkeiten. Allerdings haben sie die Chance, diese Frage zu kritisieren. Das könnte ganz friedlich erfolgen, wenn man einfach akzeptiert, daß es eben eine Ergänzung durch andere Fragen gäbe. Da würde ich gern mit ihnen besprechen, wie wir eigentlich weiterkommen. Ist der Vogel, der singt, tatsächlich nur dazu da, um sein Territorium zu behaupten? Wird der Fisch von Konrad LORENZ wirklich nur rot, damit das Weibchen ihn zur Paarung bevorzugt und dann die Art sich fortpflanzt? Hinter solchen Fragen verbirgt sich die allgemeine Frage, ob auch menschliches Leben nur zum Überleben da ist, oder ob es eine Chance gibt, das Leben auch als Leben aufzufassen und zu gestalten.

Meine zweite Frage zielt auf die Einbeziehung von Zeit in die Betrachtung solcher Zusammenhänge. Das scheint mir doch ganz außerordentlich zu kurz gekommen zu sein. Die Dinge werden von der Naturwissenschaft entweder als Abläufe, dann ist der Zeitpfeil mit im Spiel, oder aber als logische Muster, die man gewissermaßen synchron überschauen kann, dargestellt. Darüber haben wir wenig gesprochen. Wie gehen Beobachtungen und Teilnahmen im Leben Schritt für Schritt vor sich? Wie ergibt sich wirklich aus einer ernst genommenen gelebten Gegenwart eine neue Gegenwart, über die Zäsur hinweg, die, wie immer, auf der einen oder anderen Seite gesetzt wird?

Ich wäre dankbar, wenn vielleicht eine dieser beiden Fragen mit aufgegriffen oder als Aspekt Ihrer Betrachtungen verwendet werden könnte. Wenn hier ein Hindernis besteht, dann lassen Sie es einfach in den Raum gestellt bleiben. Herr REICH ist schon auf die Eingangsfragen zurückgekommen. Werden Literatur und Kunst als Erkenntnisform ernst genommen? Daran müßte sich sofort die Frage anschließen: Worin werden sie ernst genommen?

LAABS: Ich habe die Befürchtung, daß Kunst an den gesellschaftlichen Rand gedrängt wird. In der gegenwärtigen Situation schlägt sich das in vielfältiger, ganz handfester Weise nieder: in der Reduzierung der Etats für Kunst, in der Situation der Künstler usw. ... Das ist Ausdruck der allgemein recht niedrigen Wertschätzung von Kunst. Der Grund dafür ist ein ganz pragmatischer: Kunst hat keine direkt eingreifende Wirkung. Sie bietet keine schnellen Antworten auf praktisch drängende Fragen, auf Probleme, die im Moment zu lösen sind bzw. von denen sich Politik und Wirtschaft herausgefordert fühlen. Ich denke, es bedarf einer gewissen Hartnäckigkeit, daß Kunst auf ihrem anders gelagerten Wert beharrt und ihn zu bewahren versucht. Möglicherweise handelt es sich um keine andere Hartnäckigkeit, die auch jeder Wissenschaftler braucht, um das, worauf er fixiert ist, worauf er sich eingelassen hat – aus welchem

Grund auch immer – wirksam werden zu lassen. Der Wert von Literatur, um bei meinem Gebiet zu bleiben, liegt nicht ausschließlich darin, Erkenntnisgewinn zu befördern. Eine wesentliche Funktion ist – neben der Beschwörung vielleicht – auch einfach die Abbildung. Was nun den Gegenstand, das Thema betrifft, auf das sich der Künstler einläßt, er bleibt in gewisser Weise immer Dilettant. Das ist auch mein Problem, wenn ich hier sitze und die Vorträge höre: Ich ertappe mich fortwährend als Dilettant. Meine Professionalität liegt allein in dem Handwerklichen, in der Machart meiner Literatur. Darin muß ich mich als Nichtdilettant erweisen. Ich habe das geleistet – oder eben jeder andere aus meiner Zunft –, wenn demjenigen, der sich auf Literatur, oder Kunst, einläßt, ein Schauer über den Rücken läuft. Ich bin mir nicht sicher, welcher Anteil von Erkenntnisleistung in einem Kunstwerk enthalten sein muß, damit es diesen Effekt auslöst.

Zur zweiten an uns gestellten Frage, zum Verhältnis von Beobachtung und Teilnahme am Leben: Als Schriftsteller befinde ich mich immer in einem Zwiespalt: Ich ziehe mich zurück und löse mich aus der Wirklichkeit, die mich herausfordert, um darauf reagieren zu können. Dazu zwingt jede Arbeit. Gleichzeitig steigere ich mich in dieser Phase in die Hybris hinein, mit dem, was ich mache, die Wirklichkeit bereichern zu können.

SYLVESTER: Bleiben wir bei der Kunst. Wenn ich von mir ausgehe, dann war die bildende Kunst wichtig für mich in der Klärung meiner Person, um über die Kunstausbübung mich zu verstehen, die Welt zu verstehen. Das heißt, es ist zunächst eine individuelle, sehr emotionale, eigene Antriebsleistung, die Kunst ausmacht. Dann gibt es diesen Grad an Fertigkeit, den man erreicht. Man will sich natürlich mit einem gewissen gewachsenen Werk mitteilen. Man merkt, daß diese Mitteilungen anderen nützen, andere erfreuen können. Das ist eine Erfahrung, die nur über Versinnlichung, z. B. über das Bild oder ein Gedicht, erreichbar ist. Das ist eine ganz eigene Sache, die unverwechselbar ist. Mit Wissenschaft kann dieser ganz individuelle, emotionale, sinnliche Zugang nicht erreicht werden. Ich habe bei Begegnungen mit Physikern, die sich mit meinen Arbeiten auseinandersetzten, oft erlebt, daß sie etwas entgegengebracht sahen, was sie selber bewegte. Das ist eine Erfahrung, die mir in meiner Arbeit Bestätigung gab.

Es ist wichtig, daß die Kunst wirklich völlig frei darin ist und sich mit der Wissenschaft in der Spannung begegnen kann, um für sich Erkenntnisse oder Gewinn an Vorstellungen zu holen. Das war für mich wichtig, als es mir überdrüssig wurde, die Landschaft, nur wie ich sie rein optisch vor mir sah, zu konterfeien. Es langweilte mich, und es haben dann die Fragen begonnen: Was wissen wir alles über die Natur? Was weiß ich darüber? Das hat mich neugierig gemacht auf die Dinge, die man aus der Naturwissenschaft erhalten konnte. Ich war neugierig darauf, welche Bilder ich gestalten, welche Ergebnisse ich erhalten, welche Vorstellungen ich entwickeln könnte – mit der Erkenntnis von Naturaneignung in Naturstudien in Form von Zeichnen und Malen. Das hat mich getrieben, in diese Sphäre hineinzugehen. »Raum und Zeit« haben dabei für mich immer eine Rolle gespielt, das Zerstören, Aufbauen, das sich ständig In-Veränderung-befinden. Diese Erkenntnisse haben mich von dieser *nur* Landschaft, in dieser Stimmung allein, weggebracht, die mich immer wieder begeistern kann, aber mir in den Darstellungsformen nicht genügte. Ich blieb neugierig – auf neue andere Bilder, auf Bildwelten, die ich selbst vorher so nicht kannte, die mir jetzt aber möglich waren.

PROPPING: Es gibt eine große Anzahl von genetischen Krankheitsbildern, die von demjenigen, der die Erkrankungen kennt, auf einen Blick diagnostiziert werden können. Die Abgrenzung

dieser Erkrankungen ist mit viel Mühe in den letzten hundert Jahren von der gesamten Medizin geleistet worden. Inzwischen kann man auch viele dieser Krankheitsbilder auf ihre genetische Ursache zurückführen. Ein Beispiel ist das bekannte Down-Syndrom, das sich durch eine Blickdiagnose sofort erkennen läßt. Interessanterweise hat man festgestellt, daß Künstler schon vor zweitausend Jahren diese Bilder zum Teil wahrgenommen und reproduziert haben. Bilder von Menschen mit Down-Syndrom gibt es bereits in der Antike. Es finden sich römische Plastiken, wo ganz offensichtlich ein Down-Kind dargestellt worden ist. Es gibt solche Abbildungen in mittelalterlichen Kirchenfenstern. In Mittelamerika fand man bei den Inkas entsprechende Plastiken. Die Medizin hätte Anregungen von Künstlern aufgreifen können. Sie hat das aber nicht getan, sondern sich diese Krankheitsbilder systematisch erarbeitet. Hinterher konnte man feststellen, daß das schon alles beobachtet worden war. Zum Beispiel hätte man durchaus bei Hieronymus BOSCH Anleihen nehmen können. Inzwischen gibt es Bücher, in denen mit viel Mühe versucht wird, herauszufinden, welches Krankheitsbild dem Künstler gegenüber gestanden hat. Es gibt Phänomene, die bereits sehr frühzeitig künstlerisch wahrgenommen wurden und jetzt erst naturwissenschaftlich geklärt werden.

ZUR LIPPE: Mir ist ein Argumentwechsel zwischen Frau WEIGEL und Herrn SCHIEFENHÖVEL heute morgen ein bißchen merkwürdig vorgekommen, weil ich das Gefühl hatte, daß es eigentlich weniger Anlaß zu einer Abgrenzung gegeneinander gab als vielmehr das gemeinsame Interesse, die Dimension des Mimetischen in den Blickpunkt zu rücken. Davon sprechen Sie auch jetzt: Mimesis als ein Mitvollziehen, das sich uns mitteilt und für das wir dann das Bild über das Begegnende aus unserem Inneren bilden, also aus einer existentiellen Beteiligung heraus. Darin möchten wir alle unsere Ansätze erfahren, und anders können Künstler sicher nicht existieren. Das ist eine Dimension, die z. B. in den Beobachtungen von SCHIEFENHÖVEL eine entscheidende Rolle gespielt hat.

REICH: Sie hatten vorhin gefragt, ob es wahr sei, daß der Vogel eben nur deshalb singt, um sein Territorium zu verteidigen. Dazu ist zweierlei evident: *Erstens*, es ist richtig. Er singt, um sein Territorium zu verteidigen. Er antwortet sofort, wenn ein Konkurrent kommt, und markiert sein Territorium. Für die Entstehung des Verhaltens liefert das evolutionär-genetische Modell eine gute Erklärung. Ein Vogel, der in der Lage war, sich deutlich zu machen und besondere Fähigkeiten im Singen hatte, konnte sein Territorium besser gegen Konkurrenten verteidigen ... Das heißt hier greifen diese Erklärungsmodelle, die ohne jeden Zweifel hohe Plausibilität besitzen und wahrscheinlich richtig sind. Genaugenommen könnte man hier sogar noch Versuche durchführen, um das in einer experimentellen Anordnung zu überprüfen, falls einem die Einsicht nicht reichen sollte.

Zweitens: Es steckt in diesem Lied, z. B. des Sprossers, aber noch etwas anderes. Wenn ich durch den Hain gehe und ein Sprosser singt, dann hat mein Vergnügen an diesem Gesang nicht das geringste mit dem zu tun, was sich alles evolutionsbiologisch erklären läßt. Wie ist es gekommen, daß viele Menschen ein ausgeprägtes Empfinden für die Sprache der Musik haben. Das läßt sich kaum als Produkt der Evolution, ja auch kaum als ihr Beiprodukt erklären. Dennoch ist Musik eine uralte Mitteilungsform. Musikinstrumente finden sich in allen ursprünglichen Gesellschaften schon seit Jahrtausenden. Dazu gibt es entsprechende Quellen. Hinzu kommt die gesamte Entwicklung der Musik, bis hin zur Matthäus-Passion oder zur Appassionata. Wer dazu ein besonderes Verhältnis hat, für den ist das absichtslos; es ist nicht einmal nur das Schöne. ADORNO hat die Analyse der Musik BEETHOVENS vorangebracht: Es ist

der symbolische Ausdruck eines Individuums, das um seine unverwechselbare Einmaligkeit ringt, das versucht, sie auszudrücken. Es gelingt ihm auf eindrucksvolle Weise und doch scheitert es tragisch. Gerade dieses gleichzeitige Gelingen und Scheitern macht den Reiz dieser traurigen und schönen Musik aus.

Was ich hier mit vielleicht etwas ungelenten Worten darstelle, zeigt auf jeden Fall klar, daß das eine Sprache, daß das Metaphern und Begriffe sind, die nicht etwa die Evolution widerlegen oder die Biologie außer Kraft setzen. Es ist etwas anderes, etwas sehr Menschliches, das wir in den Blick nehmen müssen. Selbst wenn wir uns intensiv anthropologisch damit befassen, was jene Konstanten sind, über die alle Menschen verfügen, oder die guten und die bösen Neigungen erforschen, so nehmen wir damit nichts von den Möglichkeiten weg, kreativ mit dem Leben und der Welt umzugehen. Eine Form dieser Kreativität ist das Erleben, das Nachvollziehen, das Interpretieren von Musik. Das ist zunächst völlig wertfrei, es könnte ebensogut auch anders sein. Es ist denkbar, daß wir nicht in der Lage wären, das zu fühlen. Die Evolution des *Homo sapiens* wäre dann anders verlaufen. Es sind aber Dinge, die nichts mit dem Überleben im Urwald oder in der Savanne bzw. heute in der Industriegesellschaft zu tun haben. Wir können also Dinge schaffen, die jenseits aller unserer Lebensnotwendigkeiten stehen, die über die unmittelbare Befriedigung der Grundbedürfnisse weit hinausgehen, ohne uns ganz aus dem Zwang des Instinkts oder der Gene lösen zu können, dürfen wir doch gewissermaßen darüber schweben.

ZUR LIPPE: Das wäre nicht so problematisch, wenn es nicht diese merkwürdige Hierarchisierung gäbe, die der Behaviorismus eingeführt hat. Erst müssen die Grundbedürfnisse abgedeckt sein, damit dann so etwas wie Kommunikation und Selbstwert überhaupt ins Spiel kommen können. Wenn wir einfach auf dieses Neben- und Miteinander der verschiedenen Dimensionen schauen würden, dann dürfte sich diese Problematik von selbst entschärfen. Dann sind allerdings zwei Fußnoten zu Ihrem Beispiel notwendig. Zum einen hat ADORNO auch gezeigt, daß sowohl diese Vorstellung, diese Imagination, die sich in dieser Musik manifestiert, als auch das Scheitern durch die gesellschaftlichen Verhältnisse vermittelt und bedingt sind, so daß sie schon deshalb auch andere betreffen und etwas mit geschichtlichen Wahrheiten zu tun haben, die alle etwas angehen.

Die zweite Anmerkung muß sich darauf beziehen, daß es eine Anzahl von Situationen im Leben gibt, in denen Menschen nur mit *Luft und Liebe* überleben, obwohl das nach der Kalorienstatistik nicht funktionieren dürfte. Mein Lieblingsbeispiel ist das von Liebenden im Park. Ich möchte von einem Mediziner oder einem Immunologen, der sich in Ihnen verbergen mag, gern erklärt bekommen, warum sich diese Liebespaare im Park nicht erkälten.

LAABS: Viele hier gehören zu einer Altersgruppe, die den Krieg und die Nachkriegssituation noch erlebt hat. Noch im Krieg und dann in den Gefangenenlagern wurde Theater gespielt, wurde Kunst ausgeübt. Wir wissen, daß Heinrich GEORGE beim Theaterspielen in einem der Lager gestorben ist. Kunst nachgehen ist offensichtlich etwas sehr Elementares, wie selbst die extreme Realität belegt.

Die biogenetische Begrenztheit zu erfahren, ist für mich ambivalent, wie vieles im Leben. Sie denken vielleicht, das sei der einfachste Ausweg, die Flucht vor einer Antwort, aber ich empfinde es wirklich so. Einerseits hat es natürlich etwas Deprimierendes, davon ausgehen zu müssen, daß es offensichtlich auch in dieser Hinsicht sehr feste Grenzen gibt, in denen ich mich bewege. Diese Grenzen bestätigen sich mir ohnehin im Vergleich mit anderen Fami-

lienmitgliedern, mit denen ich in der Kette des Daseins stehe, mit meiner Mutter oder mit meinen Kindern. Andererseits haben die anthropologischen Konstanten auch etwas Beruhigendes. Sie sind eine stabile Determinante, die selbstverständlich auch Sicherheit bietet. Ich fühle mich nicht in jeder Beziehung gefährdet.

Natürlich ist es problematisch, wenn Gene Aussagen liefern können, was mir möglicherweise bevorstehen wird. Andererseits ist es etwas Tröstliches und Hoffnungsvolles, wenn ich weiß, welche Möglichkeiten mir dadurch gegeben sind, oder wenn mir in Gefahrensituationen, die meine Konstitution betreffen, aus dieser Kenntnis heraus geholfen werden kann.

ZUR LIPPE: Ihre Aussagen passen durchaus zu folgender ärztlicher Beobachtung: Solange man gesund ist, erscheinen uns viele Krankheiten gefährlich, sie erzeugen Angst. Ist die Erkrankung jedoch eingetreten, dann beobachten die Ärzte, daß viele Patienten erstaunlich souverän damit umgehen können, obwohl sie eigentlich die Endlichkeit ihrer Existenz erkennen. Es ist tröstend, wenn man sieht, daß z. B. Krebskranke, die eigentlich realisieren, daß sie nur noch begrenzte Zeit vor sich haben, trotzdem, in vielen Fällen jedenfalls, mit einer erstaunlichen Abgeklärtheit in dieser Situation zurechtkommen.

LAABS: Ich als Literat wollte noch etwas anderes sagen. Wenn sich Mitteilungen allein im Abstrakten bewegen, fällt es mir schwer, sie zu erfassen. Auch hier auf der Veranstaltung war ich aufnahmefähiger, wenn sie sinnlich faßbar wurden. Kommt zum Wort noch die visuelle sinnliche Nachhilfe von Lichtbildern hinzu, dann ist die Kommunikation zwischen mir, dem Literaten, und dem Wissenschaftler, dem Naturforscher, fast problemlos möglich.

PROPPING: Für diese Kommunikation müssen wir einfach in andere Ebenen gehen. Künstler wissen das sehr gut. Es geht um die Begrenztheit der Konstitution. Künstler können den Machbarkeitsphantasien der Wissenschaftler, die auf der theoretischen Seite mitunter davon zu galoppieren drohen, die Erfahrung entgegensetzen, daß sich Kreativität an der Begrenzung entzündet, daß ohne den Widerstand des Materials überhaupt keine Kreation möglich ist. Ich meine, daß Sie genau das in Ihren Bemerkungen über Krankheit beschreiben.

LAABS: Um Widerstände zu überwinden, diese Daueraufgabe menschlicher Existenz im Mühen um Entfaltung, sind natürlich Begegnungen mit anderen höchst wichtig, und erst das Zusammenwirken führt zum Erfolg. Wir wollen das bloß mitunter nicht wahrhaben und verpassen die Gelegenheiten.

PROPPING: Herr REICH, Sie haben die Dimensionen, zu denen unser menschliches Gehirn in der Lage ist, am Beispiel der Musik sehr gut beschrieben. Daß diese Dimension offensichtlich nichts mit der biologischen Evolution zu tun hat, sehe ich ebenso. Trotzdem fragt man sich, ob es denn nur ein Nebeneffekt der Evolution gewesen sein kann, daß unser Gehirn zu solchen Leistungen in der Lage ist? Ich kann es selber nicht fassen. Das konventionelle Lehrbuchwissen besagt, daß es einen evolutionären Druck gegeben haben muß, damit sich in der Vergangenheit bestimmte Fähigkeiten durchsetzen konnten. Das gilt ganz offensichtlich auch für viele andere Eigenschaften des Menschen. Kann es aber nur ein Nebeneffekt sein, daß wir Fähigkeiten haben, die mit unserer Überlebensfähigkeit so unmittelbar nichts zutun haben?

REICH: In der Evolutionsbiologie ist heute durchaus anerkannt, daß es Beiprodukte, Nebenef-

fekte, gibt. Nehmen Sie nur dieses Spindelargument von Stephen GOULD. Der sagt, daß sich in unserem Gehirn bestimmte Veränderungen vollzogen haben, die uns von den Primaten, mit denen wir verwandt sind, wegbrachten. Ein Nebenprodukt dieser Vergrößerung des Gehirns (und der damit verbundenen verbesserten räumlichen Wahrnehmung in der Savanne, die eine koordinierte Jagd des Wildes ermöglichte) war die Freiheit, daß wir mit EUKLID in der Lage sind, eine abstrakte Geometrie aufzubauen und die Einsicht ins Räumliche soweit voranzutreiben, daß sich komplizierte Figuren und Topologien beschreiben lassen. Das ist ein solches Nebenprodukt. Unser Gehirn hat einen Überschuß an Möglichkeiten, der nicht damit ausgelastet ist, daß es ehemals in der Evolution notwendig war, vom Urwald in die freie Landschaft überzugehen, wofür die Fähigkeit zu räumlicher und koordinierender Vorstellung notwendig war. Auch die sprachliche Verständigung wurde in dieser neuen Umwelt natürlich sehr viel wichtiger als in den engen Räumen des feuchten Urwalds. Über Einzelheiten kann man sicher trefflich spekulieren. Daß bei diesen Entwicklungen aber Beiprodukte abfallen, ist für mich klar. Es gibt Dinge, die wir Menschen jetzt plötzlich konnten, weil wir mehr Möglichkeiten hatten, als unmittelbar zur Bedürfnisbefriedigung, zum Überleben, zur Reproduktion des Lebens erforderlich waren.

ZUR LIPPE: Als Philosoph muß ich hier fragen: Kann das, was Sie beschreiben, tatsächlich als Beiprodukt klassifiziert werden? Ich meine, daß sich hier einfach die Konstitution verändert hat. Mit einer fortschreitenden Distanzierung gegenüber der Welt wächst natürlich ein neues Bedürfnis zur Deutung dieser Welt. Das heißt, der Wunsch des Wiederaufnehmens einer gedeuteten, einer symbolischen Beziehung zu dieser Welt, denn sonst würden wir Menschen in eine Isolation geraten, in der auch die Evolution einfach nicht weiter gehen kann. Sie hat nur ein Bedürfnis nach einer anderen Dimension entwickelt, das auch entsprechend beantwortet wird. Das wäre meine Sicht auf die Dinge von der philosophischen Seite.

REICH: Das ist klar. Diese Betrachtung bewegt sich aber auf einer anderen Ebene.

PROPPING: Von der biologischen Seite her gesehen, verstehe ich dennoch nicht, daß eine solche erstaunliche Leistungsfähigkeit ohne einen Evolutionsdruck im rein biologischen Sinne entstanden sein soll. Ich kann das feststellen, aber nicht verstehen.

ZUR LIPPE: Wieso diese Bedürfnisse des Deutens nichts Biologisches sein dürfen, müßten wir beim nächsten Symposium erklärt bekommen.

PARTHIER: Herr REICH, es gibt doch auch völlig unmusikalische Menschen. Haben diese Personen dann schlafende Gene?

REICH: Nein. Bei unmusikalischen Menschen sollte man nach anderen Begabungen und Fähigkeiten suchen. Es ließen sich wohl bei jedem Menschen Fähigkeiten finden, die mit den hier angezogenen Kategorien zu beschreiben sind. Jeder Mensch hat Talente und Möglichkeiten, die in ihrer Gesamtheit im Grunde genommen überflüssig, aber doch wunderschön sind.

RÖLLICH: Herr REICH, Sie bezeichnen die Fähigkeit zur Kunst, in ihren verschiedenen Formen, evolutionär als Überfluß. Wir hatten jedoch gerade gehört, daß Menschen insbesondere auch

in sehr schwierigen persönlichen Situationen zur Kunst gefunden haben und gerade dadurch diese Schwierigkeiten überleben konnten.

REICH: Ohne Zweifel gibt es Menschen, die ihr Leben überhaupt erst ertragen konnten, weil sie die Fähigkeit hatten, mit der Kunst über den Alltag hinauszugehen. Wir kennen viele tragische, gleichzeitig großartige Biographien, die das zeigen. Dieses *überflüssig* in bezug auf jene Fähigkeiten ist daher keinesfalls abwertend gemeint. Die Beschreibung *überflüssig* gilt also nur in dem Sinne, daß es sich bei diesen Begabungen eben *gerade nicht* um eine erzwungene Anpassung an ein unmittelbares Lebensbedürfnis handelt. Viele von uns besitzen Neigungen und Fähigkeiten, ohne die sie genauso überleben würden, ebenso viele Kinder hätten und ein wertvolles Leben führen könnten, das schön wäre.

Wir suchen aber in diesem Zusammenhang nach dem, was unser Leben nun mehr ist als ein Überleben unter jenen Bedingungen, in denen man lebt. Damit sind wir bei der Kunst angekommen. Bei einigem Nachdenken finden wir so auch die Wissenschaft. Die Mathematik ist ein Paradebeispiel für etwas, das im Grunde genommen zwecklos, ästhetisch, aber schön und darüber hinaus nützlich sein kann. Übrigens kann man sich hier auch der Diskussion über Wahrheit nähern. Auch dazu liefert die Mathematik ein anschauliches Beispiel. Mathematische Erkenntnisse, die etwa Leonard EULER im 18. Jahrhundert gefunden hat, sind heute noch wunderbare felsenfeste Wahrheiten, vielleicht von dem einen oder anderen Irrtum abgesehen. Dennoch bewegte sich alles, was EULER erdacht und gemacht hat, im geistigen Umfeld des Jahrhunderts der Aufklärung. Seine Motivation, seine Begriffe, seine Metaphern, all das ist völlig zeitgebunden, und trotzdem hat er die wunderbarsten Formeln, die man sich überhaupt nur vorstellen kann, erarbeitet. Das sind Resultate, die auch in 15000 Jahren noch die gleiche ästhetische Schönheit und den gleichen Wahrheitswert haben werden – für alle jene Menschen, die in der Lage sind und Neigung dazu haben, sich mit Mathematik zu befassen. Natürlich wissen wir heute unendlich viel mehr in der Mathematik, als Leonard EULER auch nur erahnen konnte. Das ist aber dann wirklich dieses sich akkumulierende Wissen, das, ohne zu einer Grenze zu kommen, sich asymptotisch der Wahrheit nähert. Es ist nicht erkennbar, daß die Mathematik irgendwie *fertig* werden kann. In dem Sinne kann man auch über den Wahrheitsanspruch von Naturwissenschaft reden, der von jenem der Mathematik und Physik abgeleitet ist. Wir können Naturgesetze formulieren, die nahe an dem sind, was man als absolute Wahrheit ansehen mag.

Sprecherin: Mich drängt es schon seit Beginn des Podiumsgesprächs, den Bogen von diesen abschließenden Betrachtungen zum einleitenden Vortrag von Frau SCHÜTZ zu schlagen. Für mich paßt das ganz gut zusammen. Es läßt sich vielleicht mit dem Wort *Innehalten* verbinden, was sich mir hier als Verbindung anbietet. Wenn ich von meiner eigenen Lebensauffassung ausgehe, so gehören der Kunst die Phasen des Innehaltens, während die berufliche Arbeit – wenn man den Job gut machen will – dem Verändern, dem Gestalten zuzuordnen ist. Das funktioniert nur im ständigen Wechsel, denn ohne Phasen des Innehaltens kann man nichts verändern, weil dann die Kraft sich erschöpft.

ZUR LIPPE: An dieser Stelle darf ich auf die Forschungen des Göttinger Verhaltensbiologen Gerald HÜTHER hinweisen. Er geht in seinen Untersuchungen zum Streß soweit, daß es weder Eu- noch Dysstreß gibt, sondern immer die Frage steht: Wie groß muß die Krise sein, damit die Neuigkeit der Aufgaben wirklich wahrgenommen wird, die in der Routine des Alltags ver-

stellt war? Es gibt die Fähigkeit, eigentlich nicht mehr kontrollierbare Streßreaktionen in eine neue Bahnung zu bringen, und es existiert zudem die andere Dimension solcher Situationen, durch die es Menschen möglich wird, sich zu besinnen. Das ist von der biologischen Seite her die Perspektive auf jene menschlichen Bezüge, die mit dem Innehalten zu tun haben.

HÖLLDOBLER: Als Verhaltensbiologe möchte ich zurückkommen auf den singenden Vogel, der einen ästhetisch schönen Gesang von sich gibt, um sein Revier zu verteidigen. Der Vogel singt in erster Linie nicht nur, um sein Territorium zu verteidigen, sondern um Weibchen anzulocken. Die Weibchenwahl spielt eine große Rolle in der Natur, und je komplizierter der Gesang ist, desto eher akzeptiert das Weibchen das Männchen. Durch komplizierten Gesang werden offenbar gute Gene angezeigt. Es gibt dazu eine wunderbare Geschichte von den Laubenvögeln. Die Männchen bauen komplizierte, für uns ästhetisch schöne, Lauben, mit denen sie die Weibchen anlocken. Der Vorplatz der Lauben wird mit farbigen Blütenblättern und allen möglichen Dingen, die der Vogel sammeln kann, dekoriert. In einem Film über diese Laubenvogel gibt es eine Szene, da arrangiert das Männchen die Dekoration vor dem Nest, dann fliegt es hoch, schaut sich das an, steigt wieder herunter, arrangiert neu, schaut nochmals von oben nach usw. Es ergibt sich eine Folge von Bildern. Mit dem Endzustand war das Männchen zufrieden. Ich habe diese Bilder der Lauben einmal Künstlern gezeigt und sie gefragt, welche Laube für sie die schönste sei. Für die Künstler war die schönste ebenfalls jene, mit der auch der Vogel zufrieden war.

ZUR LIPPE: Diese Schilderung erscheint mir irgendwie reizvoller als die Vorstellung von einem Chatroom, in dem es ja wohl auch um das Erobern von Männchen und Weibchen geht.

JENDRYSCHIK: In meinem Leben ist es häufig bedeutsam gewesen, daß von einem Satz oftmals auch das Gegenteil stimmt. Mir scheint, daß ein Reichtum an Erfahrungen und übergreifenden Möglichkeiten wichtig ist, um den Sprossergesang, die Appassionata und die Höhlenmalerei als etwas Wunderbares zu begreifen. Ich muß die so und so viel tausend Jahre Kunst mitreflektieren, denn ich glaube, daß ich den Sprossergesang noch schöner empfinde, wenn ich gleichzeitig anderes damit assoziieren kann. In dieser Beziehung dürfte es Künstlern und Genetikern gleich ergehen. Für uns alle ist im Leben die funktionale Reduktion etwas ganz wichtiges. Es ist denkbar, daß Kunst und Wissenschaft möglicherweise so gut wie nichts miteinander zu tun haben und zu tun haben müssen.

An Herrn PARTHIER, der seit vielen Jahren mit großer Emphase das Primat der Naturwissenschaft vertritt, habe ich die Frage, ob er nicht seinen Studenten in wichtigen Situationen rät, für ein Jahr oder für fünf Jahre auf jeglichen Kunstgenuß zu verzichten, um in der Wissenschaft etwas leisten zu können? Anders gesagt: In den USA sagte mir ein Manager, der überwiegend großräumig dachte: Ihr Europäer seid vielleicht besser gebildet, aber wir wissen besser, Dinge zu machen. Es geht um diese Spezialisierung, die den Menschen dann immer mehr einschränkt. Sie ist für mich natürlich gleichzeitig auch etwas außerordentlich Produktives.

Das ist für mich fast ein unlösbarer Widerspruch, der freilich nicht nur Wissenschaftler, sondern auch Künstler betrifft. Es gibt auch zwei Kategorien von Künstlern. Jene, die man an ihrem Stil erkennen kann, etwa KANDINSKY, KLEE oder Max ERNST. Das sind zum Teil Leute, die sehr viel experimentiert haben, es gibt aber auch solche, z. B. besonders bei den Expressionisten, die dann über Jahrzehnte einmal Gefundenes immer wiederholen und variieren.

Einige Schriftsteller haben mehrfach versucht, sich den neuen Fragen, die von der Gesellschaft aufgeworfen wurden, zu stellen, oder bemühten sich, diese Probleme aus verschiedenen Sichtwinkeln zu beschreiben. Andere, wie z. B. Günter DE BRUYN, variieren immer wieder eine bestimmte moralische Frage. Es gibt also auch in der Kunst diese Beschränkungen, die einerseits produktiv und andererseits auf Dauer unproduktiv sein können. Ich weiß für diese Frage keine Antwort, jedoch sollte man sie stellen. Möglicherweise ist es ja auch insgesamt eine Illusion, daß wir miteinander reden können.

PARTHIER: In der von Ihnen vorgebrachten Weise treffen Sie in mir den Falschen. Ich würde mir eher den Dolch ins Herz stoßen, als daß ich Studenten riete, nur um der Wissenschaft willen, fünf Jahre auf Kunst zu verzichten. Unter den Mitarbeitern, die ich besonders geschätzt habe, weil sie wissenschaftlich besonders kreativ waren, hat es immer auch Menschen gegeben, die sich in einem Großteil ihrer Zeit künstlerischen oder literarischen Dingen zuwandten. Begabung ist selten eine Einbahnstraße.

WEGEWITZ: Ich möchte nochmals etwas zurückgehen und bei der Kunst selbst, dem Kunstgedanken, verweilen. Ich fand, daß wir zu schnell über die Bemerkungen von Herrn REICH zu den Höhlenmalereien im Neolithikum hinweggegangen sind. Dort zeigt sich nämlich eigentlich, was Kunst kann: ihre Erkenntnisfähigkeit, die wir jetzt etwas vergessen haben, und ihre Kommunikationsfähigkeit. Ist es nicht atemberaubend, daß über jene riesigen Zeiträume hinweg, jemand mit uns kommunizieren kann. Das hat die Kunst zustande gebracht. Nur durch die Kunst wissen wir von jenen Menschen, die vor fünfunddreißigtausend Jahren gelebt haben, etwas – wie sie gedacht, wie sie empfunden haben. Das ist Erkenntnis, das ist Vermittlung, das ist Kommunikation. Es geht um eine unheimlich lange Zeit, und wir haben diese Kunstwerke heute noch, und noch immer gibt es Kunst. Kunst kann heute noch das Gleiche leisten. Kunst hat die Freiheit, sich auf das Vorangehende zu beziehen, und Kunst hat die Möglichkeit entwickelt, wie sich schon im Neolithikum zeigte, sich in die Dinge, das Wesen, die Gestalten hineinzusetzen und das dann auch zu kommunizieren. Die Kunst ist in dieser Hinsicht sehr weit entwickelt, man darf sie nicht mißachten.

JOCKUSCH, H.: Herr JENDRYSCHIK, es ist mit Ihrem Problem ein bißchen so wie mit den berühmten zwei Kulturen. Herr PARTHIER hat Ihnen ja schon gesagt, daß es ganz so, wie Sie das befürchten, nicht ist. Vielleicht sind noch zwei Dinge zu ergänzen: *Erstens* werden auch jene, die an der Spitze der Geschäftstüchtigkeit stehen, die Manager, gelegentlich zu irgendwelchen Kreativmeetings geschickt, weil das für ihre eigene Tätigkeit einfach notwendig ist. *Zweitens*: Die Doppelhelix wurde von einer Künstlerin, nämlich von der Frau von Francis CRICK, gezeichnet. Ihre oft bewunderte Schönheit hat also eine doppelte Herkunft: die Schönheit der Idee, die vieles mit einem Schlag erklärte, was in jahrelangen Diskussionen erörtert worden war, und die Schönheit der Darstellung, die von einer Künstlerin herrührte.

ZUR LIPPE: An dieser Stelle würde ich gern etwas einfügen, was ich hier in Gatersleben gelernt habe. Vor einigen Jahren bin ich durch die Genbank geführt worden. Die hat ganz konkret die Form von Körnern in Einweckgläsern. Man sagte mir, daß diese Körner – je nach Art – alle zwei Jahre, alle fünf Jahre oder alle zehn Jahre ausgesät werden müssen. Als Bild gebrauche ich das jetzt für solche soziokulturellen Fragen. Ich weiß einfach, es ist mit Wissen ebenso wie mit diesen Körnern. Es muß unentwegt wieder ausgesät werden, es muß in den Gesamtzu-

sammenhang der Kultur eindringen, und es muß aus ihm wieder neu auftauchen. Wenn dieser Vorgang der wechselseitigen Durchdringung nicht stattfindet, dann kann sich Wissen, kann sich Kunst nicht lebendig erhalten. Diese Bedingung ist eine evolutionäre Grundvoraussetzung. Ich bin daher sehr dankbar für diese Erfahrung an diesem Ort hier. Es gibt, genauegenommen, dann noch eine viel tiefere Schicht der Korrespondenz. Es sind ja nie wirklich vereinzelte Individuen, die etwas erfinden, sondern es gibt ein Ansteigen der Pegel in einer bestimmten Entwicklung, in einer bestimmten Richtung, einer bestimmten Gruppe, einem bestimmten, auch weiteren, sozialen Umfeld ...

PIETRASS: Ich würde gerne noch einen Gedanken ins Spiel bringen, der hier fruchtbar werden könnte. Wir alle kennen den manchmal überraschenden Erfolg von Seiteneinsteigern. Das gibt es sowohl in der Politik, aber auch in der Wissenschaft und der Kunst. Sie sind Menschen, die etwas anderes gelernt haben, erst kurze Zeit in der Sache mitmischen, aber nicht mehr die Nachsitzer, sondern die Anreger sind, weil sie Gedankenwelten und Modelle aus einem anderen Bereich mitbringen, der jenen eigentlich viel besseren Spezialisten verschlossen ist. Ich denke, wir sollten uns hier alle als potentielle Seiteneinsteiger verstehen, die einander ihre Sicht des Lebens schenken. Ein vielseitiger Mensch kann beides zugleich sein. Er ist Spezialist in dem, was er Tag um Tag tut, und zugleich Seiteneinsteiger, durch die Dinge, die er zusätzlich betreibt. Diese zusätzlichen Sichten können ihm manchmal helfen, indem sie ein Modell für den Spezialistenweg liefern oder die Zeit zur Modellfindung verkürzen. In diesem modellhaften Denken, sowohl von Kunst als auch von Wissenschaft, liegt eine Chance, einander zu bereichern. Was mir Gatersleben wertvoll macht, ist genau dieses: Sie schenken mir ein vertieftes Verständnis des Lebens, und wir Künstler, Schriftsteller, Grafiker und Maler können Ihnen auf unsere Weise ein umfassendes Verständnis vom menschlichen Existieren, unserem In-der-Welt-sein eröffnen.

LAABS: Ob in den Augen der Wissenschaftler Künstler das leisten, genau darauf wollte ich mit meiner Ausgangsfrage hinaus. Daß wir als Schriftsteller usw. hier etwas mitnehmen, das ist ganz unbestritten. Ich sitze mitunter fasziniert hier, und nur meine Verständnislosigkeit hindert mich eigentlich, daß mich diese Faszination überwältigt. Meine Frage ging eben auch in die Gegenrichtung. Wird von uns denn überhaupt irgendein Impuls erwartet? Sind wir nicht mehr Dekoration, auf die Attitüde der Leseabende, die unser Beitrag sind, beschränkt? Sie schütteln den Kopf, Frau WOBUS. Ich weiß natürlich, daß diese Zusammenkünfte aus einer ganz anderen Tradition kommen. Sie sind in der verengten, reduzierten Öffentlichkeit der DDR entstanden. In der DDR war es kaum möglich, daß man mittels der Medien oder anderer Einrichtungen in einen grundsätzlichen Disput kam. Man brauchte diese persönlichen Verabredungen, damit so etwas wie die *Gaterslebener Begegnungen* zustande kommen konnten. Unter diesen Bedingungen war es für mich unbestritten, daß wir gegenseitig daraus Gewinn gezogen haben. Jetzt aber haben sich bei mir ein paar Zweifel eingeschlichen.

WOBUS, A.: Allein die Tatsache, daß wir nur zwei Veranstaltungen zu DDR-Zeiten hatten, aber seitdem acht im vereinigten Deutschland, spricht doch dafür, daß dieses Gespräch notwendig und gewünscht war, daß es gebraucht wurde. Wir hätten es ohne das Gegenüber nicht machen können, denn dann hätten wir weiter nur in unseren wissenschaftlichen Zirkeln diskutiert. Das aber ist bei weitem nicht so spannend, wie die Tage, die wir mit Ihnen erleben durften.

ZUR LIPPE: Vielleicht lassen sich aus diesem Gespräch Ansatzpunkte wählen, bei denen dann in konkreter Form die Zusammenarbeit an einer bestimmten Frage erprobt wird. Ich glaube, sonst kommen wir nicht weiter und werden noch Jahrzehnte bei diesen wunderbaren Absichtserklärungen bleiben, die ich natürlich schon sehr schön finde. Es hat in der Geschichte der Naturwissenschaften, vielleicht nicht in ihren Haupterfolgssträngen, wie der Elektrizitätslehre von MAXWELL, aber doch in anderen Bereichen durchaus fruchtbare Zusammenarbeit gegeben. Ich denke dabei z. B. an die Wolkenbilder von CARUS für die Klimatologie von GOETHE. Aber es gibt sicher vieles mehr. Andererseits: Ist die ästhetische Qualität der Meerestierbilder von HAECKEL jemals in ihrer tatsächlichen Bedeutung wahrgenommen worden? Es würde mich freuen, wenn – vielleicht punktuell – Ansätze für die Zusammenarbeit aufgegriffen würden. Wir müßten an kleinen Projekten erproben, welches unterschiedliche Wissen bildende Künste, Naturwissenschaften, Literatur, phänomenologische Philosophie zu einem bestimmten Gegenstand beizutragen vermögen, wie sie einander ergänzen und korrigieren können.

REICH: Wenn man über den Charakter einer Zusammenkunft von interessierten Leuten hinausgehen und ein bestimmtes Projekt damit verbinden will, dann benötigt man Personen, die sich intensiver damit beschäftigen können, und man braucht Mittel, die eingeworben werden müssen. Außerdem müßten wir junge Leute zur Teilnahme gewinnen, da der Altersdurchschnitt der Teilnehmer doch etwas hoch liegt. Die Weisheit des Alters muß sich mit der Dynamik der Jugend verbinden, damit die Sache vorankommt.

LAABS: Ich möchte nun einen Kollegen unserer Zunft zu Wort kommen lassen, mit einem ganz erstaunlichen – und beneidenswerten – literarischen Beitrag zu dem Gegenstand, der uns hier die ganze Zeit beschäftigt hat. Dem einen oder anderen von Ihnen wird er bekannt sein. Erich KÄSTNER erlebte bereits 1931 die Herausforderung des synthetischen Menschen:

Der synthetische Mensch¹

Professor Bumke hat neulich Menschen erfunden,
die kosten zwar, laut Katalog, ziemlich viel Geld,
doch ihre Herstellung dauert nur sieben Stunden,
und außerdem kommen sie fix und fertig zur Welt.

Man darf dergleichen Vorteile nicht unterschätzen.
Professor Bumke hat mir das alles erklärt.
Und ich merkte schon nach ersten Worten und Sätzen:
Die Bumkeschen Menschen sind das, was sie kosten, auch wert.

¹ Nach: Genetik – Gentechnik – Genethik. Lichtenau: AOL Verlag. Dort Quellenangabe: KÄSTNER, E.: Werke. Herausgegeben von GÖRTZ, J. Band I: Zeitgenossen, haufenweise. Gedichte. Seite 184f. Herausgegeben von HARTUNG, H. München: Carl Hanser 1998.

Sie werden mit Bärten oder mit Busen geboren,
mit allen Zubehörteilen, je nach Geschlecht.
Durch Kindheit und Jugend würde nur Zeit verloren,
meinte Professor Bumke. Und da hat er ja Recht.

Er sagte, wer einen Sohn, der Rechtsanwalt sei,
etwa benötige, brauche ihn nur noch zu bestellen.
Man liefere ihn, frei ab Fabrik, in des Vaters Kanzlei,
promoviert und vertraut mit den schwersten juristischen Fällen.

Man brauche nun nicht mehr zwanzig Jahre zu warten,
daß das Produkt einer unausgeschlafenen Nacht,
auf dem Umweg über Wiege und Kindergarten,
das Abitur und die übrigen Prüfungen macht.

Es sei ja auch denkbar, das Kind werde dumm oder krank.
Und sei für die Welt und Eltern nicht recht zu verwenden.
Oder es sei musikalisch. Das gäbe nur Zank,
falls seine Eltern nichts von Musik verstünden.

Nicht wahr, wer könne denn wirklich wissen, was später
aus einem anfangs ganz reizenden Kinde wird?
Bumke sagte, er liefere auch Töchter und Väter.
Und sein Verfahren habe sich selten geirrt.

Nächstens vergrößere er seine Menschenfabrik.
Schon heute liefere er zweihundertneunzehn Sorten.
Mißlungene Aufträge nähm er natürlich zurück.
Die müßten dann noch mal durch die verschiedenen Retorten.

Ich sagte, da sei noch ein Bruch in den Fertigartikeln,
in jenen Menschen, aus Bumkes Geburtsinstitute.
Sie seien konstant und würden sich niemals entwickeln.
Da gab er zur Antwort: »Das sei ja das Gute!«

Ob ich tatsächlich vom Sichentwickeln was halte?
Professor Bumke sprach's in gestrengem Ton.
Auf seiner Stirn entstand eine tiefe Falte.
Und dann bestellte ich mir einen vierzigjährigen Sohn.

PROPPING: Nach Herrn LAABS und Erich KÄSTNER jetzt noch etwas zu sagen, wird schwer. Vielleicht sollte ich auf Ihre Eingangsbemerkung zurückkommen, auf die Besorgnis, daß die Kunst es materiell in jüngerer Zeit besonders schwer hat. Wahrscheinlich war es aber schon immer so. Auch die Wissenschaft hat es nicht leicht, wenn die Politik ununterbrochen Erwartungen an sie richtet und sich das, was die Wissenschaft macht, unmittelbar wirtschaftlich aus-

wirken soll. Das ist letztlich keine Hilfe für die Wissenschaft. Antragsteller, die sich um das Geld bemühen müssen, sind gezwungen, Hoffnungen zu wecken, von denen die Wissenschaftler selbst nicht überzeugt sind. Insofern sind die Künstler und die Wissenschaftler vielleicht in einer ähnlichen Situation: Die einen wissen, daß sie bedroht werden, und die anderen fühlen sich bedroht.

SYLVESTER: Kunst ist wirklich kein Luxus. Sie wird gebraucht, davon bin ich überzeugt. Es bestätigt sich mir in meiner Biographie. Die Kunst ist in jedem Fall ein Katalysator von menschlichen Empfindungen, die auf keine andere Weise wiedergegeben werden können. Ich glaube, daß es im Regenerierungsprozeß auch bei Wissenschaftlern oder Wirtschaftlern und anderen Berufen eine bedeutsame Funktion haben kann, wenn man sich der Kunst nähert, wenn man versucht, sie anzunehmen, zu verstehen, zu begreifen, oder sich überhaupt damit zu beschäftigen. Meine Überzeugung ist es, daß wir uns in dieser Frage in Zukunft noch näher kommen können.

ZUR LIPPE: Zum Abschluß der Diskussion möchte ich meine Dankbarkeit zum Ausdruck bringen. Es ist uns gelungen, die Beschleunigung etwas zu bremsen, die wir allenthalben spüren. Es war eben nicht der Kampf um das Thema, die richtige These, die treffendste Pointe ... Daß dies alles ausgeblieben ist, sehe ich doch als einen schönen Erfolg an, auch im Sinne dessen, was in der Einleitung von Frau SCHÜTZ eingeklagt worden ist. Das Veloziferische hat uns in diesen zwei Tagen manchmal doch wieder am Wickel gehabt, fürchte ich, aber wir sind ihm zum Schluß immer ein bißchen entkommen ...



Hal Jos »Tod und Erde«, 1962; gebeiteltes Fichtenholz, Erdfarben, Titanoxid, Sand, 32,5 cm × 44 cm.

Petrarca auf dem Weg ins Exil

Wie sie sich giften, daß ich gut zu Fuß bin.
Wo längs am Rain die goldnen Krücken liegen,
In die sich wundersanft die Glieder schmiegen,
Bis die Gelenke steif, die Knochen Mus sind,

So daß mir, schritt ich heitern Blicks nicht weiter,
Bald um die Stirn ein Reif von Würden blühte,
Und, ohne daß ich mich noch extra mühte,
Läg ich erhöht und sänge von der Leiter –

Der wird hier Kanzler, der am krümmsten humpelt,
Und der dem Volk den Sand siebt, machts im Streckbett
Seltsam umwoben vom Singsang der Wechsler;

Die Bagger klirren, und der Prägstock rumpelt,
Und ringsum winken ernst, als ob es Zweck hätt,
Goldmineneigner und die Krückendrechsler.

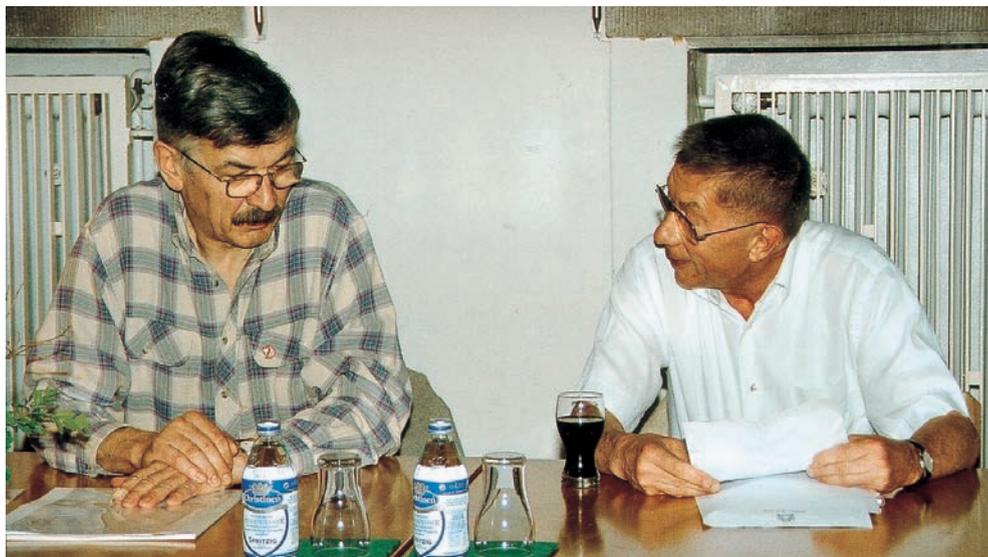
Juli 1996

Rainer KIRSCH

Aus: Rainer KIRSCH, Werke Bd. 1–4, Eulenspiegel-Verlag Berlin 2004

Lesung I

Am Abend des 22. Mai 2003 lasen Christoph HEIN und Rainer KIRSCH aus ihren Werken.



Christoph HEIN und Rainer KIRSCH während der Lesung am 22. Mai 2003

Christoph Hein

Geboren 1944 im schlesischen Heinzendorf (dem heutigen Jasienica/Polen). 1945 Umsiedlung in die Nähe von Leipzig. Als Sohn eines evangelischen Pfarrers blieb ihm der Besuch des Gymnasiums in der DDR verwehrt, daher ab 1958 Besuch eines Gymnasiums in Westberlin. 1960 Rückkehr in die DDR und nach dem Abitur Arbeit in verschiedenen Berufen. Von 1967 bis 1971 Studium der Philosophie und Logik. Dramaturg und Autor an der Berliner Volksbühne. Seit 1979 freiberuflicher Schriftsteller. 1998 Präsident des vereinigten deutschen PEN-Zentrums. Er lebt in Berlin.

Auszeichnungen (Auswahl): 1982 Heinrich-Mann-Preis, 1990 Erich-Fried-Preis, 2002 Österreichischer Staatspreis für Literatur, 2002 Premio Grinzane Cavour, 2004 Schiller-Gedächtnis-Preis.

Werke (Auswahl): Der fremde Freund (Novelle, 1982), Die wahre Geschichte des Ah Q. (Stücke und Essays, 1984), Das Wildpferd unterm Kachelofen. Ein schönes dickes Buch von Jakob Borg und seinen Freunden (Kinderbuch, 1984), Horns Ende (Roman, 1985), Schlötter oder Was solls (Stücke und Essays, 1986), Der Tangospieler (Roman, 1989), Die Ritter der Tafelrunde (Stück, 1989), Die fünfte Grundrechenart (Aufsätze und Reden 1987–1990, 1990), Das Napoleon-Spiel (Roman, 1993), Exekution eines Kalbes (Erzählungen, 1994), Randow (Ko-

mödie, 1994), Die Mauern von Jericho (Essais und Reden, 1996), Von allem Anfang an (Roman, 1997), Stücke. Bruch. In Acht und Bann, Zaungäste, Himmel auf Erden (1999), Willenbrock (Roman, 2000), Der Ort. Das Jahrhundert (Essais, 2003), Landnahme (Roman, 2004), Aber der Narr will nicht (Essais, 2004), Öffentlich arbeiten (Essais und Gespräche, 2004).

Rainer Kirsch

Geboren 1934 als Sohn eines Lehrers, wuchs in Westewitz bei Döbeln in Sachsen auf. Nach dem Abitur (1953) Geschichts- und Philosophiestudium in Halle und Jena – ohne Abschluß, da er 1957 wegen an einer Wandzeitung veröffentlichter Gedichte und »abweichender ideologischer Auffassungen« von der Universität verwiesen wurde; danach je ein Jahr Druckereiarbeiter, Chemiarbeiter und Mitglied einer Landwirtschaftlichen Produktionsgenossenschaft. Seit 1961 freiberuflicher Schriftsteller, zunächst in Halle, ab 1981 in Berlin-Marzahn. 1963–1965 Studium am Literaturinstitut Leipzig, das ihm wegen seiner vorab in der Schweiz veröffentlichten Abschlußarbeit *Probleme des Schriftstellers in der DDR* das Diplom verweigerte. Nach Erscheinen der Komödie *Heinrich Schlaghands Höllenfahrt* – einer Adaption des Faust-Stoffes – wurde er 1973 aus der SED ausgeschlossen, konnte aber weiter in der DDR publizieren. 1983 F. C.-Weiskopf-Preis der Akademie der Künste der DDR, von März 1990 bis zu dessen Auflösung Vorsitzender des Schriftstellerverbandes der DDR. 1990 Mitglied der Akademie der Künste der DDR, ab 1993 der Akademie der Künste Berlin-Brandenburg, seit 1998 auch der Sächsischen Akademie der Künste. 2001 Wilhelm-Müller-Preis des Landes Sachsen-Anhalt.

Werke (Auswahl): Berlin – Sonnenseite (Reportage, mit Sarah KIRSCH, 1964), Gespräch mit dem Saurier (Gedichte, mit Sarah KIRSCH, 1965), Der Soldat und das Feuerzeug (Märchenkomödie, Uraufführung Erfurt 1968), Kopien nach Originalen (3 Porträts & 1 Reportage, Leipzig und Westberlin 1974), Wenn ich mein rotes Mützchen hab (Kinderbuch, 1974), Das Land Bum-bum (Oper, Musik Georg KATZER), Uraufführung 1976), Das Wort und seine Strahlung (Über Poesie und ihre Übersetzung, 1976), Auszog das Fürchten zu lernen (Komödie, Essays, Gedichte, Reinbek 1978), Münchhausen (Ballett, Musik Rainer KUNAD, Uraufführung Weimar 1979), Reglindis (Lieder, 1979). Ausflug machen (Gedichte, Rostock 1980), Heute ist verkehrte Welt (Kinderbuch, 1983), Ordnung im Spiegel (Essays, Leipzig 1985, zweite erweiterte Auflage 1990), Sauna oder Die fernherwirkende Trübung (Erzählungen, Rostock 1985), Kunst in Mark Brandenburg (Gedichte, Rostock 1988), Anna Katarina oder Die Nacht am Moorbusch (Eine sächsische Schauerballade nebst dreizehn sanften Liedern und einem tiefgründigen Gespräch, Rostock 1990), Die Talare der Gottesgelehrten (Kleine Schriften, Halle 1999), Petrarca hat Malven im Garten und beschweigt die Welträtsel (Gedichte, Witzwort 2002, Werke, Bd. 1–4, Eulenspiegel-Verlag Berlin 2004).

Nachdichtungen: Anna ACHMATOWA, Ein niedagewesener Herbst (mit Sarah KIRSCH, 1967), Nikolos BARATASCHWILI (Gedichte, Tbilissi 1968), Georgische Poesie aus acht Jahrhunderten (mit Adolf ENDLER, 1971), Percy Bysshe SHELLEY, Der Entfesselte Prometheus (Leipzig 1979), Ossip MANDELSTAM, *Gedichte* (Herausgabe, 1992), Sergej JESSENIN, John KEATS, Ossip MANDELSTAM, Francesco PETRARCA, Percy Bysshe SHELLEY, Wladimir WYSOTZKI in verschiedenen Sammlungen.

Stückübertragungen: Edmond ROSTAND: Cyrano aus Bergerac. MOLIÈRE: Die Schule der Frauen. Wladimir MAJAKOWSKI: Schwitzbad, Die Wanze. Maxim GORKI: Nachtsyl, Kinder der Sonne, Wassa Shelesnowa I u. II, Jegor Bulytschow und die anderen, Kleinbürger. Jewgeni SCHWARZ: Rotkäppchen, Die verzauberten Brüder. Anton TSCHECHEW: Der Kirschgarten (soeben abgeschlossen).

Petrarca lobt sein Mönchshabit

Die wechseln Hüte schneller als du denkst.
Und willst du barhaupt weiter, knallen Flüche
Dir so aufs Dach, daß Haarausfall, ja Brüche
Dein Steckbrief werde; sicherer, du schwenkst

Den Faltenmantel und ziehst die Kapuze
Tief in die Stirn, daß nur die Nase vorsteht
Und meldet, was am Markt der Päpste vorgeht –
Der auf Form hält, mach Unform sich zunutze.

Wo ich den Atem einhol, miefts nach Abluft.
Wo ich ihn ausblas, stiebt von Simsen Moder.
Die Kutte weht, die Nase mein Decoder,

Und hinten keucht der Pulk, der mich ins Grab stuft:
Als ich noch jung war, wollten sie mich linken,
Nun rechten sie. Was bleibt ist, wie sie stinken.

November 1996

Rainer KIRSCH

Aus: Rainer KIRSCH, Werke Bd. 1–4, Eulenspiegel-Verlag Berlin 2004



Peter Sylvester »Zustand Erde als Mond«, 2001; Acryl auf Leinen, 170 cm × 220 cm

Petrarca hat Malven im Garten, und beschweigt die Welträtzel

Die Hände, manchmal, darf man gar nicht brauchen,
Nicht mal die Fingerkuppen. Vielmehr führte
Ein Lidschlag schon, der an ein Flaumhaar rührte,
Ratzbatz ins Aus, nichts bliebe, als zu rauchen –

So daß äußerstenfalles Quantensprünge
Der Pulsdichte oder des Atemdrucks
(Vielleicht auch einzig des Gedankenflugs)
Erwirken, daß das Innigste gelinge:

Nämlich indem wir, beieinanderliegend,
Indes durch feinste Scheiben Luft getrennt,
Die Lust in uns so reglos höher leiten,

Bis, weil kein Ich mehr, wo es ist, erkennt,
Wir wie unhandelnd ineinandergleiten;
Und malvenfarben dehnt sich der Moment.

Dezember 1996

Rainer KIRSCH

Aus: Rainer KIRSCH, Werke Bd. 1–4, Eulenspiegel-Verlag Berlin 2004



Olaf Wegewitz »Meditation«, Eisenstuhl und Stein mit Inschrift

Lesung II

Am 24. Mai 2004 gestalteten Manfred JENDRYSCHIK, Richard PIETRASS und Thomas ROSEN-LÖCHER die Schriftstellerlesung mit eigenen Texten.



Richard PIETRASS, Manfred JENDRYSCHIK und Thomas ROSEN-LÖCHER während der Lesung am 24. Mai 2003

Manfred Jendryschik

Geboren 1943 in Dessau. 1962–1967 Studium der Germanistik und Kunstgeschichte in Rostock, danach Verlagslektor in Halle, seit 1976 freischaffend. 1990–1996 Kulturdezernent in Dessau. Heinrich-Heine-Preis 1987, Mitglied des PEN.

Buchpublikationen: Glas und Ahorn (Geschichten, 1967), Die Fackel und der Bart (Geschichten, 1971), Johanna oder die Wege des Dr. Kanuga (Roman, 1972), Jo, mitten im Paradies (Geschichten, 1974), Lokaltermine (Essays, 1974), Aufstieg nach Verigovo (Reisebeschreibung, 1975), Ein Sommer mit Wanda (Erzählung, 1976), Die Ebene (Gedichte, 1980); Der feurige Gaukler auf dem Eis (Miniaturen, 1981), Der sanfte Mittag (Prosa, 1983), Anna, das zweite Leben (Prosa, 1984), Zwischen New York und Honolulu (Reisebriefe, 1986), Straßentage (Tagebuchseiten, 1991), Die Reise des Jona (Roman, 1996), Sieben und eine Tod-sünde (Geschichten, 1998), Todtentanz (2000), Babylons Mauern (2002). – Herausgabe mehrerer Anthologien.

Richard Pietraß

Geboren 1946 in Lichtenstein (Sachsen). Abitur- und Facharbeiterbrief als Metallhüttenwerker; Hilfspfleger; Grundwehrdienst; Studium der Klinischen Psychologie an der Humboldt-Universität Berlin und Forschungsstudium, Diplompsychologe; 1975 bis 1979 Verlagslektor und Lyrikredakteur; nach unfreiwilligem Ausscheiden freiberuflicher Schriftsteller, Herausgeber und Nachdichter. Mitglied des P.E.N.-Zentrums Deutschland und der Sächsischen Akademie der Künste. Lebt in Berlin.

Auszeichnungen (Auswahl): Ehrengabe der Deutschen Schillerstiftung Weimar (1992), Literaturpreis des Kulturkreises der Deutschen Wirtschaft (1994). Wilhelm-Müller-Preis des Landes Sachsen-Anhalt (1999).

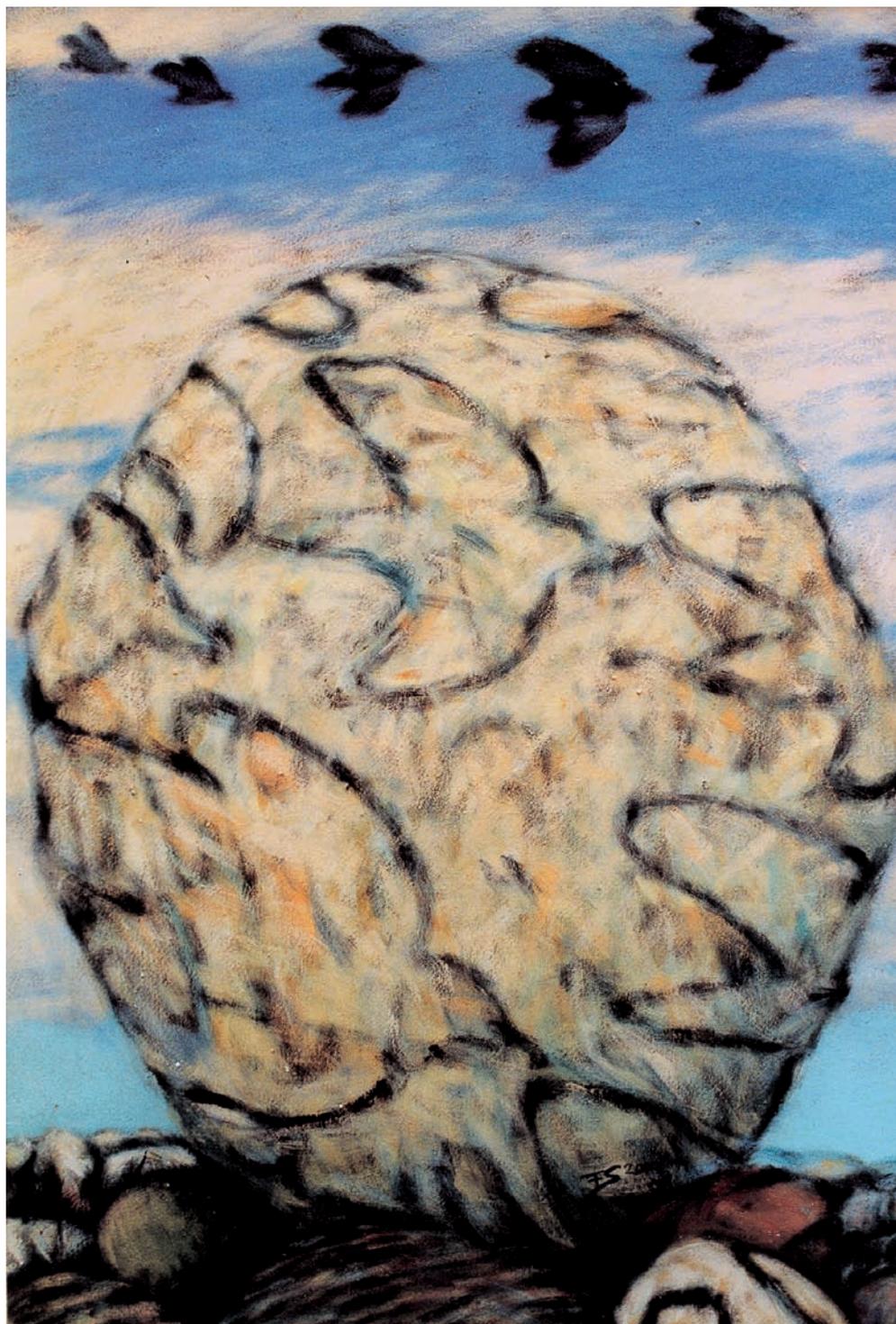
Gedichtbände: Poesiealbum (1974), Notausgang (1980), Freiheitsmuseum (1982), Spielball (1987), Was mir zum Glück fehlt (1989), Weltkind (1990), Letzte Gestalt (1994), Randlege (1996), Grenzfriedhof. Mit Originallithografien von Liz MIELDS-KRATOCHWIL (1998), Kolonnenweg (2000), Die Gewichte. Hundert Gedichte (2001), Schattenwirtschaft (2002), Totentänze. Mit Originalholzstichen von Karl-Georg HIRSCH (2002), Holterdiepolder / Holderdepolder. Lyrik-Grafik-Mappe mit Farbsiebdrucken von Hans LANDSAAT (2003), Vorhimmel. Liebesgedichte. Mit Tintenstiftzeichnungen von Nuria Quevedo (2003).

Thomas Rosenlöcher

Geboren 1947. Ausbildung zum Handelskaufmann. Armeedienst bei der NVA. 1970 Abitur an der Arbeiter- und Bauernfakultät in Freiberg. Von 1970 bis 1974 Studium der Betriebswirtschaft in Dresden, anschließend Tätigkeit als Arbeitsökonom. Von 1976 bis 1979 Studium am Johannes-R.-Becher-Institut in Leipzig. Seit 1983 freischaffender Autor. Lebt in Dresden und im Erzgebirge.

Auszeichnungen (Auswahl): 1989 Georg-Maurer-Preis, 1990 Hugo-Ball-Förderpreis, 1991 Märkisches Stipendium für Literatur, 1991 F.-C.-Weiskopf-Preis der Akademie der Künste zu Berlin, 1993 Schubart-Literaturpreis der Stadt Aalen, 1998 Kulturpreis der Stadt Vellmar, 1999 Hölderlin-Preis der Stadt Tübingen, 2000 Kulturpreis Harz des Regionalverbandes Harz e.V., 2004 Wilhelm-Müller-Preis des Landes Sachsen-Anhalt.

Werke (Auswahl): Ich lag im Garten bei Kleinzschachwitz (Gedichte, 1982), Schneebier (Gedichte, 1985), Die verkauften Pflastersteine. Dresdner Tagebuch (1990), Die Wiederentdeckung des Gehens beim Wandern (Harzreise, 1991), Die Dresdner Kunstausbübung (Gedichte, 1996), Ostgezeter. Beiträge zur Schimpfkultur (1997), Ich sitze in Sachsen und schau in den Schnee (Gedichte, 1998), Am Wegrand steht Apollo (Gedichte, 2001), Liebst Du mich ich liebe Dich (Geschichten zum Vorlesen, 2002).



Fritz Schade »Der Traum vom Fliegen«, 2000, Eitempera auf Bütten 75 cm × 50 cm.

Morgendliche Rede

Ich wandelte im kühlen Vondelpark
Umströmt von Skatern aller Mobileländer
Dem Klingelruf durchpulster Muskelbänder
Und Japsgetraps der Moribunden:
Ein Spanner, unterwegs zum Augenblick.
Die Morgensonne stach mir ins Genick
Als mir ein Urlaut in die Ohren fuhr.
Es war, als schrie um Hilfe die Natur.
Doch gings nur einer Pappel an den Kragen
Kirchhoch, gepflanzt in Nachkriegstagen
Als ihresgleichen galt, im Menschenpark.
Die dralle Riesin könnte wen erschlagen.
Ertaubten Ohrs ging man behelmt zu Werke.
Ein Autokran, ein Turm von Panzerstärke
Hievte einen Mann, vertäut an Seil und Ring
An dessen Gurt die Kettensäge hing.
Der Flaschenzug, der sich im Laub verfing
Bracht ihn an die Achillessehnen.
Ich griff zum Hals. Die Säge rauchte.
Armschwer sank krachend Ast um Ast
Vorm Sturz von Seilen aufgefangen.
Vorm höchsten, letzten, bin ich abgegangen.
Die Seele angenagt, ins De Balie
Am Leidseplein, in Christophs Comedy.
Im Beutel leicht, im Herzen stark
Zog mich der Schlafpfad durch den Vondelpark.
Da lag der Pappelstapel. Röchelnd.
Da stand ich, abgesägt bis zu den Knöcheln.

Richard PIETRASS

Aus: Holterdepolder / Holderdepolder, Verlag Derby Pier, Amsterdam 2003

Einführung zur Kunstaussstellung

Ulrich WOBUS (Gatersleben)

Meine sehr geehrten Damen und Herren, liebe Freunde,

morgen wird die 10. Gaterslebener Begegnung offiziell eröffnet, und dennoch liegt hier und jetzt ihr eigentlicher Beginn. Wir haben uns zusammengefunden, um eine Kunstaussstellung zu eröffnen, die wie bei allen anderen Begegnungen integraler Bestandteil der Veranstaltung ist. Nur hat die Erfahrung der vergangenen Jahre gezeigt, daß die Vortragsveranstaltung selbst mit den abendlichen Schriftstellerlesungen so gefüllt ist, daß die bildenden Künstler oft ein wenig an den Rand des Geschehens rücken, da ihr Ausdrucksmittel nicht die Sprache ist, sondern Bild oder Plastik.

Sie, die bildenden Künstler, darf ich heute Abend ganz besonders herzlich begrüßen, Hal JOS, Fritz SCHADE, Peter SYLVESTER und Olaf WEGEWITZ. Ebenso herzlich begrüße ich auch all unsere Gäste, die diesen Teil der Gaterslebener Begegnungen besonders zu schätzen wissen. Alle heute vertretenen Künstler eint thematisch, daß ihnen der Mensch im Verhältnis zu seiner Umwelt, sein Umgang mit der Natur ein wichtiges Thema ist. Die stilistischen Mittel der Umsetzung sind aber ganz verschieden und machen einen Reiz der Ausstellung aus.

Mit zwei heute anwesenden Künstlern, Peter SYLVESTER und Olaf WEGEWITZ, sind die bereits lange hier Ansässigen wohl vertraut. Unsere Kontakte und Verbindungen reichen bis in die Zeiten der so wenig demokratischen Republik zurück. Werke von Olaf WEGEWITZ können wir am und im vor zwei Jahren eröffneten IPK-Genomzentrum bewundern, und ein eindrucksvolles Werk von Peter SYLVESTER zielt den Eingangsbereich des Gebäudes Genetik. Eine Arbeit von Peter SYLVESTER zielt aber auch den Umschlag des Bandes der *Nova Acta Leopoldina*, der die Gaterslebener Begegnung 1997 dokumentiert.

Die künstlerischen Stationen des Lebenslaufes von Peter SYLVESTER wie der anderen Künstler finden Sie hier vermerkt, so daß ich sie nicht aufzählen will. Besonders bemerkenswert bei Peter SYLVESTER ist seine bereits 1971 einsetzende Einbindung wissenschaftlicher Fotodokumente in seine grafischen Arbeiten. 1976 beginnt er Versuche mit elektronischer Bildprogrammierung, ist also ein Pionier der Computergrafik. Wenn wir heute als Naturwissenschaftler von Computergrafik reden, meinen wir allerdings meist die Arbeit mit dem Power-Point-Programm, und das damit Geschaffene hat natürlich weder künstlerischen Wert noch Anspruch – ganz im Gegenteil. Vielleicht noch ein Hinweis: 1987 hat Peter SYLVESTER in der Lyonel-Feininger-Galerie in Quedlinburg ausgestellt, und der Vergleich seiner Bilder mit denen von Lyonel FEININGER war besonders eindrücklich.

Olaf WEGEWITZ lebt und arbeitet ein paar Dutzend Kilometer von hier entfernt in Huy-Neinstedt, und er fördert und leitet neben seiner künstlerischen Arbeit eine Künstleroase der besonderen Art, den Röderhof, in dem jeweils für ein paar stipendienfinanzierte Monate ein schreibender und ein bildender Künstler eine Heimstatt finden und ganz ungestört arbeiten können.

Olaf WEGEWITZ selbst ist auf dieser Ausstellung nur mit einer Objektgruppe vertreten, die auf dem Rasen vor der Pergola Platz gefunden hat. Die anderen Arbeiten entstammen einem ebenfalls vom Röderhof getragenen Plenair, während dessen verschiedene Künstler die Möglichkeiten einer alten Eisenhütte in Ilsenburg zur künstlerischen Gestaltung nutzten. Es ist gut, sich während der Betrachtung die Evolution dieser Werke vorzustellen, das glühende, zischende Eisen und die Entstehung der neuen Form.

Fritz SCHADE sind meine Frau und ich bald nach der Wende 1993 in seiner damaligen Ausstellung im Rosarium Sangerhausen erstmals begegnet. 1997 stellte er einige seiner Werke dann hier während der 8. Gaterslebener Begegnung aus, und so sind einige Blätter in dem entsprechenden Leopoldina-Band wiedergegeben. Sie sprechen von intensiver Beobachtung der Natur mit all ihren wunderbaren Details.

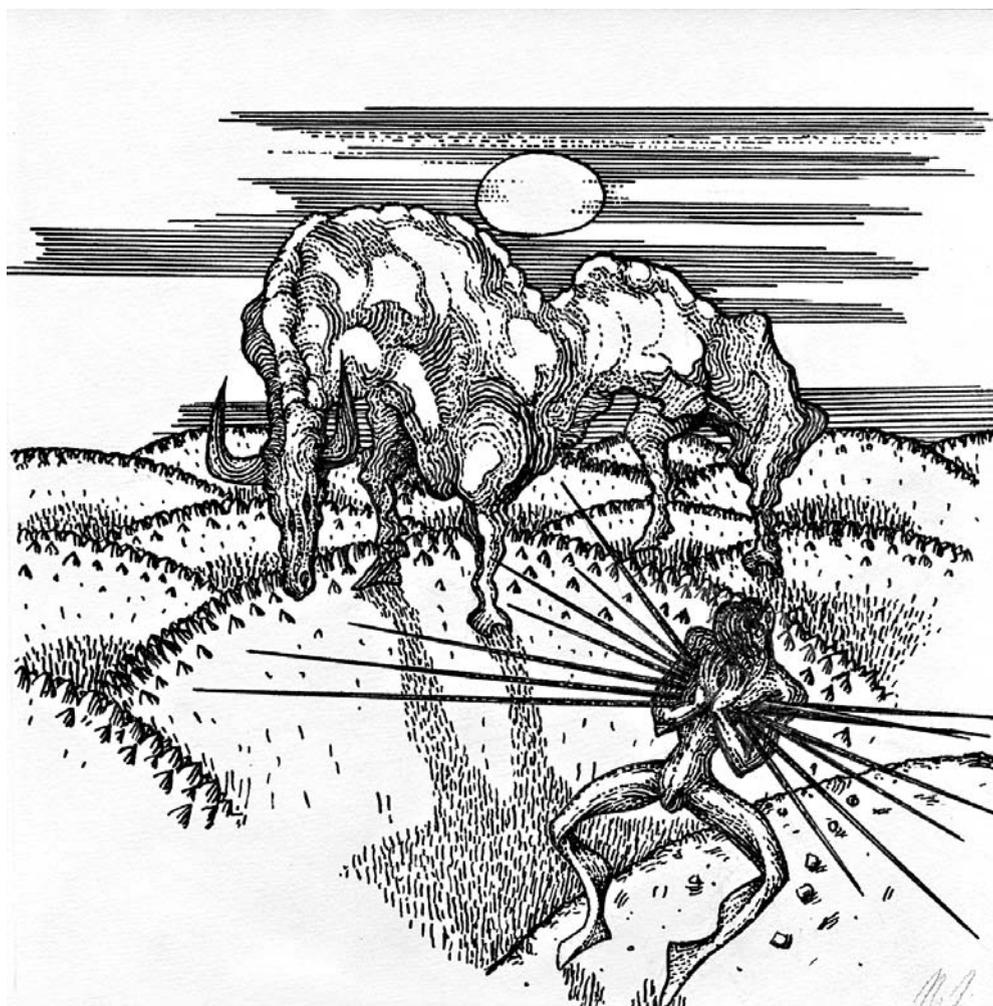
Erstmals als Künstler auf einer Gaterslebener Begegnung vertreten ist Hal Jos, mit dem ich meine kurze Vorstellung der Ausstellenden beenden möchte. Der Name klingt ein wenig künstlich, und er ist es auch, denn es ist ein Künstlername. Hal Jos heißt im bürgerlichen Leben Harald JOKUSCH und ist Professor für Entwicklungs- und Zellbiologie an der Universität Bielefeld, was er in seinem hier aushängenden künstlerischen Lebenslauf ganz verschweigt. Er ist nicht nur neu als Künstler auf dieser Begegnung, sondern vertritt auch erstmals eine fast ausgestorbene Subspezies von Künstlern, nämlich jene, die im Hauptberuf Naturwissenschaftler sind. Harald JOKUSCH forscht und malt. Er schreibt Gedichte und herausragende zellbiologische Publikationen, er schriftstellert und konzipiert »art events«. Seine Bilder hängen in dem kleinen Windfang, an den die Pergola anschließt, auf die ich gerade aufmerksam gemacht habe. Hier im Hörsaal wird Hal Jos alias Harald JOKUSCH unsere kleine Vernissage mit einer entwicklungsbiologisch-künstlerischen Bild-Ton-Präsentation eröffnen.

Bevor ich schließe, möchte ich aber bereits hier hervorheben, daß diese Ausstellung und die Teilnahme der Künstler ohne großzügige *Sponsoren* überhaupt nicht möglich gewesen wäre. An erster Stelle ist hier die Sparkassenstiftung Aschersleben-Staßfurt zu nennen, aber auch die BioTech-Firmen hier am Standort, wie SunGene und TraitGenetics, kooperierende Züchterhäuser wie die KWS SAAT AG in Einbeck, die LOCHOW-PETKUS GmbH und die NORDSAAT Saatzuchtgesellschaft im nahen Böhnshausen und *last but not least* die BASF-Plant Science. Den Sponsoren gilt bereits hier und heute ein herzlicher Dank.

Wir, die Organisatoren der Gaterslebener Begegnung haben die Ausstellung und vor allem diese Eröffnung gemeinsam mit der *Gesellschaft zur Förderung der Kultur in Gatersleben* gestaltet, ein wichtiges Zeichen, daß Wissenschaft und Kultur hier in Gatersleben noch immer eine gemeinsame Heimstatt haben. Möge es so bleiben. Der Förderverein hat es auch ermöglicht, daß Sie im Anschluß an die Bild-Ton-Präsentation, mit einem Glas Sekt – es kann auch Wasser sein – Ihre Kunstbetrachtungen beginnen können.

Innen allen wünsche ich viel Freude bei der Betrachtung der Kunstwerke und mannigfache Anregungen in den Gesprächen, die sich unzweifelhaft zwischen Ihnen und mit den Künstlern entwickeln werden.

Prof. Dr. Ulrich WOBUS
Institut für Pflanzengenetik und
Kulturpflanzenforschung (IPK)
Corrensstraße 3
06466 Gatersleben
Bundesrepublik Deutschland
Tel.: +49 39482 5220
Fax: +49 39482 5500
E-Mail: wobusu@ipk-gatersleben.de



Hal Jos »Der letzte Streit«, ca. 1960; Federzeichnung auf Büttchen, 22 cm × 22 cm; Nr. 9 von 10 aus »Die kristallene Insel«.

Hal Jos

Hal Jos wurde 1939 als Urenkel eines Zimmermanns aus Magdeburg und eines oberschlesischen Landapothekers in Frankfurt am Main geboren. Er ist mit einer Wissenschaftlerin verheiratet und hat zwei Söhne. Er lebt und arbeitet in Bielefeld (Ostwestfalen-Lippe), Braunschweig und Munzingen (Breisgau).

1944 begann er, auf Feldpostbriefen und Aufrufen des Gauleiters Pflanzen, Tiere und Menschen zu zeichnen. Von 1951 bis 1953 lernte er für einige Monate klassische Maltechniken bei einem pensionierten Akademieprofessor. Nach Kindheit und Jugendzeit im Vortaunus studierte er in Frankfurt, Tübingen und München unter dem Pseudonym Harald JOCKUSCH. Wechselnde Berufspläne Bühnenbildner, Karikaturist, Buchillustrator und Werbegraphiker wurden verworfen. Von 1960 bis 1970 war er u. a. als Wissenschaftsjournalist tätig. 1968–1970 verbrachte er im amerikanischen Mittelwesten (Staat Wisconsin); dort erste Anwendung der damals neuen Acrylfarben. In diese Zeit fiel die erste Betretung des Mondes durch Menschen. Nach der Rückkehr nach Deutschland war er von 1971 bis 1974 Mitglied des Tübinger Künstlerbunds und bildete sich in Drucktechniken fort. Ausstellungen u. a. »Neuere Graphik«, 1974 im »Stiefelhof«, Teilnahme an Jahresausstellungen des Künstlerbunds in der Kunsthalle Tübingen; 1989 »45 Jahre Biographik« im Zentrum für interdisziplinäre Forschung der Universität Bielefeld.

Besondere Einflüsse: BELLINI/BOTTICELLI/BACH; RIMBAUD/DEBUSSY; WITTGENSTEIN/GAUGUIN/MAHLER; PICASSO/STRAWINSKY; BECKMANN/BRECHT/WEILL und viele andere in bestimmten Phasen, z. B. BOSCH, TINTORETTO, EL GRECO, TURNER, BEARDSLEY, NOLDE; DA VINCI als Naturforscher, D' ARCY-THOMPSON, SCHRÖDINGER.

Buchveröffentlichungen: Verfliegen ist das Inseljahr im Nu (Tübingen, 1970), Die entzauberten Kristalle (Econ, 1973); Ei und Schädel sie zerbarsten (St Jean de Luz/Bielefeld, 1989), Der Student und seine Stadt (Tübingen/Bielefeld, ca. 1970/1994).

Hal Jos: Thesen zur Bildkunst 2003

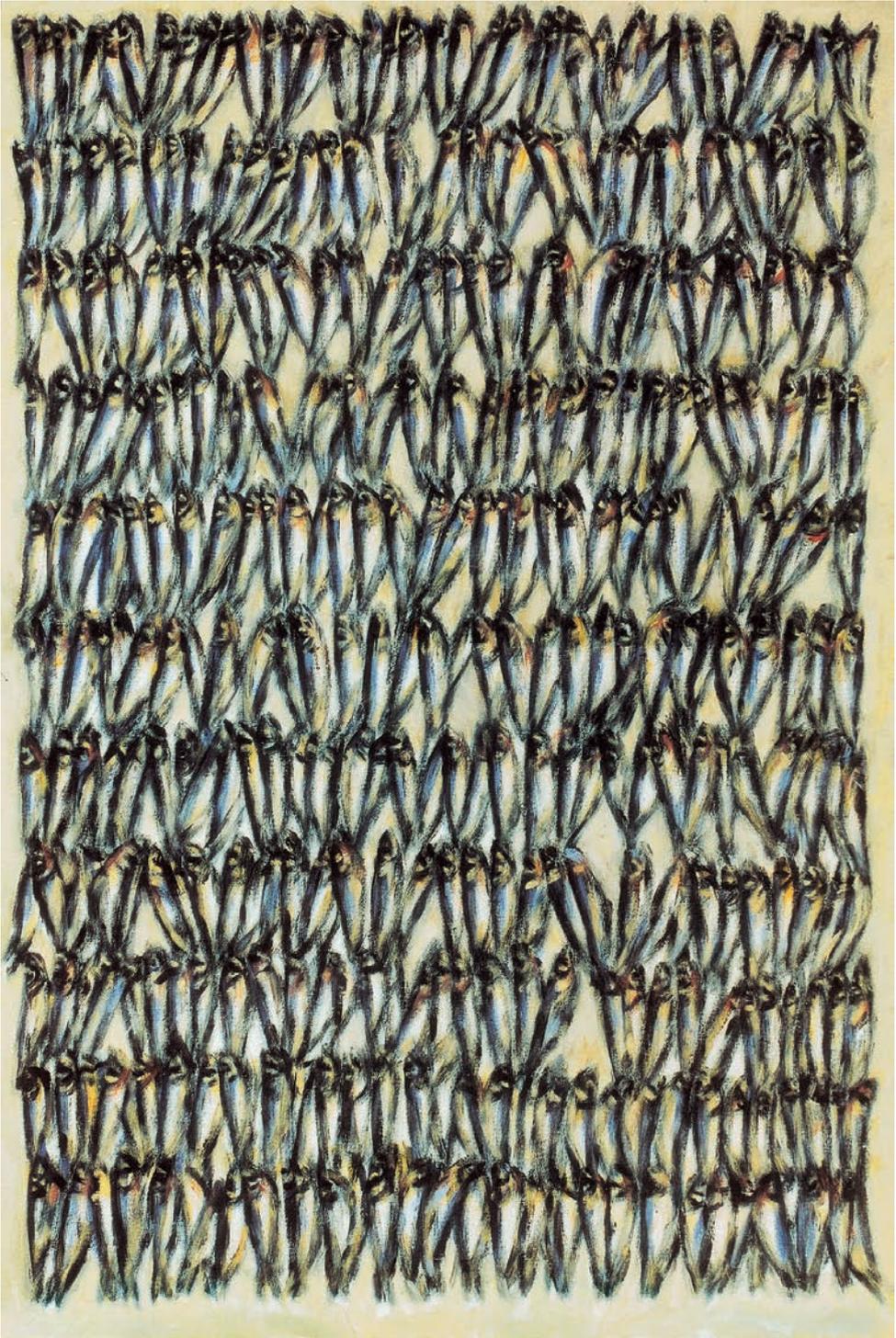
1. Die gegenstandlose Kunst ist gegenstandslos.
2. Gegenständlich ist, was im Gehirn des Betrachters das Bild eines Objekts entstehen läßt.
3. Für ein Stück Bildkunst ist ein Mindestinformationsgehalt notwendig¹.
4. Da der Informationsgehalt eines Bildes endlich ist, ist eine maschinelle Kunst prinzipiell möglich: Künstliche Kunst wäre aber wahrscheinlich langweilig.
5. Wenn man sich auf die wenigen wesentlichen Gegenstände/Objekte beschränkt, stecken die Erfindungsmöglichkeiten in der Darstellungsweise, im »Stil«.
6. Man muß damit rechnen, daß es nur endlich viele Stile gibt. Es ist möglich, daß von allen denkbaren Stilen bereits die meisten erfunden wurden (nicht wenige davon allein von Pablo PICASSO).
7. In der Gegenwart zwingt das Prinzip der Corporate Identity (Wiedererkennungswert) die Künstler dazu, »ihren« Stil zu (er)finden, und daran für den Rest des Lebens zu kleben.
8. Der Künstler, der sich diesem Zwang nicht unterwirft, kann jederzeit zwischen Bewahren und Verändern/Weiterführen und neu Erfinden wählen – er hat damit mehr Freiheit als der Wissenschaftler.

www.hal-jos.org

¹ Manchmal besteht der Informationsgehalt in der Differenz zur Erwartung des Betrachters. Eine völlig weiße Fläche in einem Bilderrahmen wirkt aber nur einmal – wie des Kaisers neue Kleider.

Fritz Schade

Geboren 1947 in Roßla, Sachsen-Anhalt. 1963–1966 Lehre als Dekorateur in Eutin. 1964 entstehen erste Ölbilder, Zeichnungen und experimentelle grafische Blätter. 1968 Werkkunstschule Hamburg, u. a. bei Gisela BÜHRMANN. Erste Radierungen. 1970–1974 HFBK Hamburg bei Gotthard GRAUBNER. Seit 1975 Atelier in Hamburg. Ausstellungen in der BRD und im Ausland. 1987 auf Einladung des polnischen Künstlerverbandes in Polen. Ausstellung in Rzeszow/Polen im Frühjahr 1988. Beteiligung an Ausstellungen des BBK. Seit 1991 Studien im Südharz. August 1993 »Die Mysterien des Waldes« Malerei, Grafik und Skulpturen im Rosarium Sangerhausen. September 1993 Malerei und Grafik in der Galerie Mensch, Hamburg. September/Oktober 1994 »Das Atmen der Erde« Malerei, Grafik und Skulpturen im Kulturhaus der Lutherstadt Eisleben. 1994 erste Arbeiten zum Zyklus »Die tiefe See«. Juni 1996 Arbeiten aus dem Zyklus »Der Orpheusgarten« im Rosarium Sangerhausen. 1996 »Gewebe und Fels« Malerei und Grafik im Kulturhaus Eisleben. April–Juni 1997 »Über Land und Meer« im Literaturhaus Museum Heiligenstadt. Mai 1997 Ausstellung im Rahmen der Gatersleber Begegnung im IPK, Gatersleben/Quedlinburg. September 1997 Forum Norderstedt. Februar–März 1998 »Der Hamburger Hafen und die Küste Skandinaviens« Malerei, Zeichnung und Grafik, Galerie Mensch Hamburg. Mai 1998 Malerei in der Deutschen Parlamentarischen Gesellschaft, Bonn. September 1998 »Zwischen Harz und Kyffhäuser« Einblicke in eine Landschaft, Malerei und Grafik im Schloß Allstedt. Oktober–November 1998 »Malstein und Elsterblau« Ausstellung im Evangelischen Zentrum, Hamburg-Rissen. März–April 1999 »Die Monde des Meeres« Malerei und Grafik im Hotel »Baseler Hof«, Hamburg. Mai–Juni 1999 Galerie Altes Land, Malerei und Grafik. November/Dezember 1999 Malerei und Grafik in der Galerie Mensch, Hamburg. März–April 2000 Malerei und Grafik in der Galerie Blankenese. Februar 2001 Kunst im Turm, Umweltbehörde Hamburg. April–Mai 2001 Malerei und Grafik, Roland-Versicherungen, Hamburg. Dezember 2001 – Januar 2002 DG-Hypothekenbank, Hamburg. April–Juni 2002 »Wege des Wassers« im Spengler-Museum, Sangerhausen. Oktober 2002 Malerei und Grafik in der Galerie Mensch, Hamburg.



Fritz Schade »Klagelied I«, 2002, Eitempera auf Büttchen 85 cm × 58 cm.

Bilder vom Meer – was der Fische Sprache wäre

Die Exponate der Ausstellung zur Gaterslebener Begegnung 2003 entstanden in den Jahren 2000–2002 und setzen eine Reihe von Arbeiten fort, die seit Mitte der neunziger Jahre unter dem Arbeitstitel »Die tiefe See« das Meer in seiner Vielfältigkeit thematisieren.

Die vorliegenden Bilder basieren auf Studien und Beobachtungen an der skandinavischen Küste, vornehmlich der Region des nördlichen Seeland. Im Mai 2002 entstanden am dänischen Kattegatt eine Reihe von Fischstudien, die zu einer Serie von »Fischgedichten« geführt haben.

Herausgelöst aus dem landschaftlichen Kontext, durch bestimmte Reihungen oder Häufungen gegliedert und geordnet, erinnern sie an Texte oder Buchseiten und erwecken den Anschein von Lesbarkeit. Eine Option auf eine (un)mögliche Kommunikation, oder wie RILKE in einem Sonett fragt: »Aber ist nicht am Ende ein Ort, wo man das, was der Fische Sprache wäre, ohne sie spricht?«

Der Hinweis auf die Herkunft der Bilder, der landschaftliche Aspekt, wird für die Arbeiten »Das Lied der Steine«, »Krähenflug« und »Der Traum vom Fliegen« wieder bedeutsam.

Die Thematik wird reduziert auf die Flugbilder von Krähen (die Nebelkrähe gehört zum Landschaftsbild der nördlichen Küsten) und die Darstellung von Steinen, die im Lauf der Zeit Zeichnung und Gestalt ändern. Flug und Erosion als unterschiedliche Zeitabläufe verschmelzen zu einem Bild.

Fritz SCHADE im Mai 2003



Fritz Schade »Klagelied II«, 2002, Eitempera auf Büttchen 88 cm × 54 cm.

Peter Sylvester

1937 in Saalfeld geboren. 1951–1954 Ausbildung und Facharbeiterabschluß als Chemigraph. 1954–1957 Besuch im Atelier des Malers Max ACKERMANN in Stuttgart. Erste Versuche in der Malerei. 1956–1959 Gasthörer am Kunsthistorischen Institut in Jena bei Prof. BEHLING, Dr. WÄCHTER und Prof. HEIDENREICH. 1958 Übersiedlung nach Leipzig; Gasthörer bei Vorlesungen von Hans MAYER, Universität Leipzig. 1960–1962 Besuch der Abendakademie der Hochschule für Grafik und Buchkunst, Leipzig; Teilnahme an technischen Kursen der Lithographie und Aneignung der Kupferdrucktechnik. 1965 Abstrahierte Landschaften nach Architektur- und Landschaftsmotiven: »Gotische Gewölbe«, »Klassizistische Architektur«, »Erdschichtungen«, »Häuser in Weimar«, Anregung durch Ben NICOLSON und Victor VASARELY. 1967 u. a. erste kosmische Landschaften. 1971 Einbeziehung naturwissenschaftlicher Fotodokumentationen in der Grafik. 1972 Gründungsmitglied der Künstlergruppe »Leipziger Grafikbörse«, Leiter der Arbeitsgruppe seit der 15. Leipziger Grafikbörse. 1974 Medaille der V. Internationalen Grafikbiennale Kraków. 1976 erste Versuche mit elektronischer Bildprogrammierung (Densitron) nach Aquatintagrafiken am Institut für Isotopenforschung der Akademie der Wissenschaften, Leipzig. 1977 Preis für politische Grafik »100 ausgewählte Grafiken der DDR«; Reise nach Jugoslawien. 1981 Zweite Reise nach Frankreich, Begegnung und Gespräche mit Victor VASARELY in Gordes. Ab 1983 Leiter der »Leipziger Grafikbörse«. 1984 Arbeitsaufenthalt als Gast der *Cité Internationale des Art* in Paris und in Aix en Provence. 1988 Teilnahme an der »Gaterslebener Begegnung II« im Institut für Genetik und Kulturpflanzenforschung. Gespräche zwischen Natur- und Geisteswissenschaftlern, Künstlern und Schriftstellern. 1989 Entstehung Wandbild (Glasmosaik) im Forschungszentrum für Geophysik der Akademie der Wissenschaften Leipzig. Seit 1991 Vorsitzender des Vereins Leipziger Grafikbörse e. V. 1993 Mitglied der *Association du Chemin-Vert-Atelier Gravure*, Paris. 1994 Teilnahme am Symposium »Naturwissenschaft und Kunst«, Universität Leipzig, mit thematischer Übersichtsausstellung und Videoprojekt in elektronischer Bildbearbeitung, Thema: »Veränderungen der Landschaft im Südraum Leipzig«. 1996 Beginn der Arbeit am virtuellen Projekt »Zeit-Sprünge« mit Ulrike BERNARD, begehbare und interaktive Bilder, Computeranimationen. 1997 Teilnahme an der »Gaterslebener Begegnung VII« im Institut für Pflanzengenetik und Kulturpflanzenforschung, Thema: »Vom Einfachen zur Ganzheitlichkeit«. 1998 Wandbild »Mikro-Makro-Kosmos« für das Institut für Pflanzengenetik und Kulturpflanzenforschung in Gatersleben; Deckenbild (Lichtinstallation) »Prozesse – Entstehungen«, für die Sparkasse Schkeuditz.

Einzelausstellungen (Auswahl): u. a. in Altenburg, Cottbus, Chemnitz, Pécs, Leipzig, Erfurt, Jena, Berlin, Weimar, Ratzeburg, Stuttgart, Dresden, Quedlinburg, Potsdam, Alborg, Dortmund, Oberursel, Saalfeld, Brüssel

Ausstellungsbeteiligungen (Auswahl): seit 1969 u. a. Leipziger Bezirkskunstausstellungen und Kunstausstellungen der DDR in Dresden. Seit 1972 jährlich an allen Leipziger Grafikbörsen-Ausstellungen sowie in São Paulo, Paris, Brüssel, Krakow, Frechen, Oberhausen, Heidelberg, Ibiza, Rijeka, Ljubljana, Dresden, Chemnitz.

Arbeiten in öffentlichen Sammlungen: Angermuseum Erfurt / Bibliothèque Nationale, Paris / Galerie Lyonel Feininger, Sammlungen Quedlinburg / Kunsthalle Rostock / Kunstsammlungen Gera / Kunstzentrum Ålborg, Dänemark / Museum der bildenden Künste, Leipzig / Mu-



Peter Sylvester »Der Anfang vom Ende«, 2002; Aquatinta, 63 cm × 76 cm

zej Copernik, Olstyn/Polen / Muzeum Narodowe w Warszawie/Polen / Nationalgalerie Prag/
Neue Sächsische Galerie der Stadt Chemnitz / Privatsammlungen, München / Sammlungen
Ludwig, Oberhausen / Staatliche Grafische Kunstsammlungen, Dresden / Staatliche Museen
Berlin, Kupferstichkabinett / Staatliche Museen Dresden, Kunstgewerbemuseum / Staatliche
Kunstsammlungen, Moritzburg, Halle / Staatliche Kunstsammlungen, Weimar / Staatliches
Lindenau-Museum, Altenburg / Staatliches Museum, Schwerin / Umweltforschungszentrum
Halle-Leipzig

Bibliographie (Auswahl): Peter SYLVESTER, Staatliches Lindenau-Museum, Altenburg 1980 /
Aspekte der Zeichnung der DDR, München 1982 / Peter SYLVESTER – Zeichnungen, Aqua-
relle, Grafik, Hrsg.: Staatlicher Kunsthandel der DDR / Galerie Unter den Linden, Berlin 1984
/ THOMAS, K.: Zweimal deutsche Kunst nach 1945. 40 Jahre Nähe und Ferne, Köln 1985 /
FRANKE, H. W.: Kontinuum 2, München 1986 / HUTH, A.: Computervisionen, Leipzig 1987 /
BAUMANN, C.: Ohnmenschliches, München 1989 / Peter SYLVESTER. Raum-Zeit-Spuren, An-
tiken-Museum, Leipzig 1996 / Peter SYLVESTER, Raumzeit-Visionen, Malerei und Grafik aus
vier Jahrzehnten, Leipzig 1998 / BAUMANN, C.: Ausgewählte Grafik aus Leipzig, Kunstver-
ein Rosenheim, 2001

In Galerien vertreten: u. a. Kunst im Bau (Sparkasse Leipzig), Leipzig 2003, Galerie Schmidt
Rottluff, Chemnitz / Galerie Profil, Weimar / Saale-Galerie Saalfeld / Galerie am Sachsen-
platz, Leipzig / Galerie Kühl, Dresden

Personalausstellungen in Planung und Vorbereitung: Kunsthalle am Goetheplatz, Stadtmu-
seum Weimar, »Zeitsprünge« (»Licht-Farbe-Raum«, Wolkenbilder nach Naturwissenschaft-
lichen Studien von J. W. GOETHE), Museum für Angewandte Kunst, Gera, Göltzschtalgalerie
Nikolaikirche, Auerbach 2004

Künstler des Röderhofs

Der Kunstverein Röderhof organisierte in den vergangenen Jahren »Werkstätten«. Gemeint ist dabei ein gemeinsames Arbeiten von Künstlern unterschiedlicher Profession in eher traditionell geprägten Manufakturen des näheren Umkreises. Im Spannungsfeld zwischen der handwerklichen Arbeit und Herstellung von im Alltag Nutzbarem und dem freien Herangehen der Künstler – an Material, Form und Ergebnis – entstanden interessante Arbeiten.

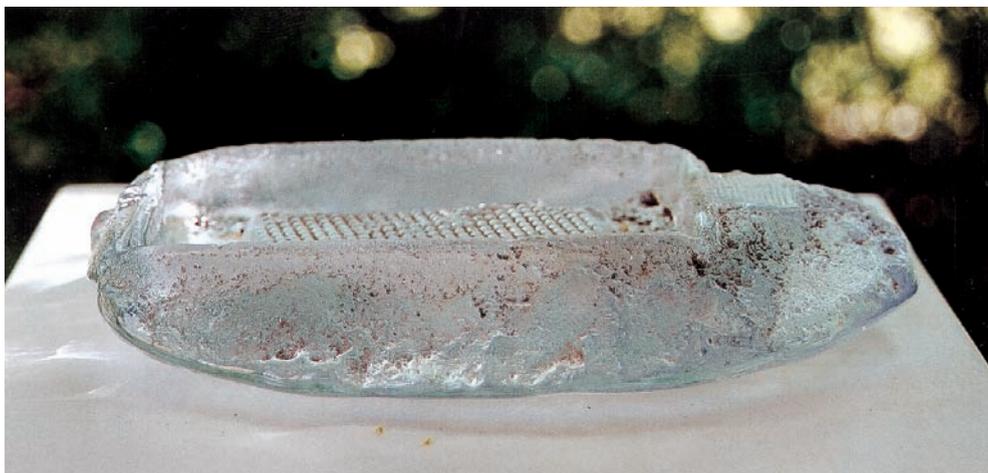
Gezeigt werden hier einige Stücke aus der Werkstatt »Eisen« in der Fürst-Stolberg-Hütte Ilsenburg und »Glas« in der Derenburger Glasmanufaktur.

Johanna BARTL: 1956 in Thüringen geboren, Studium an der Hochschule für Grafik und Buchkunst Leipzig, arbeitet in Dessau.

Hagen BÄCKER: 1963 geboren, Studium an der Hochschule Burg Giebichenstein, arbeitet in Halle.

Iris KETTNER: 1968 geboren, Studium an der Hochschule Burg Giebichenstein, Förderpreis von Sachsen-Anhalt, lebt in Berlin.

Olaf WEGEWITZ: 1949 in Schönebeck geboren, Kunstpreis des Landes Sachsen-Anhalt, lebt und arbeitet in Huy-Neinstedt.



Iris Kettner »Glas-Abguß«, Glaswerkstatt des Kunstvereins Röderhof e. V.

Anhang

Vortragende, Künstler und Beteiligte an den Diskussionen

Adam, Günter, Prof. (em.) Dr., Abteilungsleiter am Institut für Biochemie der Pflanzen (IBP),
Halle (Saale)

Bachmann, Konrad, Prof. (em.) Dr., Abteilungsleiter am IPK Gatersleben

Bäcker, Hagen, Künstler, Halle

Bartl, Johanna, Künstlerin, Dessau

Boesch, Christophe, Prof. Dr., Max-Planck-Institut für evolutionäre Anthropologie, Leipzig

Gerstengarbe, Hans-Christian, Ministerialrat, Halle (Saale)

Göpfert, Jörg, Evangelische Akademie Sachsen-Anhalt, Lutherstadt Wittenberg

Graner, Andreas, Prof. Dr., Abteilungsleiter am IPK Gatersleben

Hacker, Jörg, Prof. Dr. Dr. h. c. mult., Institut für Molekulare Infektionsbiologie an der
Universität Würzburg

Hein, Christoph, Schriftsteller, Berlin

Hölldobler, Bert, Prof. Dr., Lehrstuhl für Zoologie II, Theodor-Boveri-Institut für
Biowissenschaften, Würzburg

Jendryschik, Manfred, Schriftsteller, Leipzig

Jockusch, Brigitte M., Prof. Dr., Abteilung Zellbiologie, Zoologisches Institut der
Technischen Universität Braunschweig

Jockusch, Harald, Prof. Dr., Entwicklungsbiologie und Molekulare Pathologie an der
Universität Bielefeld, W7

Kettner, Iris, Künstlerin, Berlin

Kirsch, Rainer, Schriftsteller, Berlin

Laabs, Joochen, Schriftsteller, Berlin

Lippe, Rudolf Prinz zur, Prof. Dr., Hude

Michaelis, Arndt, Dr., IPK Gatersleben

Parthier, Benno, Prof. (em.) Dr. Dr. h. c., Deutsche Akademie der Naturforscher
Leopoldina, Halle (Saale)

Pietraß, Richard, Schriftsteller, Berlin

Propping, Peter, Prof. Dr., Direktor des Instituts für Humangenetik des
Universitätsklinikums Bonn

Reich, Jens, Prof. Dr., Max-Delbrück-Centrum (MDC) für Molekulare Medizin Berlin

Röllich, Günther, Dr., Regierungspräsidium Magdeburg

Rosenlöcher, Thomas, Schriftsteller, Beerwalde

Schade, Fritz, Künstler, Hamburg

Schiefenhövel, Wulf, Prof. Dr., Forschungsstelle für Humanethologie der Max-Planck-
Gesellschaft, Andechs

Schubert, Ingo, Prof. Dr., Abteilungsleiter am IPK Gatersleben

Schütz, Helga, Schriftstellerin, Potsdam

Sylvester, Peter, Künstler, Leipzig

Tanner, Klaus, Prof. Dr., Institut für Systematisch-ökumenische Theologie an der Martin-
Luther-Universität Halle-Wittenberg

Wegewitz, Olaf, Künstler, Huy-Neinstedt

Weigel, Sigrid, Prof. Dr., Direktorin am Zentrum für Literaturforschung Berlin

Wobus, Anna M., Prof. Dr., IPK Gatersleben

Wobus, Ulrich, Prof. Dr., Geschäftsführender Direktor am IPK Gatersleben

Personenregister

- Achmatowa, A. 208
Achtman, M. 67, 76
Ackermann, M. 226
Adam, G. 54, 233
Adorno, T. W. 178, 191, 194, 195
Aerts, D. 51
Agerer, F. 76
Alembert, Jean le Rond d' 168
Alpert, G. 55
Anand, K. 61, 76
Antinori, S. 14
Aquilina, A. A. 52
Arber, W. 65, 66, 76
Arendt, H. 175
Aristoteles 149
Avicenna (Ibn Sina) 84, 85, 107
Axelrod, R. 45, 51
- Babyal** 88
Bach, J. S. 220
Bachmann, K. 17, 34, 35, 49, 51–53, 55–57, 110, 145, 162, 183, 184, 233
Bachtrog, D. 43, 51
Bäcker, H. 113, 229, 233
Baer, K. E. von 16
Bailey, K. 84, 107
Baldauf, S. L. 39, 51
Baraldi, C. 152, 153, 159
Barataschwili, N. 208
Bartl, J. 116, 229, 233
Baumann, C. 228
Bayer, K. 149, 159
Bayertz, K. 133
Beardsley, A. 220
Beck, U. 172, 181
Becker, U. 172, 181
Beckmann, M. 220
Beethoven, L. van 194
Behler, E. 160
Behling, L. 226
Behre, H. M. 126, 133
Bellini, G. 220
Bender, W. 15, 19
Berman, H. M. 35, 51
Bernard, U. 226
Bischof, N. 85, 107
Bloch, E. 175
Blum, J. P. 100, 107
Blumenbach, J. F. 151, 159
Blumenberg, H. 144, 159
Boccacio, G. 61
Boesch, C. 18, 233
Böhm, W. 9
- Böhme, H. 13
Böhme, H.-J. 11
Böhmer, W. 9
Boiani, M. 19
Boisselier, B. 14
Bollacher, M. 160
Bonner, J. T. 47, 51
Bonnet, C. de 155
Bonß, W. 172, 181
Borde, C. 76
Bosch, H. 194, 220
Botticelli, S. 220
Bourne, P. E. 51
Bowers, J. E. 43, 51
Bradshaw, A. D. 41, 51
Brandon, R. N. 44, 51
Bräutigam, H. H. 108
Brecht, B. 220
Brehmer, H. 10
Brenner, O. 160
Brown, G. R. 47, 51
Brown, L. 120, 125
Brüne, M. 108
Bruyn, G. de 200
Büchi, E. C. 87, 107
Buchrieser, C. 76
Buffon, G. L. L. 155
Bühmann, G. 222
Burger, J. 133
Burian, R. M. 44, 51
Bushman, F. 42, 51
- Carniel, E. 67, 76, 77
Carus, C. G. 202
Cello, J. 37, 51
Chapman, B. A. 51
Charlesworth, B. 51
Charlesworth, D. 51
Christenson, L. K. 19
Clausen, J. 41, 46, 51
Cliften, P. F. 51
Cohen, J. E. 52
Corsi, G. 159
Cox, G. F. 132, 133
Craig, W. 83, 107
Crick, F. 200
Crow, J. F. 51
Curtiss III., R. 76
Czygan, F. C. 108
- Dali**, S. 29
Dammann, G. 84, 107
Darwin, C. 12, 36, 37, 46, 50, 149, 156, 173
Davidson, E. H. 40, 51
- Dawkins, R. 44, 45, 48, 51, 145–147, 159
Dawley, R. M. 52
DeBaun, M. R. 132, 133
Debussy, C. A. 220
DeLaFuenta, R. 19
Depew, D. J. 52
Diderot, D. 168
Dilthey, W. 143, 147, 168
Dimmock, N. 76
Dobrindt, U. 63, 76
Doolittle, W. F. 51
Drake, J. W. 42, 51
Dürer, A. 29
Dykhuizen, D. E. 77
- Egli**, W. M. 108
Ehlers, S. 76
Eibl-Eibesfeldt, I. 84, 85, 107
Eichler, W. 9
Eichner, H. 160
Eigen, M. 38, 51
Eise, B. 10
Ember, C. R. 102, 107
Ember, M. 102, 107
Emmermann, R. 76
Endler, A. 208
Engel, W. 125, 132, 133
Ernst, M. 199
Esposito, E. 159
Euklid 197
Euler, L. 198
Ewald, P. W. 74, 76, 80
- Fadool**, J. M. 52
Falkow, S. 66, 76
Feinberg, A. P. 133
Feininger, L. 217
Figge, U. L. 149, 159
Fikentscher, W. 108
Fögen, M. T. 154, 160
Frank, M. 160
Franke, H. W. 228
Frankfurt, H. 49, 51
Fromme, H. 10
Fuhrmann, G. 19
Fuller, R. C. 52
- Gadamer**, H.-G. 85
Galas, D. 35, 51
Galton, F. 119
Gauguin, P. 220
Geertz, C. 163
Gehlen, A. 85
Geißler, E. 14, 19

Personenregister

- George, H. 195
Gerlach, W. 11
Gerstengarbe, H.-C. 167, 233
Gethmann, C. F. 14, 15, 19
Gimmler, A. 171, 181
Goebel, W. 76
Goethe, J. W. von 25–27, 29, 166, 202, 228
Golla, A. 119
Goodsell, D. S. 51
Göpfert, J. 55, 233
Gorki, M. 209
Görtz, J. 202
Gossard, D. 51
Gottschalk, G. 76
Gould, S. J. 47, 51, 147, 160, 197
Graner, A. 79, 233
Graubner, G. 222
Greco (El Greco, Theotocopuli, D.) 220
Griffin, A. S. 52
Gross, R. 66, 76
Guiyoule, A. 76
- Haase-Pettingell, C.** 51
Habermas, J. 16, 19, 177–179, 181
Hacker, J. 17, 60, 61, 64–66, 76–80, 134, 135, 233
Haeckel, E. 156, 158, 202
Hamilton, W. D. 45, 51, 145
Hampel, J. 172, 181
Harms, G. 9
Hartmann, M. 180–182
Hartung, H. 202
Haseloff, O. W. 85
Hasty, D. L. 77
Hausen, H. zur 174, 181
Hayes, B. 50, 51
Heeschen, V. 88, 100, 101, 103, 104, 106, 107
Heesemann, J. 61, 65, 67, 76, 77
Hegel, G. W. F. 176
Heidenreich 226
Hein, C. 18, 207, 233
Heisenberg, M. 54
Hentschel, U. 66, 76
Herder, J. G. 85, 157–160
Heylighen, F. 39, 51
Hiepkö, P. 95, 99, 107
Hiesey, W. M. 46, 51
Hilgenfeld, R. 76
Hirsch, K.-G. 214
Hoffmeyer, J. 36, 51
Holland, H. D. 39, 51
Hölldobler, B. 17, 53, 54, 79, 86, 145, 164, 183, 199, 233
Hood, L. 35, 51
Horkheimer, M. 178
Horsthemke, B. 133
Houle, D. 52
Hrdy, S. B. 89, 107
Hübner, K. 16, 19
Huffmann, M. A. 98, 107
Hufnagel, P. 76
Hunt, S. 51
Huth, A. 228
Hüther, G. 198
Huxley, J. 173, 174, 181
- Ibn Sina (Avicenna)** 84, 85, 107
Ingraham, J. L. 76
- Jacob, F.** 40, 51
Janka, A. 76
Jendryschik, M. 18, 199, 200, 213, 233
Jessenin, S. 208
Jockusch, B. M. 78, 136, 233
Jockusch, H. (Jos, H.) 8, 18, 20, 30, 134, 200, 205, 217–221, 233
Johnston, M. 51
Jonas, H. 175–178, 181
Jos, H. (Jockusch, H.) 8, 18, 20, 30, 134, 200, 205, 217–221, 233
Judson, P. O. 45, 51
Jungk, R. 172–174, 181, 182
Jüptner, H. 88, 107
- Kandinsky, W.** 199
Kant, I. 144, 171, 175, 179–181, 184
Karch, H. 76, 77
Kästner, E. 202, 203
Katzner, G. 208
Kawasaki, K. 52
Kay, L. E. 145, 160
Keats, J. 208
Keck, D. 51
Kehler, J. 19
Kennedy, D. 36, 51
Kettner, I. 229, 230, 233
Kilner, R. M. 51
King, J. 35, 51
Kirsch, R. 18, 115, 187, 206–209, 211, 233
Kirsch, S. 208
Klee, P. 199
Kluckhohn, C. 83, 107
Koch, K. F. 88, 107
Kohl, H. 191
Kondrashov, A. S. 52
Kopperschmidt, J. 159
Koschorke, A. 160
Koselleck, R. 172, 181
Krebs, U. 108
Kroeber, A. L. 83, 107
Kroll, J. 133
Kunad, R. 208
- Laabs, J.** 14, 19, 188–190, 192, 195, 196, 201–203, 233
Laland, K. N. 47, 51
Lamarck, J.-B. de 155–160
Landsaat, H. 214
Lang, A. 156
Langkjaer, R. B. 43, 51
Langmore, N. E. 49, 51
Lefevre, W. 155, 160
Lenin, W. I. 191
Leonardo da Vinci 220
Leroi-Gourhan, A. 149, 150, 160
Lévy-Bruhl, L. 85
Lewontin, R. C. 47, 51
Lilienthal, G. 119, 133
Lin, E. C. C. 76
Lindeberg, S. 88, 107
Linné, C. von 95
Lip, V. 133
Lorenz, K. 11, 83, 85, 104, 107, 192
Lovejoy, A. O. 156, 160
Low, K. B. 76
Lübbe, H. 175, 181
Luhmann, N. 152–154, 159, 160, 162
Lundh, B. 88, 107
- Maaß, G.** 76
Macho, T. 160
Magasanik, B. 76
Mahler, G. 220
Majakowski, W. 209
Mandelstam, O. 208
Mannheim, K. 168
Margulis, L. 42, 51
Mark Welch, D. 45, 51
Markl, H. 85
Martin, W. 38, 51
Maturana, H. 150, 152
Mau, U. A. 133
Maupertius, P. L. M. de 155
Maxwell, J. C. 202
Mayer, H. 189, 226

- Maynard Smith, J. 39, 42, 46, 52
 Mayr, E. 11, 54, 174, 182, 183
 McClay, D. R. 51
 McCune, A. R. 45, 52
 McElhanon, K. A. 108
 McGrew, W. C. 86, 107
 Meeks-Wagner, D. R. 43, 52
 Merkert, H. 76
 Meselson, M. 45, 51
 Mesters, J. R. 76
 Métraux, A. 156, 160
 Meulen, V. ter 11
 Michaelis, A. 136, 233
 Michaelis, K. 76
 Miels-Kratochwil, L. 214
 Mims, C. 63, 75, 76
 Mittelstrass, J. 15, 19
 Mohr, H. 12
 Molière (Poquelin, J. B.) 209
 Monod, J. 40, 51
 Montessori, M. 98
 Morelli, G. 76
 Mothes, K. 11
 Motulsky, A. G. 121, 133
 Mühlenberg, W. 10
 Müller, M. 110
 Mundt, H. J. 172–174, 181, 182
 Murdock, G. P. 102, 166
 Murphy, D. 133
 Mutius, B. von 160
- Nakamura, H. 52
 Nash, A. 76
 Neidhardt, F. C. 76
 Newton, I. 180
 Nicolovius, G. 25
 Nicolson, B. 226
 Niemitz, E. L. 133
 Nieschlag, E. 126, 133
 Nietzsche, F. 85
 Nolde, E. 220
 Normark, B. B. 45, 51
 Novak, P. 85
- Offe, C. 180–182
 Ohno, S. 43, 52
 Olbertz, J.-H. 9
 Olsen, G. J. 39, 52
 Opolka, U. 108
 Orzack, S. H. 47, 52
 Osten, M. 29
 Ott, K. 15, 19
- Page, R. 54
 Palmer, J. D. 51
- Parsons, T. 150
 Parthier, B. 3, 10–13, 19, 55, 56,
 109, 162, 168, 182, 184, 197,
 199, 200, 233
 Pasteur, L. 76
 Paterson, A. H. 51
 Paul, A. V. 51
 Pen, I. 52
 Petrarca, F. 206, 208, 209, 211
 Picasso, P. 220, 221
 Pickett, F. B. 43, 52
 Pietraß, R. 14, 17–19, 31, 59, 141,
 201, 213, 214, 216, 233
 Pigliucci, M. 41, 52
 Piskur, J. 51
 Plato(n) 83, 85, 119
 Plessner, H. 85
 Plinius 27
 Premack, D. 103, 107
 Prinz, A. 97, 108
 Propping, P. 16, 17, 84, 118, 119,
 133–139, 145, 188, 191, 193,
 196, 197, 203, 233
 Provine, W. B. 36, 52
- Quevedo, N. 214
- Raff, R. 119
 Rakin, A. 77
 Ranke, L. von 176
 Reich, J. 53, 56, 111, 179, 182,
 188, 190, 192, 194, 196–198,
 200, 202, 233
 Reinbold, R. 19
 Renn, O. 172, 181
 Reznikoff, W. S. 76
 Ribbert, H. 108
 Ridley, M. 44, 52
 Riedl, R. 147, 151, 152, 160
 Rietschel, E. T. 61, 76
 Rietschel, M. 76
 Riley, M. 76
 Rilke, R.-M. 224
 Rimbaud, A. 220
 Röllich, G. 197, 233
 Rong, J. 51
 Rosenlöcher, T. 18, 213, 214, 233
 Rostand, E. 209
 Rousseau, J. J. 157
 Russell, M. J. 38, 51
- Sackmann, H. 11
 Samuelson, M. 76
 Sandbothe, M. 181
 Sapir, E. 102, 107
 Saussure, H. B. de 102
- Schade, F. 18, 58, 138, 140, 215,
 217, 218, 222–225, 233
 Schaechter, M. 76
 Schaefer, H. 85
 Schaeffer, J. 50, 52
 Schelling, F. W. J. von 159, 160
 Schiefenhövel, W. 17, 82–84, 86,
 88, 89, 95, 97–99, 101, 103,
 104, 106–109, 111, 135, 166,
 194, 233
 Schiefenhövel-Barthel, S. 89, 108
 Schlegel, F. 157, 158, 160
 Schmid, M. 133
 Schmidt, S. J. 150, 160
 Schöler, H. R. 16, 19
 Schönbein, C. F. 23
 Schopf, J. W. 39, 52
 Schramm, H. 160
 Schrödinger, E. 220
 Schubert, I. 55, 233
 Schubert, S. 67, 77
 Schultze-Motel, W. 95, 107
 Schütz, H. 14, 17, 19, 22, 23, 29,
 198, 204, 233
 Schwarz, J. 209
 Sghigesada, N. 52
 Shannon, C. E. 35, 52
 Shelley, P. B. 208
 Smith, J. D. 52
 Snow, C. P. 162
 Sober, E. 47, 52
 Soekarno, A. 87
 Sokurenko, E. V. 70, 77
 Solari, A. J. 43, 52
 Sperling, K. 133
 Steinert, M. 76
 Stephen, J. 76
 Strathern, A. 107, 108
 Strauss III, J. F. 19
 Strawinsky, I. 220
 Stubbe, H. 13
 Svanborg, C. 76
 Swadling, B. 99, 108
 Sylvester, P. 18, 32, 81, 186,
 188–190, 193, 204, 217,
 226–228, 233
 Szathmáry, E. 39, 52
- Takasu, F. 49, 52
 Tanner, K. 18, 53, 170, 171,
 182–184, 233
 ter Meulen, V. 11
 Thales von Milet 25
 Thomas, K. 228
 Thompson, D'Arcy 220

Personenregister

- Tinbergen, N. 83, 108
Tintoretto (Robusti, J.) 220
Tomasello, M. 149, 160
Torrea, G. 76
Travis, J. 52
Trotzki, L. D. 191
Tschechow, A. 209
Turner, J. M. W. 220
- Umbarger, H. E. 76
- Valentin, K. 57
van den Daele, W. 15
van Valen, L. 44, 52
Vasarely, V. 226
Virchow, R. 64
Vismann, C. 160
Vogel, C. 108
Vogel, F. 119, 121, 133, 191
Voigt, R. 150, 160
Vollmer, G. 85, 95, 108
Voorhoeve, C. L. 108
Vorländer, K. von 181
- Wächter 226
Wadhvani, P. 76
Wagner, G. B. 49, 52
Walsh, J. B. 43, 52
Walter, S. 102, 108, 110
- Warburg, A. 162
Weber, B. H. 52
Wegewitz, O. 18, 200, 212,
217, 218, 229, 233
Wegner, D. M. 38, 52
Weigel, S. 18, 142–145, 149–151,
160–162, 164, 166, 167, 194,
233
Weill, K. 220
Weingart, P. 119, 133
Weis, K. 171, 182
Wellbery, D. 153, 160
Wells, C. L. 41, 52
West, S. A. 47, 52
White, L. 86, 108
Whorf, B. L. 102, 108
Wicken, J. S. 36, 52
Wieland, W. 147, 160
Wiener, N. 145, 160
Williams, G. C. 42, 52
Wilson, E. O. 36, 47, 52, 53,
147, 160
Wilson, R. A. 49, 52
Wimmer, E. 37, 51
Winkle, S. 61, 77
Winnacker, E.-L. 9, 76
Wittgenstein, L. 220
Wobus, A. M. 3, 10, 13, 19,
137, 182, 201, 233
- Wobus, U. 3, 9–11, 19, 53,
57, 109, 167, 182, 217,
218, 233
Woese, C. R. 39, 52
Wolff, C. F. 151, 161
Wolstenholme, G. E. W. 172, 173,
181, 182
Wolter, M. 14, 16
Woluwe, S. S. 76
Wood, J. 19
Woodruff, G. 103, 107
Wu, B. L. 133
Wuketits, F. M. 147, 151, 152,
155, 161
Wunschel, A. 160
Wurm, S. A. 88, 108
Wyssotzki, W. 208
- Yarus, M. 38, 52
- Zacharias, M. 13
Zavos, P. 14
Ziebuhr, J. 76
Zimmerli, W. C. 181
zur Hausen, H. 174, 181
zur Lippe, Prinz R. 110, 111,
136, 166, 188, 189, 191,
194–200, 202, 204, 233
Zurth, K. 76

Sachregister

- Absegnen 17
Abwasseraufbereitung 62
Abwehrmechanismen 42
Adaptation 43, 45, 51, 68
Adhäsin 64, 70, 72, 73
Affekte 149
Afrika 79, 97
AIDS (HIV) 61–63, 69, 72, 138
Allele 41–44, 48, 121–123, 129, 131, 137
Allelfrequenz 131, 132
Allergie 88
Allgemeinbevölkerung 126, 127, 129, 132
Alphabet 155
Altruismus 45, 145
Alzheimer 131, 136, 137
Ameisen 54, 55, 68
Amerika 97
Aminosäuren 35
Aminosäuresequenz 36
Amoeben 63
Amoebenruhr 62
Angst 14, 55, 89, 91, 181, 190, 196
Anopheles 63, 120
Antibiotika 61, 62, 69, 87, 119
Antike 119, 168, 194
Antikörper 78
Apoplexie 88
Art(en) 11, 15, 34, 39, 42, 44–49, 53, 55, 64, 67, 72, 75, 79, 88, 95, 96, 100, 101, 108, 110, 112, 119, 143, 144, 147, 148, 151, 152, 155–158, 162, 165, 181, 192, 200
Artefakte 50, 143
Arzt 76, 84, 134, 190, 196
Asbest 26, 27
Aufschreibesysteme 143
Autopoiesis 150, 152
Azoospermie 126
Azoospermiefaktoren 126, 132, 134
Bakterien (Bakterium) 28, 29, 40–42, 44, 55, 63, 64, 66–72, 78, 79
Bakteriophagen 66
Banane 99, 101
Behaviorismus 195
Belgien 135
Bestattung 92
Betrug 41, 49
Bevölkerung 89, 121, 122, 126, 128, 129, 134
Bewußtsein 14, 38, 40, 41, 45, 173
Bibel 167
Bild 9, 14, 16, 29, 38, 83, 84, 86, 89, 92, 142, 144, 147, 148, 151, 154, 155, 157–160, 162, 163, 167, 184, 193, 194, 199, 200
Bildlichkeit 163
Bildprogrammierung 189
Bildung 9, 107, 129, 132, 148, 157, 158, 168, 172, 173, 189
Bildungsgeschichte 191
Biochemie 35, 55
Biodiversität 46, 98, 99, 109
Biologe(n) 16, 37, 152, 164, 165, 172–174
Biologie 13, 14, 17, 18, 34–36, 46–48, 53, 60, 107, 119, 142, 145, 149, 150, 156, 160, 162, 168, 173, 174, 176, 177, 181, 182, 195
Bioterrorismus 79
Biowissenschaften 12, 144, 153, 155, 160, 167, 168, 177
Blut-Hirn-Schranke 71, 98
Bluthochdruck 123, 138
Bordetella pertussis 63, 74
Botaniker 95, 98
Brustkrebs 124, 136
BSE 64
Bücher 14, 50, 109, 183, 194
Chiffre 166
China 97
Cholera 62, 66
Chorea Huntington 127, 128, 136
Chorionzottenbiopsie 123
Chromosom(en) 28, 122, 135
Chromosomenaberration(en) 122, 125
Chromosomenstörung(en) 123–125, 131, 135, 137
Clostridien 63
Code 35, 36, 144, 145, 160, 167
Computer 53, 56
conditio humana 84, 85
Creutzfeld-Jakob-Krankheit 64
Darmkrebs 124, 136
Darwinismus 155, 174
Darwinisten 12
DDR 11, 54, 189, 190, 201
Degeneration 119
Denken 11, 26, 27, 36, 49, 99, 103, 108, 155, 160, 165, 168, 201
Denkmodelle 177
Designerkind 136, 137
Deszendenz 147, 158
Deszendenzmodell 149
Deutschland 10, 12, 13, 19, 29, 52, 77, 108, 120, 123–125, 133–135, 138, 139, 144, 161, 165, 182, 201
Diabetes 137, 138
Dialektik der Aufklärung 178
Dialog 12, 143, 153, 166
Diskurs 15, 150, 157, 160, 162
Diskursethik 15
Diversität 39, 99, 109
DNA 29, 35–39, 41–45, 51, 52, 55, 56, 69, 76, 121, 122, 132
Dolly (Klonschaf) 14, 16, 19, 29
Doppelhelix 29, 36, 200
Down-Syndrom 124, 194
Drucktechnik 146
E. coli siehe *Escherichia coli*
EHEC 62
Ehrgeiz 14
Eigendynamik 49
Einzeller 40, 42
Eipo 86–96, 99–104, 107–112
Eiposprache 88
Eiweiße 35, 36, 64
Eiweißmoleküle 36
Eizelle(n) 16, 37, 43, 125, 135, 137
Eltern 122, 136, 191, 203
Embryo(nen) 16, 123
Empathie 103, 106
Energie 55, 56
Enphronesis 103, 106, 107
Entscheidungsfindung 15
Entzeitlichung 153, 155
Enzyklopädie 168
Enzym(e) 35, 38, 40
Epigenetiker 156
Erbe 164, 165
Erbgut 12, 36, 48
Erbinformation 37, 145
Erbmaterial 28, 41
Erbrecht 164, 165
Erkennen 47, 108, 151, 164
Erkenntnis 14, 36, 37, 143, 157, 171, 176, 184, 193, 200
Erkenntnisform 192
Erkenntnisfunktion 189
Erkenntnisinteresse 144, 148
Erkenntnistheorie 174
Erklären 143, 147, 151

Sachregister

- Erklärungsmodell 194
Erkrankung(en) 17, 61, 63, 69, 78, 87, 118, 121, 136–138, 193, 194, 196,
Erreger 63, 64, 70–72, 74, 79, 120
Escherichia coli (*E. coli*) 40, 41, 46, 60, 62, 63, 66, 67, 69–71, 76, 77
Ethik 15, 19, 47, 149, 174–176, 179, 181, 184
Ethiker 191
ethische Normen 15
Ethnographie 89, 142
Ethnologie 104, 108, 112, 146
Eugenik 19, 119, 120, 133, 173, 181
Eurasien 97
Europa 78, 95, 97, 110, 121, 131, 163, 164, 166, 190, 199
Evolution 11–13, 15–18, 26, 33, 35, 36, 38, 39, 41–46, 48, 49, 51, 52, 55, 61, 65–76, 80, 83, 85, 92, 107–109, 117, 119–121, 132, 143–157, 159, 160, 162, 166, 173, 174, 177, 178, 181, 194–197
Evolutionbegriff 145, 148, 150, 153–155
Evolutionbiologie 36, 39, 47, 73, 84, 85, 108, 196
Evolutiondruck 197
Evolutionforschung 12, 44
Evolutionsgedanke 158
Evolutionsgeschehen 150, 151
Evolutionskonzept(e) 18, 145, 148, 151, 154, 155
Evolutionstheorie 36, 49
Evolutionssystem 173
Evolutionstheorie 36, 119, 143–145, 147–162, 168, 171, 173, 174
extrakorporale Befruchtung 123, 125

Familie(n) 43, 95, 122, 136, 147, 151, 164–166, 168
Fehlgeburtsrisiko 123
Fehlinformation 15
Film 22, 146, 199
Finalitätsmythos 172
Fleckfieber 68
Foeten 123, 134, 135
Forschung 13, 15, 16, 19, 25, 34, 76, 82, 95, 98, 103, 123, 143–146, 165, 180, 182
Fortpflanzung 16, 43–46, 48, 119, 132, 146, 147, 157
Fortschritt 25, 35, 39, 50, 147, 149, 160, 168, 172–178, 181
Fortschrittsoptimismus 183
Fotographie 146
Frankreich 24, 135, 165
Freiheit 13, 14, 19, 50, 166, 175, 177–179, 181, 184, 191, 197, 200
Freiheit der Wissenschaft 14
Furcht 18, 171, 175–178

Gaterslebener Begegnung(en) 1–3, 9–19, 84, 89, 144, 162, 179, 201
Gattung(en) 16, 95, 145, 147, 149, 151, 156, 158, 165, 177, 178
Gebären 89, 90
Gebärfähigkeit 121
Geborenwerden 89, 92
Geburt 89, 90, 92, 105, 108, 120, 123, 125, 127, 129, 132, 135, 136, 155, 156
Geburtsverhalten 89, 108
Gedächtnis 62, 110, 142, 150, 157
Gedankenexperiment 144, 160, 162
Gedicht 31, 59, 111, 114, 141, 187, 193, 206, 209, 211, 216
Gefühl 14, 24, 56, 89, 157, 160, 175, 194
Gegenwart 120, 132, 148, 167, 171, 173–176, 179, 181, 183, 192
Gehirn 12, 28, 35, 45, 54, 98, 104, 137, 196, 197
Geist 96, 103, 147, 177
Geisteswissenschaften 143–145, 148, 150, 162, 163, 168
Geisteswissenschaftler 13, 14, 153, 163, 167
Geld 154, 204
Gemüse 99
Genchirurgen 191
Genealogie 142, 148, 151, 154, 156, 159, 160, 164
Generation 24, 40, 43, 45, 48, 70, 79, 104, 122, 126, 127, 129, 131, 132, 134, 135, 137, 149, 164, 165, 167, 168, 178
Genetik 9, 12, 18, 29, 36, 53, 60, 137, 142, 144, 158, 160, 165, 185
genetische Diagnostik 125
Genom(e) 37, 40–46, 48, 56, 66, 68, 69, 71, 75, 84, 118, 119, 174, 181, 182
Genomanalyse 68
Genomanalytik 72
Genomforschung 76
Genomgröße 42, 43
Genomik 36
Genomreduktion 68, 69
Genomsequenzierung 72
Genotyp 120, 124, 137, 151
Genpool 16, 120, 122, 125, 132, 135, 149
Gentechnik 178, 181
Gentechnologen 191
Gentransfer 66–68, 71–73
Geschichte 18, 36, 37, 47, 54, 89, 99, 133, 143, 144, 146, 148, 152–158, 160, 162, 164–168, 171, 181, 184, 191, 199, 202
Geschlechtsverkehr 61, 63
Gesellschaft(en) 10, 13–15, 19, 60, 76, 82, 83, 86, 89, 90, 92, 94, 97, 98, 104, 106, 108, 112, 153, 160, 166, 175, 194, 200
Gesellschaftssystem 153
Globalisierung 17
Glück 89, 214
Gonorrhoeae 62, 63, 69
Gotik 151
Großbritannien 135

Habitat 87, 109
Hämoglobin 72, 120, 121
Hand 25, 27, 50, 56, 107, 150, 160, 171, 190
Hardware 37
Hardy-Weinberg-Gesetz 122, 129
Haustiere 98
Heilpflanzen 96, 97, 98
Helicobacter pylori 70
Helminthosen 88
Herzfehler 135
Herzinfarkt 88
Heterozygotie 121, 122
Heterozygotie 122, 124, 127, 129
Heuristik 18, 171, 176–178
Hirn 71, 98, 150, 157
Hirnhautentzündung 63, 71
Hirnstrukturen 12

- HIV (AIDS) 17, 61–63, 69, 72, 138
Hochdruck 88
Hoffnung 18, 138, 171, 173, 175, 176, 179
Höherentwicklung 147, 149, 157, 158
Holland 135
Hominidenentwicklung 83, 90, 104
Homo 85, 86, 89, 94, 96, 108, 159
Homo discens 102, 108
Homo docens 102, 108
Homo erectus 85
Homo faber 86, 99
Homo loquens 94, 99
Homo sapiens 86, 87, 89, 94–96, 108, 195
Homo scientificus 94
Homo symbolicus 94, 99, 109
Homozygote 120–122, 134
Homozygotie 122, 127
Homunculus 28
Hormon 35
Hormonwirkungen 40
Humanethologie 17, 82, 84, 107
Humangenetik 14, 118, 119, 133, 191
Humangenetiker 17, 137, 191
Huntingtonsche Krankheit 127, 128, 136
Hypertonie 137
- Idee 49, 50, 84, 85, 97, 103, 108, 119, 138, 144, 146, 151, 157, 158, 160, 165, 167, 181, 183, 185, 200
Ikonographie 144, 154, 160
Immunschwächekrankheit 17
Immunsystem 78
Impfkampagne 79
Imprinting-Defekte 132
Indien 90, 97, 110
Individuen 41, 43, 45–47, 164, 177, 201
Individuum 16, 45, 46, 53, 103, 104, 123, 195
Infektion(en) 61–64, 66, 69–74, 76, 78–80, 88, 90, 120, 121
Infektionsbiologie 60–62, 75–77
Infektionserreger 61–65, 71, 72, 76, 79
Infektionskrankheiten 17, 61, 63, 72, 73, 76, 79
- Influenza 62, 72
Information(en) 15, 17, 25, 35–39, 41–46, 48–50, 52, 53, 55, 56, 98, 110, 135, 144, 151, 155, 162, 164, 167, 178
Informationsreplikation 55
Informationsträger 38, 39, 50
Informationsübertragung 38, 50
Inka 194
Insektenstaat 54
Instinkt 83, 89, 103, 107
Instrumentalisierung menschlichen Lebens 16
Integrität 15
Intelligenz 38, 137, 160
In-vitro-Fertilisation 16, 120, 123, 125, 131, 132
Inzucht 45
Irreversibilität 151
- Jugendliche 95, 98
- K**
Kannibalismus 111, 112
Keim 68, 151, 158
Keimzellen 16, 43, 46, 135
Kind(er) 23, 24, 84, 89, 91, 95, 98, 99, 104, 110, 120, 122–127, 129, 132, 134, 136, 137, 157, 194, 196, 198, 203
Kinderlähmung 79
Kinderlosigkeit 134
Klassen 147, 151, 156, 168
Klassifikation 96, 151, 156, 158, 159
Klonen 14
Klonieren 173
Klonschaf (Dolly) 14, 16, 19, 29
Koevolution 147
Kohorte 167, 168
Kommensalismus 66
Kommunikation 41, 46, 48, 49, 54, 85, 149, 162, 164, 166, 178, 195, 196, 200
Kommunikationsfähigkeit 48, 200
Kommunikationsmuster 46
Komplexität 13, 36, 38, 39, 104, 147, 148, 151, 152, 163, 172
Konkurrenz 41, 42, 46, 47, 49, 50, 155, 163
Kontrollmythos 172
Konventionalisierung 146
Kopierfehler 38, 39, 41, 43
Körpersprache 162
Kosten 41, 45, 50, 92, 138
Krankenversicherung 138
- Krankheit(en) 25, 27, 28, 62, 64, 65, 68, 70, 73, 74, 79, 87, 89, 90, 120–124, 127–129, 131, 132, 135–138, 196
Krankheitsbild 194
Krankheitserreger 61, 65–73
Krankheitsprozesse 65, 66, 68, 72, 73, 75
Krankheitsresistenz 73
Krankheitssymptome 64, 72
Kreativität 167, 195, 196
Krieg 26, 88, 108, 195
Kultur(en) 10, 12, 16, 83–89, 90, 92–95, 97–100, 102–104, 107, 109, 111, 142–144, 146–149, 153–160, 162–164, 166–168, 172, 174, 175, 179, 190, 191, 200, 201
Kulturanthropologie 108, 146, 192
Kulturbegriff 162, 163
Kulturdiversität 166
Kulturfähigkeit 86
Kulturgeschichte 18, 77, 142–144, 148, 151, 154, 160, 181
Kulturpflanzen 98, 99
Kulturphilosophie 157
Kulturtechniken 143, 146, 147, 150, 160, 163
Kulturwissenschaft(en) 18, 143, 146–148, 154, 160, 163, 167
Kunst 9, 18, 29, 148–150, 154, 157, 160, 162–164, 166, 189, 190, 192, 193, 195, 197–201, 203, 204
Kunstaustellung 10, 13, 18
Kunstgeschichte 162
Künstler 9, 10, 13, 14, 18, 19, 54, 163, 164, 189, 191–194, 196, 199, 201, 204
Kybernetik 145, 152, 160
- L**
Labor(atorien) 16, 23, 37, 54, 55, 66
Laien 14
Laktose 121
Landschaft 189, 193, 197
Lebensalter 158
Lebenskraft 183
Lebensumwelt 18
Lebensweise 46, 190
Lebewesen 28, 35, 55, 87, 143, 151, 152, 158, 160
Legionellose 62

Sachregister

- Leopoldina 9–13, 19, 23, 35, 60, 61, 76, 83, 118, 119, 143, 171, 182
- Lernen 47, 48, 98, 149
- Lexeme 100, 102, 103
- Lieder 49, 94
- Linguist 102
- Linguistik 102, 143
- Linnésches System 96
- Literatur 9, 19, 24, 25, 29, 51, 76, 107, 133, 142, 147, 157, 159, 160, 162, 181, 189, 190, 192, 193, 202
- Literaturen 157, 158
- Lungenpest 78, 79
- Makromolekül(e)** 35, 37
- Malaria 61, 63, 97, 120, 121
- Malariaerreger 72
- Mängelhaftigkeit 85
- Mängelwesen 84, 85
- Manipulation 48, 49, 80, 173, 185
- Manipulierbarkeit 49
- Markt 25, 139
- Maschine 53, 145
- Material 42, 55, 56, 102, 107, 122
- Mathematik 198
- Maus 29
- Medien 15, 25, 142, 143, 146, 155, 163, 173, 201
- Medizin 28, 61, 76, 84, 85, 97, 118–120, 144, 167, 184, 190, 191, 194
- Meiose 42–45
- Melanesien 82, 83, 109, 110
- Melodien 49, 146
- Membranen 55
- Meme 48, 145–147
- Meningokokken 70, 71, 79
- Mensch 12, 14–18, 24, 26, 28, 38, 39, 41, 45, 47–50, 53–56, 61, 63, 64, 70–73, 76, 78–80, 84–89, 91, 92, 94–97, 102, 104, 107–110, 112, 119–121, 123, 125, 129, 131, 132, 137, 143, 145, 149, 157, 162–164, 168, 171–182, 184, 190, 191, 194–202
- Menschenbild 16
- Menschenwürde 16, 50
- Menschheit 48, 50, 61, 77, 83, 87, 89, 120, 157, 158, 160, 175, 176
- Menschheitsentwicklung 61
- Mesokosmos 85, 95
- Metabolismus 152, 173, 177
- Metapher(n) 109, 144, 145, 155, 157, 160, 166, 167, 178, 195, 198
- Metaphern 109, 144, 155, 160, 167, 178, 195, 198
- Metaphorik 88, 144, 145, 155, 160
- Metaphysik 147
- Methode 123, 125, 168, 172
- Methodologie 146, 163
- Mikroben 61, 62, 64–66, 70–72, 75, 76
- Mikrobiologe 17, 66
- Mikrobiologie 60
- Mikrodeletion(en) 122, 125, 126
- Mikroorganismen 17, 61, 62, 64–75, 80
- Mikroorganismus 66, 69, 75
- Milchviehzucht 121
- Mitleid 103
- Mittelalter 168, 184
- Mitteleuropa 61, 109, 129
- Moderne 164, 165, 172, 177, 181
- Molekül 35, 38, 39, 41
- Molekularbiologen 14, 191
- Molekularbiologie 12, 15, 17, 35, 44, 64
- Molekulargenetik 53, 55
- molekulargenetische Diagnostik 129
- Moral 84, 85, 159
- Musik 110, 111, 192, 194–196, 203
- Mutation(en) 42, 43, 45, 54, 70, 84, 98, 120–124, 127, 129, 130, 132, 135, 137, 152, 153
- Mutationsrate 69
- Mutationsträger 120, 122, 129
- Mycobacterium bovis* 68, 69
- Mycobacterium leprae* 68, 69
- Mycobacterium tuberculosis* 63, 74
- Mycoplasma pneumoniae* 69
- Mythen 25, 28, 110, 154
- N. gonorrhoeae* 69
- Nahrung 42, 47, 121
- Nahrungskette 63
- Nahrungsmittel 62, 63, 71
- Nahrungspflanzen 98, 99
- Natur 9, 11, 13, 15, 16, 19, 23, 25, 26, 36, 47, 49, 84–86, 89, 90, 92, 95–97, 108, 121, 135, 143, 144, 147, 148, 151, 153, 155, 156, 159, 164–166, 173–175, 179–181, 190, 193, 199
- Naturaneignung 193
- Naturanschauung 37
- Naturbetrachtung 25, 189
- Naturforscher 12, 13, 60, 76, 118, 155, 180, 196
- Naturforschung 180
- Naturgeschichte 107, 143, 147, 148, 156, 158, 159, 181
- Naturgesetz(e) 16, 50, 144, 174, 180, 184, 198
- Naturphilosophie 159
- Naturprozeß 165
- Naturstudien 193
- Naturwissenschaft 14, 26, 160, 165, 168, 172, 184, 192, 193, 198, 199
- Naturwissenschaften 14, 15, 24, 84, 107, 143, 148, 150, 160, 162, 165, 167, 168, 172, 174, 179, 183, 184, 190, 202
- Nazi-Ideologie 119
- Negentropie 56
- Neodarwinismus 36
- Nervensystem 11, 12, 63, 118, 157
- Nestparasitismus 49
- Neugeborene 89, 90, 120, 122, 124, 125
- Neuguinea 17, 86, 87, 89, 91, 99, 103, 107, 108, 110, 112
- Neukombination 44
- Neumutationen 122, 124, 126, 136
- Neuzeit 172
- Nukleinsäuren 36, 37, 167
- Nukleinsäuresequenz 36
- Nukleotide 42, 43
- Nutztierzucht 119
- Öffentlichkeit 14, 15, 47, 181, 201
- Ökonomie 42, 192
- Ontogenese 158, 164
- Ontologie 176, 177
- Operon 40, 46
- Optimismus 176, 178, 190
- Ordnung(en) 143, 147, 151, 155, 156, 158, 159, 166, 171, 180
- Organismen (Organismus) 36, 37, 39–50, 53, 56, 64, 65, 70, 72, 73, 80, 119, 121, 143–145, 149, 152–157, 177, 181, 190
- Ozon 23–25, 27, 28
- Ozonloch 24
- Papua 87, 88, 111
- Papua Neuguinea 17, 87, 88, 108–111

- Paradigma 84, 143, 145–149, 153, 154, 159, 163, 177
- Paradigmen 102, 144–146, 155, 159, 184
- Paradigmenwechsel 16
- Parasiten 42, 63, 64, 69, 80, 120
- Patentrecht 53
- Pathogene 63, 80
- Pathogenität 66–68, 73, 75, 80
- Pathogenitätsfaktoren 64–66
- Pathogenitätsinsel 66, 67
- Perspektive 143, 149, 153–155, 157, 159, 177, 183, 184, 199
- Perspektivierung 143
- Pest 61, 62, 66, 69, 72, 78
- Pestepidemie 79
- Pflanze(n) 17, 40–43, 45, 46, 55, 56, 70, 79, 91, 95, 97, 98, 107, 119
- Phänotyp 120, 124, 131, 137, 151
- Pharmaindustrie 185
- Philosoph 14, 49, 184, 197
- Philosophie 155–160, 191, 192, 202
- Phylogenie 155–157
- Physik 168, 198
- Physiker 193
- Physiologie 159
- Phytotherapeutika 97
- Plasmid(e) 42, 66, 67
- Plasmodien 120
- Pneumokokken 70, 71
- Pocken 79
- Polio-Viren 37
- Politik 9, 138, 145, 165, 172, 181, 192, 201, 203
- Politiker 13, 14, 138
- Population(en) 16, 17, 44–46, 52, 54, 55, 62, 75, 78, 121, 138
- Populationsgenetik 121
- Präformisten 156
- Präimplantationsdiagnostik 16, 123–127, 129, 131, 134, 135, 137
- Pränataldiagnostik/pränatale Diagnostik 14, 16, 120, 121, 123–125, 127–130, 132, 134–136
- Primaten 12, 28, 54, 79, 86, 149, 197
- Prionen 64
- Protein(e) 35–40, 46, 51, 65, 69, 136, 167
- Psychologen 173
- Psychologie 214
- Publizisten 13–15
- Punktmutationen 68–71
- Rache** 88, 112
- Rassenhygiene 119, 133
- Ratte(n) 72, 78, 84, 137
- Realität 12, 184, 195
- Recht 50, 102, 149, 150, 154, 160, 165, 174, 178
- Rechtsgeschichte 146, 154, 160
- Rechtssystem 150, 154
- Regenzeit 40
- Rekombination 46
- Relativismus 184
- Religion 91, 157, 182
- Reparatur 43, 44
- Reparaturmechanismus 43
- Replikation 36, 38, 39, 41, 50, 55, 70, 80, 146
- Reproduktion 38, 45, 89, 125, 149, 165, 197
- Reproduktionsbiologie 119, 145
- Reproduktionsmedizin 14, 16, 17, 84, 120, 121, 129, 131
- Reproduktionsmediziner 134
- Reproduktionstechniken 15
- Rhetorik 142, 144, 152, 154, 155, 159, 160
- Rituale 143, 146, 160
- RNA 36, 38, 52
- Roboter 50, 55, 56, 162
- Rundtischgespräch 9, 18, 189
- Sachsen** 214
- Säkularisierungstheorie 174
- Salmonella* 60, 62, 72, 76
- Salmonellen 63, 66
- Samenzelle 43, 135
- SARS (Schweres akutes respiratorisches Syndrom) 17, 61, 62, 69, 72, 76
- Sauerstoff 23, 24, 72
- Säugetiere 121
- Schädlinge 54
- Schaf 29
- Schimpanse 18
- Schizophrenie 84, 138
- Schmerz 89, 92
- Schönheit 198, 200
- Schöpfung 16
- Schrift 94, 148, 154
- Schriftsteller 9, 10, 13, 14, 17, 18, 189, 200, 201, 214
- Schriftstellerlesungen 13, 207, 213
- Schule 95, 98, 168
- Schwangerschaft 92, 123, 124, 133
- Seele 91, 103
- Selbstbewußtsein 28, 159
- Selbstregulation 151, 152
- Selbstregulierung 152
- Selbstreplikation 37, 38, 55
- Selbststeuerung 89, 173
- Selbstverständnis 16, 174
- Selbstwahrnehmung 84
- Selektion 36, 38, 40, 43–49, 65, 79, 84, 119–122, 125, 127, 146, 147, 153–155, 171, 173
- Selektionsdruck 48, 153
- Selektionstheorie 36
- Selfish Gene 51, 146, 159
- Semiotik 162
- Sepsis 62, 66
- Seuche 78, 79
- Sexualität 42, 44, 79, 80, 89
- Shigella dysenteriae* 74
- Shigellen 66
- Sichelzellanämie 72, 120
- Skepsis 177, 178, 183
- Software 12, 37
- Solidargemeinschaft 138
- Sozialdarwinismus 50
- Sozialisation 92
- Sozialstruktur 104
- Sozialverband 48
- Sozialwissenschaftler 18
- Soziobiologie 47, 53, 175
- Soziologe(n) 152, 173
- Soziologie 17, 86, 145, 153
- Spermien 125, 126, 129, 131, 132, 134
- Spezialisierung 16, 89, 147, 199
- Spezies 16, 89, 96, 99, 103, 107, 109, 112, 119
- Sprache 18, 24, 88, 89, 99–102, 104, 107, 110, 146, 149, 150, 154, 159, 160, 162, 163, 168, 178, 189, 194, 195
- Sprachen 88, 101–103, 144, 157, 167
- Sputnik 24, 25
- Stammbaum 128, 155, 156, 158, 159
- Stammzelle(n) 16, 28
- Stammzellforschung 14, 16, 185
- Staphylokokken 63
- Sterben 89, 91, 92
- Sterilität 134
- Stoffwechsel 39, 47

Sachregister

- Stoffwechselprozesse 56
Stufenfolge 159
Stufenleiter 156
Symbiose 42, 66
Symbolsysteme 143, 147, 163
Synthetische Theorie 36, 44
Syphilis 62, 63
Systematik 17
Systembegriff 145, 150
Systemgeschehen 150, 151, 153
Systemtheorie 148, 150, 152–154, 160
- Tay-Sachs-Krankheit 129
Technik 50, 56, 99, 108, 110, 149, 150, 160, 172, 175, 176, 182
Technikfolgenabschätzung 172
Technologie 50, 163, 172, 181
Teleologie 154, 159, 177
Testierfreiheit 165
Textkritik 154
Textualität 163
Thalassämie 120, 124, 129
Theater 191, 195
Theorie 36, 47, 50, 98, 103, 146, 147, 151, 153, 156, 159, 160, 167, 171, 173, 177, 178, 181, 184
Therapie 138
Therapien 17
Thermodynamik 57
Tier(e) 17, 40–43, 45–47, 53, 61, 62, 64, 70, 71, 85, 86, 91, 109, 119, 156, 163, 164, 171, 190
Tod 19, 43, 44, 89, 91
Todesrate 78
Toxine 64, 74, 80
Tradierung 146, 154
Tradition(en) 13, 18, 109, 121, 148, 163, 166, 173, 174, 201
Transkriptionsmechanismus 46
Transposons 42, 66
Trauerverhalten 93
Trisomie 124, 135
Trockenzeit 40
Tropenerkrankungen 61
Tuberkulose 61, 63
Tumorkrankheiten 124
- Überbevölkerung 173
Überleben 40, 65, 66, 72–75, 85, 124, 155, 192, 195, 197, 198
Überlebenschancen 41
- Ultraschalluntersuchung 123
Umwelt 12, 39, 41, 44, 53, 73, 87, 107, 119, 137, 152, 153, 197
Umweltbedingungen 41, 45, 109, 138, 150
Unfruchtbarkeit 125, 126, 132
Universalien 102, 143, 149, 150, 163, 166, 184
Universität 17, 18, 34, 60, 77, 82, 95, 118, 119, 133, 142, 182, 189–192
Urwald 195, 197
USA 34, 51, 53, 76, 135, 199
- Variation 34, 44, 46, 146, 153, 154
veloziferisch 26
Verantwortung 14, 174–177, 179, 181, 182, 184
Verantwortungsgefühl 14
Vererbung 35–37, 45, 48, 119, 121–123, 125, 127, 131, 144, 149, 151, 162, 164, 165, 167, 168
Vererbungsmechanismus 37
Vererbungstheorie 147, 168
Vergangenheit 10, 84, 86, 89, 94, 111, 171, 176, 181, 196
Verhalten 11, 12, 17, 46, 47, 53, 54, 80, 98, 107–109, 145, 149, 194
Verhaltensforschung 12, 192
Verhaltensmuster 47, 146
Verhaltensweisen 17, 45–48, 54, 85, 103, 143, 145, 149, 163
Verkehr 154
Vermarktung 17
Vernunft 171, 174, 177, 180, 181
Versicherungswirtschaft 138, 139
Vertrag 154, 165
Vertrauen 15, 179–182
Verwandtschaft 164, 165
Viren 42, 63, 64, 69, 72, 79
Virulenzfaktoren 60, 64
Vitalismus 183
Vitamin 121
- Wachstum 152, 175
Wahrheit 15, 24, 49, 183–185, 198
Wahrheitsbegriff 184
Wahrheitsfindung 49
Wegwerfgesellschaft 27
Weltbild 56
- Werbeindustrie 49
Werkzeuge 50, 146
Werkzeugkultur 104
Wettbewerbsdruck 15
Wirbeltiere 147, 156
Wirt 63–65, 68, 70–72, 79
Wirtsanpassung(en) 72, 73
Wirtschaft 214
Wirtsgenome 72
Wirtsorganismen 61, 64, 66, 69, 70, 72, 75
Wirtspopulation 75
Wirtsresistenz 72, 73, 76
Wirtswechsel 68, 71–73
Wissen 12, 26, 27, 78, 79, 97–99, 103, 120, 121, 136, 142, 144, 160, 167, 168, 174, 177, 183, 198, 200, 201
Wissenschaft(en) 9, 11, 13–15, 18, 19, 25, 29, 60, 76, 84, 102, 108, 112, 119, 144, 159, 160, 166, 168, 172, 173, 181–184, 190, 193, 198–201, 203, 204
Wissenschaftler 11, 14, 15, 17, 19, 21, 25, 28, 79, 99, 118, 163, 173, 183, 192, 196, 199, 204
Wissenschaftsbetrieb 14
Wissenschaftsgeschichte 155, 168, 184
Wissenschaftstheorie 84
Wissenskultur 146, 150
Wörterbuch 88, 100, 102, 103, 107
- Y-Chromosom 126, 134
Yersinia enterocolitica 67, 78
Yersinia pestis 66–69, 72, 76, 78
Yersinia pseudotuberculosis 67, 69, 76
Yersinien 66–68
- Zellbiologie 12, 15
Zelle(n) 28, 35, 37, 39–43, 45, 46, 53, 56, 64, 72, 78, 190
Zellkern 42, 43, 135
Zivilisation 119, 132, 175, 176, 181
Züchtung 119
Zufall 40, 151, 152, 180
Zukunft 16, 19, 27, 57, 72, 76, 111, 119, 124, 165, 171, 172, 174, 175, 178, 179, 181, 204
Zwillinge 137, 138, 191
Zygoten 135, 137
Zystische Fibrose 129, 132, 136