

*Interdisziplinäre Wissenschaftler -
Gemeinschaft
Rohrbacher-Kreis*

**NACHHALTIGKEIT ALS FORDERUNG
FÜR DIE WISSENSCHAFTS-
ENTWICKLUNG**

ROHRBACHER KREIS

ROSA-LUXEMBURG-STIFTUNG BERLIN 2002

**NACHHALTIGKEIT ALS
FORDERUNG FÜR DIE
WISSENSCHAFTSENTWICKLUNG**

ROHRBACHER KREIS

ROSA-LUXEMBURG-STIFTUNG BERLIN

DAHLEN 2002

ROHRBACHER MANUSKRIPTE

Im Auftrag der Rosa-Luxemburg-Stiftung Berlin
und des Rohrbacher Kreises
herausgegeben von Rudolf Rochhausen

Heft 9

© Rosa-Luxemburg-Stiftung 2002
Franz-Mehring-Platz 1
D-10243 Berlin

Redaktion: Melitta Heiß
Satz/Druck: OsirisDruck, Karl-Heine-Straße 99, 04229 Leipzig

INHALT

1	Rudolf Rochhausen: Begrüßung.....	5
2	Rudolf Rochhausen: Wissenschafts- und Technikentwicklung im Rahmen von Nachhaltigkeit und die Bedeutung einer Wissenschaftsethik.....	7
3	Eva Lehmann: Einige Überlegungen zum Verhältnis von Ethik und Freiheit der wissenschaftlichen Forschung.....	28
4	Ruth Milachowski: Globaler Wandel und Herausforderungen an die Forschung in der BRD.....	47
5	Rolf Löther: Genetik und ihre Anwendungen.....	61
6	Herbert Hörz: Über die Einheit des naturwissenschaftlichen Weltbildes.....	81
7	Reinhold Krampitz: Tendenzen moderner Technik-Entwicklungen.....	113
8	Volker Caysa: Vom Recht des Körpers oder: Wie ist eine nachhaltige Körpertechnologisierung möglich?.....	134

Begrüßung

Das Thema des IX. Kolloquiums lautet: *Nachhaltigkeit als Forderung für die Wissenschaftsentwicklung*. Warum gerade dieses Thema? Es geht uns um den Streit, der mit der *Freiheit der wissenschaftlichen Forschung* unter den Bedingungen der Nachhaltigkeit verbunden ist. Dabei sind grundsätzliche Fragen zu beachten: Wie steht es um die Freiheit und Verantwortung des Wissenschaftlers? Welche Beziehung besteht zwischen Verstand und Vernunft? Ist Vernunft mit Rationalität identisch? Ist sie aber nicht mit der Ratio identisch, sondern deren Korrektiv, dann kann Vernunft nicht eine Eigenschaft technischer Kulturen sein, sondern eine Beurteilungsform dieser Kulturen. Grundlegende revolutionäre Veränderungen in der Quantenphysik, Computermathematik, Gentechnologie und Medizin führen zu fundamentalen Veränderungen in der Beziehung zwischen science und Philosophie (speziell Ethik). Das durch Forschung bedingte Wissen verliert aber seine humane Kraft, wenn es einer Ethik unterworfen wird, die juristisch geprägt ist, und die nicht ihre Maßstäbe aus den Forschungsgeschehen selbst, sondern aus abstrakt theoretischen Normen ableitet. Auf diese Weise kann Forschung unter ein falsches Paradigma geraten, das ihre Freiheit weitgehend eingrenzt.

Da Freiheit aber immer mit Verantwortung verbunden ist, rückt das Problem der *Risiko-Zumutung* in den Mittelpunkt der Betrachtung. Risiko ist immer Chance und Gefahr zugleich. So besteht beispielsweise die Chance darin, dass ein Erkenntnisgewinn erreicht werden kann, der Vorteile für die Menschheit bringt. Aber es besteht auch die Gefahr, dass etwas Existierendes beschädigt bzw. vernichtet wird. Nachhaltige Entwicklung wird deshalb zu einer Überlebensnotwendigkeit.

Viele Fragen bleiben offen: Wohin geht die Forschung? Wohin entwickelt sich science? Wir wissen es nicht. Unüberschaubarkeit bestimmt weitgehend nicht nur die Gegenwart, sondern auch die Zukunft.

Wissenschaft und Forschung kann von den Normen einer Wissenschaftsethik abhängig sein. Letztere kann Wissenschaftsentwicklung und Forschung aus zweierlei Gründen einengen bzw. verbieten und damit die Freiheit der Forschung unterbinden:

1. Wenn Forschungsergebnisse als eine Verletzung der Menschenwürde bzw. des Menschenbildes angesehen werden und damit ausgesagt wird der Mensch befinde

sich auf dem Weg zum Unmenschlichen, dann kann es nur eine Schlussfolgerung geben: Science und Forschung müssen eingegrenzt und »anhaltender Forschungswahn« verboten werden.

2. Ist die Forschung nicht voraussagbar, klar und berechenbar, dann wird sie gefährlich und damit total undurchschaubar und müsste aus diesem Grunde ebenfalls verboten werden.

Menschenwürde ist eine Kategorie der Ethik, *Unberechenbarkeit* kann ethisch motiviert sein. Wissenschaftsentwicklung ist auf jeden Fall auf die Zukunft bezogen *undurchschaubar* und damit auch dem Missbrauch ausgesetzt. Der Wissenschaftler muss etwas wagen und sich oft über Grenzen hinweg bewegen. Voraussagbarkeit ist deshalb schwierig, Berechenbarkeit nur gering vorhanden.

Die Freiheit der Forschung wird immer von jenen Persönlichkeiten beeinträchtigt, die sich im Rahmen gesellschaftlicher Systeme auf ethische Normen berufen. Den betreffenden Persönlichkeiten ist deutlich zu machen, dass genau geprüft werden muss, was Forschung zu leisten vermag. Durch sie können Heilungs-Chancen eröffnet werden, die zur Verringerung menschlicher Krankheiten führen. Globale Probleme können nur durch Wissenschafts- und Technikentwicklung gelöst werden. Die Wissenschaftsentwicklung ist nicht von abstrakten ethischen Normen bzw. veralteten Menschenbildern aufzuhalten. Hätten die Normen einer *Ethik der Moderne* diese Möglichkeit gehabt, dann würde beispielsweise die theoretische Physik den Standpunkt des mechanischen Weltbildes noch heute vertreten, und die Biologie des Menschen wäre stehen geblieben, wo Darwin sie vorfand. Forschung hat gerade ihre aufklärende Kraft deshalb entfaltet, weil sie Widerstände der Normen einer überkommenen Ethik überwunden hat und ihnen gerade nicht gefolgt ist.

Hans Georg Gadamer, der Begründer der Hermeneutik, sagte einmal: »Denken heißt immer weiter Denken!« »Denken ist überschreiten!« formulierte *Ernst Bloch*. Ich würde bescheiden hinzufügen: Denken muss Faktenwissen auf die Höhe des Begriffs hin bewegen! Allerdings ist das ein schwieriger Weg, und ist in vieler Hinsicht noch nicht geleistet worden. Ich glaube, der Probleme sind genug genannt, um emotional und rational zu Diskussionen anzuregen.

Ich wünsche dem *IX. Kolloquium* ein gutes Gelingen.

Wissenschafts- und Technikentwicklung im Rahmen von Nachhaltigkeit und die Bedeutung einer Wissenschaftsethik

Betrachtet man die Welt als Ganzes, dann sind nur noch wenige Flecken unberührter Natur festzustellen. Ihr größter Teil erscheint als Artefakt, hervorgerufen von Wissenschaft und Technik. Erkenntnistätigkeit und ihre technische Umsetzung haben diesen Teil zu einem Produkt menschlicher Tätigkeit gemacht. Dabei beziehen sich die hervorgerufenen Veränderungen sowohl auf die Natur als auch auf den Menschen. Eine Frage ist berechtigt: Wohin geht Wissenschaftsentwicklung und Forschung heute? Um diese Frage zu beantworten, muss auf einige wesentliche Probleme der Geschichte der Moderne eingegangen werden.

Die Moderne ist eine gesellschaftliche Epoche, die wesentlich von Francis Bacon und René Descartes – beide Naturwissenschaftler und Philosophen – begründet worden ist. Bacon errichtet zwischen dem herrschenden Subjekt und der Natur eine unüberwindliche Schranke. Der Natur müssten »Folterinstrumente« angelegt werden, um ihr ihre Geheimnisse zu entreißen. Descartes stellt den Geist als nur menschliches Attribut der Natur absolut gegenüber. Der Mensch habe deshalb die Aufgabe, die Natur zu erkennen und auszubeuten.

Entsprechend entwickelte sich die Wissenschaft aus dem Ehrgeiz, die Natur zu besiegen und sie menschlichen Bedürfnissen unterzuordnen. Das Positive dieser Grundhaltung ist ein ungeheurer Aufschwung in der Entwicklung der Naturwissenschaften und Technik. Das Negative besteht darin, dass eine Humanisierung der Natur ausgeschlossen wird. Im positiven Sinne beginnt die Moderne mit der »Neuen Wissenschaft«, und zwar mit der Physik Galileo Galileis. Mit ihr setzt eine fundamentale Neuorientierung ein. Bis dahin existieren zwei getrennt verlaufende Traditionen:

1. die Tradition akademischer Schulen,
2. die Tradition der Werkstätten¹.

¹ Jürgen Mittelstraß: Leonardo-Welt, über Wissenschaft, Forschung und Verantwortung. Frankfurt a.M. 1992, S. 15.

Es handelt sich dabei um die Wissenschaft im klassischen Sinne und um die Technik im klassischen Sinne. Repräsentanten der *Schultradition* sind beispielsweise Platon, Aristoteles, teilweise auch Archimedes und Euklid. Ihre Meinung ist: Anwendung des Wissens in Form praktischer Tätigkeit verletzt das theoretische Denken. So ist nach Platon z.B. die Geometrie schon keine »reine« Mathematik mehr, denn der gezeichnete Kreis entspräche nur annähernd der »Idee Kreis«. Die Gelehrsamkeit beschäftigt sich mit sich selbst. Die *Werkstättentradition* setzt weniger auf akademische Gelehrsamkeit, sondern mehr auf technisches Können, das die Welt schon damals verändert. Dazu gehören auch zweifelhafte Dinge wie Kanonen- und Festungsbau. Ihre Akteure sind Baumeister, Bildhauer und Künstler (Baumeister und Bildhauer Brunelleachie, Bildhauer Ghiberti, Baumeister und Kunsttheoretiker Alberti).

Die Konzeption Galileis geht von einer um empirische Teile erweiterte physikalische Theorie aus. Die beiden getrennten Traditionen werden von ihm zusammengeführt und zwar durch eine Verbindung von technischem Können und theoretischem Verstand. In der Zeit vor Galilei beruhen Problemlösungen mechanischer Art nicht auf wissenschaftlichen Erkenntnissen, sondern auf Erfahrungen von Generationen von Handwerkern. Außerdem hatten dieselben auch etwas mit Kunst zu tun. Es handelt sich um ein Können, mit dem man die Natur überlisten will. Mechanik im Sinne von Werkzeug- und Maschinenkunde sowie Architektur wendet keine Naturgesetze an, sondern sucht vielmehr einen Weg der an den Naturgesetzen vorbei führt. Deshalb seien ihr Gegenstand naturwidrige Bewegungen, die mit Hilfe einfacher Maschinen – Hebel, Rad, Flaschenzug etc. – erzeugt werden.

Dazu ein Zitat aus dem Mechanik-Lehrbuch von Guidobaldo del Monte: »Das was von Zimmerleuten, Baumeistern und Lastenträgern wider die Gesetze der Natur geleistet wird, gehört zur Mechanik«². Die Gebäude der Gotik – z.B. der Kölner Dom – sind auf der Grundlage der Erfahrungen von Baumeistern in der Generationsfolge erbaut worden. Da sie heute noch nicht zusammengebrochen sind beweist, wie nahe diese Erfahrungen mit den damals noch unbekanntenen Gesetzen der Statik übereinstimmen.

Die Mechanik ist demnach vor Galilei kein Teil der Physik bzw. eine besondere Wissenschaft, sondern sie ist handwerkliche Erfahrung, Wissen und Können. Diese

² Guidobaldo del Monte: *Mechanicorum libri*. Pesaro 1577. Praefatio VI.

Erfahrungen entwickeln sich abseits der akademischen Schulen. Ihre Akteure sind Instrumentenmacher, Schiffsbauer, Geschützgießer, Baumeister und Künstler.

Erst durch Galileo Galilei (1564-1642) wird die Mechanik zur Naturwissenschaft. Vorarbeit leistet der Universalgelehrte und Künstler Leonardo da Vinci (1452-1519). Galilei gelingt es die Bewegung von Körpern mathematisch zu erfassen. Er stellt zunächst alle für wahr gehaltenen Problemlösungen in Frage und verwendet dabei die Methode des Experimentierens. Auf diese Weise wird die Grundlage für eine Verbindung von Naturwissenschaft und Technik gelegt. Jürgen Mittelstraß schreibt: »Entsprechend gehörten theoretische Vernunft und technische Erfahrung verschiedenen Welten an. Jetzt werden diese Welten zu einer Welt«³. Die Realität des Homo sapiens und die Realität des Homo faber verbinden sich zu *einer* Rationalität.

Die Kombination dieser beiden Traditionen durchdringt allmählich die verschiedenen Gebiete von Theorie und Praxis, und ihre Verschmelzung kann nicht mehr aufgehalten werden. Dabei entsteht eine enge Verbindung von theoretischer und praktischer Tätigkeit. Die jetzt einsetzende enge Verbindung des Handwerks mit dem überlieferten Wissen führt zu neuen Erkenntnissen, denn Handwerker beginnen sich wissenschaftliche Kenntnisse anzueignen, und Akademiker haben Interesse an den Erfahrungen und Methoden der Handwerker. In der Handwerker-Literatur werden sowohl Entdeckungen als auch Erfindungen aufgezeichnet. Das Werk »Pyrotechnica«, das der italienische Bergbauingenieur Vanuccio Biriguccio im Jahre 1540 veröffentlicht, ist ein bemerkenswertes Resultat dieser historischen Entwicklung. Er beschreibt darin das Schmelzen von Metallen, das Gießen von Kanonen und Kugeln, sowie die Herstellung von Schießpulver. Seitens der Gelehrten wird im Jahre 1530 von Georg Bauer genannt Agricola ein Buch herausgegeben »De res metallica«, das etwa denselben Fragenkreis theoretisch behandelt und darüber hinaus auch die Praxis und die Ökonomik des Bergbaus mit einbezieht.

Im Jahre 1581 veröffentlicht der Seefahrer und Kompassmacher Robert Norman seine Erfindung der Inklination der Magnetnadel in der Broschüre »The New Attractive«. Der bekannte Gelehrte William Gilbert (1540-1603) hat das Buch mit großem Interesse gelesen und dessen Ergebnisse in seiner 1600 veröffentlichten Arbeit »De Magnete« theoretisch ausgewertet. Er leitete daraus neue Erkenntnisse ab, die das Denken seiner Zeit stark beeinflussen.

³ Jürgen Mittelstraß: Leonardo-Welt. S. 17.

Da die einsetzende enorme Ausbeutung der Natur immer mehr Kenntnisse erfordert, muss das theoretische Bedürfnis der Praktiker wachsen. Umgekehrt regen die Entdeckungen und Methoden der Praktiker die Theoretiker an und befruchten ihre Arbeit. Die Vereinigung der theoretischen Interpretation mit der praktischen Beherrschung der Natur ermöglicht eine rasche Folge von Erfindungen. Das von Galilei begründete wissenschaftlich-technische Paradigma hat sich bis heute kaum verändert. Sein Inhalt ist etwa: *Ohne Wissenschaft und Technik wäre die Welt unbewohnbar und ohne sie hätte die Welt keine Zukunft*. Diese wissenschaftlich-technische Welt der Zukunft ist ein Artefakt des Menschen und nimmt produktive Züge an, d.h. sie arbeitet am Menschen, sie verändert seine Umwelt und damit verändert sie ihn selbst. Fortschritt hat unter diesen Voraussetzungen »kein Maß in sich selbst«⁴. Er geht wohin er will. Die Suche nach den inneren Faktoren der Wissenschafts- und Technikentwicklung wird zu einem zentralen Problem.

WISSENSCHAFTSINTERNE FAKTOREN DER FORSCHUNG

Wissenschaftstheoretische Erwägungen gehen zunächst davon aus, die Wissenschaft unter dem Gesichtspunkt zweier Aspekte zu erfassen:

1. *Wissenschaft im Forschungsaspekt*: Hier ist die *Objektkompetenz* entscheidend. Beispielsweise die Entwicklung der Quantenrevolution, der Computerrevolution und der biogenetischen Revolution.
2. *Wissenschaft im Darstellungsaspekt*: Hier geht es um die *Metakompetenz*, d.h. um eine Definition der Wissenschaft aus einer Metasicht. Sie ist philosophisch geprägt. Beispiel: Wissenschaft ist sowohl ein gesellschaftliches Produkt, als auch ein besonderer Bereich der gesellschaftlichen Arbeit, d.h. ein schöpferischer Prozess zur Produktion neuen Wissens.⁵

Die weitere Darstellung wird auf den Forschungsaspekt beschränkt. Bei seiner Untersuchung kann auf die wissenschafts-theoretischen Leistungen der Klassiker nicht verzichtet werden: Karl Popper, Thomas S. Kuhn, Imre Lakatos und Wolfgang Stegmüller. Die inneren Faktoren der Wissenschafts- und Technikentwicklung stellen eine

⁴ Jürgen Mittelstraß: *Leonardo-Welt*. S. 246.

⁵ Jürgen Mittelstraß: *Enzyklopädie Philosophie und Wissenschaftstheorie in 4 Bänden*. Bd. I. Stuttgart/Weimar. 1995, S. 425f.

Kraft dar, die von außen kaum beeinträchtigt werden kann. Eine von den mannigfaltigen äußeren Faktoren ist die *Wissenschaftsethik*. Darauf wird gesondert einzugehen sein.

Nach Popper ist eine Theorie nur dann wissenschaftlich, wenn man sie mit einem Basissatz in Konflikt bringen kann. Basissätze sind singuläre aus Experimenten abgeleitete Aussagen. Eine wissenschaftliche Theorie verliert ihre Kompetenz, wenn sie einem akzeptierten Basissatz widerspricht (Theorie der *Falsifikation*). Die Redlichkeit eines Wissenschaftlers besteht gerade darin, dass er eine Falsifikation seiner Theorie anerkennt.

Schließlich muss eine Theorie Tatsachen vorhersagen können, die neuartig sind. Das Kriterium des Erkenntnisfortschritts besteht seiner Meinung nach in einer zunehmenden Annäherung an die Wahrheit. Auf diese Weise wird im Prozess der Entwicklung von Wissenschaft und Forschung die »Idee der Wahrheitsnähe« zu einer »maximierenden Größe«⁶. Popper drückt das in dem Satz aus »In der Wissenschaft (und nur in der Wissenschaft) können wir sagen, dass wir einen echten Fortschritt gemacht haben, dass wir mehr wissen als wir vorher wussten.«⁷ In der Auffassung Poppers zeigt sich ein kumulativer Zug der Erkenntnisentwicklung, allerdings ohne qualitative Veränderungen. Thomas S. Kuhn verwirft diesen Standpunkt. Nach seiner Meinung muss man gerade die Vorstellung aufgeben, »dass der Wechsel der Paradigmata die Wissenschaft und die von ihr Lernenden näher und näher an die Wahrheit heranführt«⁸. Die Popperische Auffassung wird von Kuhn nicht zu Unrecht als teleologisch bezeichnet, weil der Forschung ein objektiv existierender Idealzustand als Ziel vorgegeben wird, dem sie sich annähert. Die späteren Theorien seien nicht »der Wahrheit näher«, wohl aber »als Instrumente besser als frühere«⁹. Das Positive der Popperischen Auffassung ist der kumulative Zug, der in der Darstellung der Erkenntnisentwicklung zum Ausdruck gebracht wird.

⁶ Karl R. Popper: *Truth, Rationality, and the Growth of Scientific Knowledge*. In: Karl Popper: *Conjectures and Reputations*. London/New York. 1963, S. 176.

⁷ Karl R. Popper: *Normal Science and its Dangers*. In: *Criticism and the Growth of Knowledge*. Hrsg. von Imre Lakatos und A. Musgrave. Cambridge. 1970, S. 57.

⁸ Thomas S. Kuhn: *Die Struktur wissenschaftlicher Revolutionen*. Frankfurt am Main. 1987, S. 223.

⁹ Ludwig Krüger: *Die systematische Bedeutung wissenschaftlicher Revolutionen – pro und contra Thomas S. Kuhn*. In: *Theorien der Wissenschaftsgeschichte*. Hrsg. v. W. Diederich. Frankfurt a. M. 1974, S. 215.

Noch etwas zum Begriff *Paradigma*, der bei Kuhn eine zentrale Rolle spielt. Aristoteles, der ihn das erste Mal verwendet, versteht darunter eine relativ selbständige Denkstruktur, der eine »spezifische Gedankenkette« zugrunde liegt. Nach Ludwig Wittgenstein ist das Paradigma eine Bezeichnung für das heuristische Mittel, Erkenntnisse in unterschiedlichen Bereichen zu gewinnen oder auch zu verhindern.¹⁰ Durch Thomas S. Kuhn erhält der Begriff Paradigma für die Wissenschaftlergemeinschaft eine fundamentale forschungsleitende Funktion und damit einen gewissen Bestand gesicherten Wissens, um allgemein anerkannte wissenschaftliche Leistungen, die für eine gewisse Zeit einer Gemeinschaft von Fachleuten Modelle und Lösungen liefern. Oder wie Thomas S. Kuhn formuliert: »Männer, die gemeinsame Elemente ihrer Ausbildung und Lehre miteinander verbinden, die gegenseitig Kenntnis von ihrer Arbeit haben und die sich durch relativ inhaltsreiche Kommunikation auszeichnen, sowie durch die relative Einmütigkeit ihrer professionellen Urteile.«¹¹ Nach der Veröffentlichung seiner Schrift »Die Struktur wissenschaftlicher Revolutionen« (1972) wird der Begriff Paradigma ein Modewort in Ost und West.

Thomas S. Kuhn unterscheidet zwischen *normaler* und *revolutionärer* Wissenschaft. Normale Wissenschaft korreliert mit dem Begriff des Paradigmas in dem Sinne, dass von einer durch Paradigmata geleiteten Wissenschaft gesprochen werden kann. Die normale Wissenschaft geht damit in die Lehrbücher ein. Es liegt also ein spezifisches Paradigma vor beispielsweise Aristotelische Physik, ptolemäische Astronomie, Newtonsche Physik der Principia, Phlogiston-Chemie, Kopenhagener Deutung der Quantenphysik, relativistische Physik etc. Das jeweilig Paradigma bestimmt die Forschung. Auf dieser Grundlage ist das Forschen nichts anderes als ein »Lösen von Rätseln«. Plötzlich, manchmal über Nacht, kommt einem Wissenschaftler ein völlig neuer Einfall. Das alte Paradigma funktioniert nicht mehr und wird durch ein neues ersetzt. Die *revolutionäre Wissenschaft* stellt einen Übergang von der Phase der normalen Wissenschaft in die Phase der *außerordentlichen Wissenschaft* dar¹². Es setzt ein Umdenken ein. Vom alten Paradigma bleibt nichts mehr übrig, auch alle logischen

¹⁰ Ludwig Wittgenstein: Schriften. Hrsg. R. Rhees, B.F. Mc Guinness. 1. Bd. Frankfurt am Main 1960, S. 73f.

¹¹ Thomas S. Kuhn: Reflections on my Critics. In: Criticism and the Growth of Scientific Knowledge Cambridge. 1970, S. 253.

¹² Thomas S. Kuhn: Die Struktur wissenschaftlicher Revolutionen. S. 224.

Beziehungen werden gelöst. Die *revolutionäre Wissenschaft* tritt immer erst dann in Aktion, wenn der normale Wissenschaftsbetrieb durch ein gehäuftes Auftreten von *Anomalien* gestört wird. Letztere lassen sich nicht mit den herkömmlichen Methoden beseitigen. Der normale Wissenschaftsbetrieb gerät in eine *Krise*. Es kommt zu einer wissenschaftlichen Revolution, in deren Verlauf das Paradigma und damit auch die Probleme und Maßstäbe für die Fachwissenschaft sich ändern.

Das Paradigma einer wissenschaftlichen Theorie wird demnach nicht durch Falsifikation zu Fall gebracht (Popper), sondern durch eine grundsätzlich andere Theorie. Popper meint, dass durch ein einziges Experiment eine Theorie in Frage gestellt werden kann. Aber der Experimentator ist ein Wissenschaftler dessen Bewusstsein nicht leer ist (*Tabula rasa*) sondern »theorienbeladen«, d.h. der Experimentator wird bei der Ausführung seiner Experimente durch eine spezifische Theorie geleitet und ist damit einem bestimmten Paradigma verhaftet. Nach Kuhns Auffassung verdrängt deshalb eine Theorie die andere. Beide sind dann logisch nicht mehr miteinander verträglich. Daraus leitet Kuhn seine These von der »Inkommensurabilität zwischen verdrängender und verdrängter Theorie« ab¹³. Auf einmal können die Vertreter des überholten Paradigmas mit den Vertretern des neuen nicht mehr kommunizieren, denn es steht ein völlig neues Begriffssystem dem alten gegenüber. Als Beispiel wird die Diskussion zwischen Vertretern der klassischen Physik und denen der Quantenphysik hervorgehoben. Die Begriffe stimmen nicht mehr überein, man redet aneinander vorbei.

Alle Kritiker Kuhns beispielsweise Imre Lakatos, Wolfgang Stegmüller u.a. weisen auf eine entscheidende *Lücke* in seiner Schilderung der wissenschaftlichen Revolution hin, die sie als »Rationalitätslücke« bezeichnen. Es geht dabei um einen anti-kumulativen Zug der Kuhn'schen Auffassung, die sich aus seiner »Inkommensurabilitätsthese« ergibt. Ihr Grundgedanke ist bekanntlich: Beide Theorien, die verdrängte Theorie T und die verdrängende Theorie T' sind unvergleichbar, weil die Sätze der einen nicht aus denen der anderen ableitbar sind. Damit ist kein Erkenntnisfortschritt denkbar, höchstens ein Wandel des Denkstils. Die Fortschrittlicheren sind dann die jeweils Siegenden. Auch sein relevantes Fortschrittskriterium, wie das zunehmende »Problemlösungsvermögen«¹⁴ ändert daran nichts, weil der kumulative

¹³ Thomas S. Kuhn: Postskript 1969 zur Analyse der Struktur wissenschaftlicher Revolutionen. In: Wissenschaftssoziologie I. Hrsg. Paul Weingart. Frankfurt am Main 1969, S. 314.

¹⁴ Thomas S. Kuhn: Postskript 1969 zur Analyse der Struktur wissenschaftlicher Revolutionen. S. 314.

Zusammenhang zwischen genetisch verbundenen früheren und späteren Problemlösungen negiert wird¹⁵.

Imre Lakatos versucht diese Lücke zu schließen. Er verwendet dabei einen Falsifikationsbegriff, der kaum noch mit den Popperischen vergleichbar ist, nämlich seinen »geläuterten Falsifikationsbegriff«. Er gibt drei Bedingungen an, durch die der neue Begriff charakterisiert sein soll. Grundlage bildet dabei die Relation zwischen Theorien.

1. Die Theorie T ist für einen Personenkreis p zur Zeit t_0 durch die Theorie T' falsifiziert, wobei durch die Falsifikation gefordert wird, dass T' den »früheren Erfolg von T erklärt«¹⁶. Im Unterschied zum Popperischen Falsifikationsbegriff nimmt der von Lakatos also nicht explizite Bezug auf empirische Daten.
2. Die falsifizierende Theorie T' besitzt in dem Maße gegenüber T einen Überschussgehalt, in dem sie neue Tatsachen voraussagt.
3. Es hat sich etwas von diesem Überschussgehalt bewährt.

Die genannte Lücke versucht Lakatos folgendermaßen zu schließen: Es hat sich ein revolutionärer Fortschritt in der Theorienverdrängung eingestellt, denn

1. die neue Theorie leistet alles, was die alte zu leisten vermochte;
2. die neue Theorie leistet mehr als die alte, denn sie besitzt Anwendungen, die keine Entsprechungen in der alten Theorie haben.

Wolfgang Stegmüller versucht nun nachzuweisen, dass der Gedanke von Lakatos sich so rekonstruieren lasse, dass er im wesentlichen mit seiner entwickelten *Strukturkerntheorie* übereinstimmt. Es geht ihm dabei um die Problematik des empirischen und theoretischen Fortschritts. Der »normale Fortschrittsglaube« (normal hier im Sinne der Kuhn'schen *normalen Wissenschaft*) beruhe auf der Überzeugung, dass unter Beibehaltung des »begrifflichen Fundaments« einer Theorie T immer genauere Aussagen beispielsweise über die physikalischen Systeme gemacht werden können auf welche T angewendet werden soll. Auf diese Weise könne eine Erweiterung E des Strukturkerns K möglich werden. Wohl gemerkt – der Strukturkern, der meist aus mathematischen Relationen besteht, besitzt nach Stegmüller eine hohe Stabilität. Der normalwissenschaftliche Fortschritt besteht dann seiner Auffassung nach darin, dass » p zur Zeit t

¹⁵ Hubert Laitko: Kumulation und Wandel in der Wissenschaftsentwicklung. In: Akten des XV. Weltkongresses für Philosophie. 17.-22. Sept. 1973. Varna. Bd. 2. Sofia, 1973, S. 335.

¹⁶ Wolfgang Stegmüller: Probleme und Resultate der Wissenschaftstheorie und analytischen Philosophie. Bd. II, 2. Halbband: Theorienstrukturen und Theoriendynamik. Berlin, Heidelberg, NY. 1970, S. 259.

glaubt, dass es eine Erweiterung von K gibt«¹⁷. Damit ist »normaler Fortschritts Glaube« nach Stegmüller ein Glaube an den Erkenntnisfortschritt ohne wissenschaftliche Revolution. Hieraus schließt er, dass der Strukturkern, der von einem variablen Rahmen »intendierter Anwendungen« umgeben ist, eine Art »relatives Apriori« darstellt. Auf diese Weise besitze jede Theorie eine empirische und apriorische Komponente. Verfüge jetzt eine Wissenschaftlergemeinschaft über eine Theorie, dann bleibe die apriorische Komponente unangetastet. »Als >relatives Apriori< thront der Strukturkern einer Theorie über den Kämpfen um die Gunst der Erfahrung, die sich auf einer niedrigeren Ebene abspielen«¹⁸. Der Weg der normalen Wissenschaft bestehe dann darin, dass Änderungen auf empirischer Ebene vorgenommen werden bei konstant bleibenden Apriorikern.

Setzt eine Krise mit darauffolgender Revolution ein, so erfolgt nach Stegmüller eine Verlegung der Auseinandersetzung von der empirischen Ebene auf die Apriori - Ebene. Relativ stabil bleibt auf jeden Fall der Strukturkern. Aber auch er ist nicht gegen eine revolutionäre Veränderung gefeit. Dazu Stegmüller: »... kein noch so ausgefeilter und verbesserter Strukturkern, der zu noch so vielen erfolgreichen Kernerweiterungen geführt hat, bietet eine Gewähr dafür, nicht selbst einmal in einen Apriori - Konflikt mit einem künftigen Opponenten zu geraten und von seinen Gegnern niedergedrückt zu werden, weil dieser mit Anomalien fertig wird, an denen er versagte.«¹⁹ Stegmüller erfasst demnach den Übergang von T zu T' nicht als Wandel, sondern als echten revolutionären Fortschritt. Beachtenswert ist auch sein Hinweis, dass T' nicht völlig von vorn beginnt, sondern das »Alte bewahrt« wird, d.h. alle Leistungen der überwundenen Theorie auf die neue Theorie übertragen werden. Aber der Erkenntnisfortschritt bleibt auch bei Stegmüller formal, nämlich ein »Übergang von der rein qualitativen zur quantitativen Weltbeschreibung [...] Einbettung isolierter Gesetzmäßigkeiten in deduktive Hierarchien von Gesetzen verschiedenster Allgemeinstufe, Bestätigung von Gesetzen und Theorien sowie deren Erschütterung« etc.²⁰ Aber seine Überwindung der Auffassungen von Popper und Kuhn enthält Dialektik. Seine Strukturkern-Theorie lässt objektive Widersprüche erkennen, die der Ent-

¹⁷ Wolfgang Stegmüller: Probleme und Resultate ... S. 195.

¹⁸ Wolfgang Stegmüller: Probleme und Resultate ... S. 251.

¹⁹ Wolfgang Stegmüller: Probleme und Resultate ... S. 251f.

²⁰ Wolfgang Stegmüller: Probleme und Resultate der Wissenschaftstheorie und analytischen Philosophie Bd. II, 3. Halbband.: Theorie und Erfahrung. Berlin, Heidelberg, NY. 1970, S. 471.

wicklung von Theorien zugrunde liegen, sie zeigt das richtige Verhältnis von Quantität und Qualität sowie die dialektische Negation²¹.

Die gesellschaftliche Praxis und der damit verbundene Erkenntnisprozess bilden die grundlegende Komponente des Erkenntnisfortschritts. Die gegenwärtige wissenschaftliche Forschung baut auf den Forschungsprozessen vergangener Wissenschaftler-Generationen auf und entwickelt die positiven Ergebnisse weiter. Da eine wissenschaftliche Theorie in diesen gesellschaftlichen Erkenntnisprozess eingebettet ist, müsste die spätere Theorie gegenüber der vorangegangenen eine präzisere, vollkommener und tiefere Abbildung des Objektbereiches gewährleisten. Außerdem vermag die neue Theorie das der Praxis dienende Handeln mit größerer Sachkenntnis zu leiten, d.h. sie leistet auch mehr als die vorangegangene Theorie. Wenn das System der Kategorien und Gesetzesaussagen, die die Spezifika des Objektbereiches abbilden, die Aussagen über die Bedeutungen wissenschaftlicher Termini und über die eigene logische Konstruktion (meritorische Ebene der Struktur einer Theorie), sowie das System der logischen Prinzipien zur Analyse des Objektbereiches (methodologische Ebene) in die Kernzone einer Theorie eingehen, dann verändert sich der Grad ihres Wahrheitsgehaltes mit ihrer Entwicklung. Deshalb nähert sich eine Theorie nicht der Wahrheit im Sinne eines »Idealzustandes« an (Popper), sondern es stellt sich ein relativer Wahrheitsgewinn ein, und der Grad seines Wahrheitsgehaltes richtet sich nach dem Umfang enthaltener Axiome absoluter Wahrheit. Dieser Umfang erhöht sich bei der Entwicklung einer Theorie. Erkenntnisfortschritt im Prozess der Theorienentwicklung äußert sich demnach in dieser Dialektik von relativer und absoluter Wahrheit. Der Gehalt an absoluter Wahrheit in der relativen ist in diesem Sinn ein Kriterium für den Erkenntnisfortschritt.

Die internen Faktoren der Forschungsentwicklung sind zugleich Handlungsanweisungen für den Wissenschaftler, die zunächst keinerlei Einfluss von außen dulden.

²¹ Rudolf Rochhausen: Zu einigen Fragen des Erkenntnisfortschrittes in der Wissenschaft. In: Deutsche Zeitschrift für Philosophie. Berlin 28. Jahrgang 1980. S. 1052.

VERSTAND VERSUS VERNUNFT. DAS PROBLEM FREIHEIT UND VERANTWORTUNG DES WISSENSCHAFTLERS

Die Gedanken der Wissenschafts- und Technikentwicklung sind in der Frage der inneren Faktoren streng mit der Ratio verbunden. Wie steht es aber mit der Vernunft? Ist Vernunft gleichzusetzen mit Verstand, oder besteht ein Unterschied?

In der Antike steht die metaphysische oder kosmologische Vernunft im Mittelpunkt des Denkens. Ihr Prinzip besteht darin, der Welt Sinn, Struktur und Ordnung zu verleihen. Sie ist also primär ein ordnendes Prinzip (griechisch: Logos). Als Ordnungsprinzip, das auch im Menschen waltet, hat es neben einem kosmologischen auch einen epistemologischen also auf Wissen beruhenden Status und zwar als Grund möglicher Welterkenntnis. In verschiedenen Varianten findet sich der kosmologisch-metaphysische Vernunftbegriff in der antiken Philosophie – Anaxagoras, Heraklit, Platon, Aristoteles. In der mittelalterlichen Philosophie gilt die Vernunft als Vermögen »übersinnlicher Erkenntnis« (Augustinus). Dieses Vermögen wird auch als *intellectus* bezeichnet und vom begrifflich-schließenden Denken unterschieden. Nach Thomas von Aquino bezieht sich der *intellectus* auf die unmittelbare Erfassung der Wahrheiten, während die Ratio auf das diskursive schließende Ermitteln von Wahrheiten gerichtet ist. Diese Auffassung hat bis Ende des 18. Jahrhunderts Gültigkeit.

Erst Immanuel Kant kritisiert den Standpunkt einer Trennung der Vernunft vom menschlichen Erkennen. Die Vernunft sei vielmehr mit dem menschlichen Erkennen verbunden. Er unterscheidet zwischen *theoretischer* und *praktischer Vernunft*. Theoretische Vernunft wird mit begründeter allgemeiner Erkenntnis gleichgesetzt, und steht im Gegensatz zum bloßen Glauben. Damit ist die theoretische Vernunft dem Verstand übergeordnet und zwar, als ein höheres Erkenntnisvermögen bzw. das oberste Denk- und Erkenntnisprinzip des Menschen. Während der Verstand an ein sinnlich Gegebenes – Empirisches, Aposteriorisches - gebunden ist, strebt die Vernunft nach apriorischer Erkenntnis²². *Reine Vernunft* sei ein Erkenntnisvermögen, das von jedem sinnlichen Inhalt gereinigt ist. Die *praktische Vernunft* sei das Vermögen, allgemeine

²² Immanuel Kant: Kritik der reinen Vernunft. Text der Ausgabe von 1781. Hrsg. Dr. Karl Kehrbach. Leipzig. o. J., S. 13f. Kant schreibt: »Sofern Vernunft sein soll, so muss dabei etwas a priori erkannt werden [...] Mathematik und Physik sind die beiden theoretischen Erkenntnisse der Vernunft, welche ihre Objekte a priori bestimmen sollen, die ersten ganz rein, die zweiten wenigstens zum Teil rein, dann aber auch nach Maßgabe anderer Erkenntnisquellen als der der Vernunft.«

ethische Prinzipien aufzustellen, nach denen der menschliche Wille die Handlungen ausrichten soll.

Ausgangspunkt bei Gottfried Wilhelm Friedrich Hegel ist die Auffassung, dass das »Selbstbewusstsein Vernunft ist«²³. Aber mit dieser Begründung »sanktioniert die Vernunft die Wahrheit der anderen Gewissheit«. Das Andere ist »Gegenstand und Wesen, und Ich trete als Wirklichkeit neben es«²⁴. Das Wesensmerkmal der Vernunft besteht deshalb darin, dass sie sich historisch entfaltet. Dabei sei das Ziel der Geschichte die Entwicklung der menschlichen Vernunft. Sie sei Geist und ihr Werden bestehe darin, dass sie an der universellen Vernunft teilhabe, und deshalb eine Übereinstimmung stattfinden könne. In Hegels Philosophie wird damit die Überzeugung hervorgehoben, dass die Vernunft eine Kraft darstellt, die von nichts mehr abhängig ist,

und keine Autorität auf Erden oder im Himmel einen anderen Maßstab des Richtens besitzt. Maximilian de Robespierre konnte noch am 7. Mai 1794 kurz vor seiner Hinrichtung erklären: »Alle Erdichtungen schwinden vor der Wahrheit dahin, und alle Narrheit zerfällt vor der Vernunft«.

Während Kant theoretische und praktische Vernunft trennt betont Hegel ihre Einheit. In der Philosophie des 20. Jahrhunderts werden die Probleme der praktischen Vernunft hauptsächlich im Zusammenhang mit der Frage diskutiert, inwiefern handlungsleitende Aussagen überhaupt möglich sind, und ob ethische Aussagen einen Wahrheitswert besitzen. Von den Vertretern der *Frankfurter Schule* (Theodor W. Adorno und Max Horkheimer) wird der Begriff der »instrumentellen Vernunft« geprägt²⁵. Vernünftig wird identifiziert mit dem Gesichtspunkt der Beherrschung und technischen Verfügbarkeit über die Natur sowie des Menschen. Diese Orientierung anhand der instrumentellen Vernunft führt nach Horkheimer und Adorno zur totalen Herrschaft über die Natur sowie des Menschen und damit zur Barbarei. Jürgen Habermas stellt der instrumentellen Vernunft den Begriff der »kommunikativen Vernunft« entgegen. Die gemeinschaftliche Kommunikation sei der Ort der Vernunft. Solange diskutiert wird,

²³ Gottfried Wilhelm Friedrich Hegel: *Phänomenologie des Geistes*. Hrsg. Johannes Hoffmeister. Leipzig. 1949, S.176.

²⁴ Gottfried Wilhelm Friedrich Hegel: *Phänomenologie des Geistes*. S. 176f.

²⁵ Theodor W. Adorno, Max Horkheimer: *Dialektik der Aufklärung*. Frankfurt am Main 1947, S. 145.

bewegen wir uns im Rahmen der Vernunft. Wird aber das Gespräch abgebrochen, können der Gewalt und Willkür Tür und Tor geöffnet werden.²⁶

Heute stehen sich zwei unterschiedliche Auffassungen zur Vernunft gegenüber.

1. *Vernunft = Rationalität* von Wissenschaft und Technik. Vernunftigsein bedeutet den vielfältigen Rationalitäten zu folgen. Technische Kulturen, moderne Industriegesellschaften sind vernunftig.
2. *Vernunft ist nicht mit der Ratio identisch*, sondern deren Widerpart oder Korrektiv. Damit ist Vernunft keine Eigenschaft technischer Kulturen, sondern ihre Beurteilungsform. Sie steht auf der Seite des Sollens. Damit wird sie philosophisch.²⁷

Man könnte weiter ausführen: Können und Sollen gehen nicht immer zusammen, im Gegenteil, es kann ein gestörtes Verhältnis entstehen, das die Erde allmählich unbewohnbar macht. Welche von den beiden Seiten hat Recht? Eine kurze Überlegung – reine technische Kulturen können unmenschlich sein. Ich denke an die Orwell-Welt! Sie sind mit vernünftigen Verhältnissen nicht identisch. Umgekehrt, moderne vernünftige Gesellschaften wären ohne Wissenschafts- und Technikentwicklung verloren, d.h. ihre Vernunft ist nicht ausreichend um an die Stelle von Wissenschaft und Technik bzw. deren Leistung zu treten. Diese Problematik soll an einem wesentlichen Problem der Forschungsentwicklung untersucht werden, und zwar an der *Freiheit* und *Verantwortung* des Wissenschaftlers.

Die Freiheit des Wissenschaftlers äußert sich darin, dass sein Selbstwollen in der Frage der Anwendung spezieller Methoden und theoretischen Überlegungen keinerlei Einschränkung von außen bedarf, d.h., dass das Gewollte dem individuellen Willen und zwar auf der Basis realer Möglichkeiten entspricht. Zugleich wird sein Handeln uneingeschränkt und ohne Grenzen auf der Grundlage objektiver Gesetze angeleitet.

Aber persönliche Freiheiten sind immer eingeschränkt und zwar durch rechtefertigungsbedürftige Zwecke und Verantwortung. Freiheit ohne derartige Bedingungen ist *Willkür*. Sie kann demnach aus der Freiheit der Forschung werden, wenn die Verantwortung ausgeklammert wird. Wird z.B. in einem Wissenschaftssektor unter dem Hinweis auf einen Verlust individueller Freiheit orientiert, wenn beispielsweise die

²⁶ Jürgen Habermas: Vorbereitende Bemerkungen zu einer Theorie der kommunikativen Kompetenz. In: Jürgen Habermas, Niklas Luhmann: Theorie der Gesellschaft oder Sozialtechnologie. Frankfurt am Main 1971, S. 137.

²⁷ Jürgen Mittelstraß: Leonardo-Welt. S.121.

Wissenschaftlerpersönlichkeit nicht tun und lassen kann was ihr beliebt, dann können regelnde Begriffe wie *Rechtfertigung* und *gesellschaftliche Verantwortung* schon als Vokabular der *Unfreiheit* angesehen werden.

Mit der Verantwortung ist das Konzept der *Risikozuweisung und Risikozumutung* eng verbunden. Folgende Punkte müssen für die philosophische Risikobetrachtung beachtet werden:

1. Die begriffliche Unsicherheit des Risikobegriffs: Das objektive Risiko wird oft mit Gefahr gleichgesetzt. Aber Sicherheit als Freiheit ist wohl kaum möglich. Sicherheit müsste vielmehr als Freiheit von »unakzeptablen Risiken« definiert werden.
2. Die Unterschätzung der subjektiven Risikohaltungen: Das Subjekt versteht Technik als realisierte Möglichkeit. Reale Möglichkeit ist aber noch unvollständige Wirklichkeit. Die Verwirklichung der Möglichkeit bietet ein ganzes Feld von Risiken.
3. Die daraus resultierende Neuartigkeit von Verantwortungsproblemen: Technik wird allgemein definiert als »menschengerechte dezentralisierte High-Tech-Kultur mit abnehmendem Energieverbrauch«²⁸. Dabei werden Krisenerscheinungen deutlich, besonders der mögliche Selbstmord der Menschheit²⁹.

Zum letzten Punkt noch ein paar Bemerkungen. In vormodernen Zeiten blieb die vom Menschen bearbeitete Natur stabil. Der Kosmos war das Übergreifende und stand als göttliche Ganzheit dem Zugriff des Homo faber nicht zur Verfügung. Handlungsfolgen konnte man deshalb gelassen sehen, denn die Umwelt wurde kaum angegriffen. Das Leben ließ sich mit Klugheit, Besonnenheit und bedächtiger Erfahrungsorientierung einigermaßen führen. Plötzlich gibt es einen neuen Befund: Die Menschheit ist auf dem Weg sich selbst zu vernichten. Der Erfolg des Baconschen Ideals der Naturbeherrschung und Naturausbeutung bedroht inzwischen die Lebensgrundlagen in einem apokalyptischen Ausmaß. Die Menschheit hat in der Vergangenheit alles unternommen um mit Hilfe der Technik die Natur zu unterwerfen. Ihr eigenes Wesen stand dabei niemals zur Disposition. Das hat sich radikal geändert. Der Mensch kann - durch genetische Manipulation - sein eigenes Wesen eingreifend modifizieren. Daraus folgt »*Risiko ist immer Chance und Gefahr zugleich*«.

²⁸ Sigurd Martin Daecke, Klaus Henning: Verantwortung in der Technik. Ethische Aspekte der Ingenieurwissenschaften. Mannheim, Leipzig, Wien, Zürich. 1993, S. 37.

²⁹ Christoph Hubig: Technik- und Wissenschaftsethik. Ein Leitfaden. Berlin, Heidelberg, New York, London. 1993, S. 45.

Die Chance besteht darin, dass ein angestrebtes Ziel erreicht werden kann und zwar ein Erkenntnisgewinn, der Vorteile für den Menschen bringt. Die Gefahr besteht darin, dass man etwas Existierendes verliert, beschädigt, vernichtet³⁰. Nachhaltige Entwicklung wird zu einer Überlebensnotwendigkeit.

Risiko ist an menschliche Entscheidungen gebunden. Diese sind wiederum Voraussetzung zielbezogenen Handelns. Risikohandeln (riskantes Handeln) bedeutet ein Handeln unter unvollständiger Information. Das bedeutet wiederum, dass es ein Handeln gibt, welches mit Ungewissheit und Unsicherheit verbunden ist. Folglich ist das Erreichen eines angestrebten Zieles zwar möglich aber nicht sicher. Die Möglichkeit kann deshalb nur als Wahrscheinlichkeit angegeben werden. Häufig sind dabei quantitative Aussagen wie z.B. größer als, kleiner als, wahrscheinlicher, (Wahrscheinlichkeitsgrad), Prozentangabe etc.³¹ Bei einem kaum erreichbaren vollständigen Wissen, könnte Zutreffendes erwartet werden. »Unvollkommenes Wissen enthält aber viele Möglichkeiten sich zu irren«³². Risikohandeln ist demnach eine »Form des Umgangs mit Nicht-Wissen bei Zunahme von Entscheidungssituationen«, wie Martin Tietzel richtig formuliert.³³ Allerdings müsste das Nicht-Wissen differenziert werden, etwa in Noch-nicht-genau-wissend, Nicht-wissen-können, in Zukunft mögliches Wissen etc. Das Genannte sind Formen des *unvollständigen Wissens* und zwar mit unterschiedlichem kognitiven Status.³⁴ Wissen über Grenzen und Begrenztheiten unseres Erkennens ist einerseits ein Wissensdefizit, andererseits aber auch eine Wissenserweiterung, ein Mehrwissen.³⁵ Das letztere verweist auf die Zukunft und zwar

³⁰ Gerhard Banse: Nachhaltigkeit in der Risikoforschung. In: Forum für interdisziplinäre Forschung Nachhaltigkeit als Leitbild für Technikgestaltung. Hrsg. v.: Hans-Peter Böhm, Helmut Gebauer, Bernhard Irrgang, Dettelbach 1996. S. 215f. Bd. 14.

³¹ Reinart Bellmann: Die Risiken des wissenschaftlich- technischen Fortschritts in der weltanschaulichen Diskussion. In: Risiko in Wissenschafts- und Technikentwicklung. Hrsg. von Karl-Friedrich Wessel, B. Thiele. Berlin 1991. S.64.

³² Martin Tietzel: Wirtschaftstheorie und Unwissen. Überlegungen zur Wirtschaftstheorie jenseits von Risiko und Unsicherheit. Tübingen. 1985, S. 9.

³³ Martin Tietzel: Wirtschaftstheorie und Unwissen. S. 216.

³⁴ W. Ch. Zimmerli: Lob des ungenauen Denkens. Der lange Abschied von der Vernunft. In: Universitas. 1991 Heft 12. S. 1149. W. Ch. Zimmerli: Technikfolgeabschätzung – Wissenschaft oder Politik. In: Mitteilungen der TU Braunschweig. 1992 Heft 1 S. 12f.

³⁵ W. Ch. Zimmerli: Technikfolgeabschätzung – Wissenschaft oder Politik. S. 14.

im Sinne des noch-nicht-seienden im Zusammenhang mit »realer Möglichkeit. Die erkennenden Aktivitäten verweisen meiner Meinung nach auf einen vorsichtigeren Umgang mit vorhandenem Wissen. Ich denke dabei an die Beeinflussung durch unscharfes Wissen, Unvollkommenheit, Nicht-Vorausberechenbarkeit. Durch unscharfes Wissen kann das Bewusstsein der Unbestimmtheit wachsen. Außerdem sind Unsicherheit und Ungewissheit möglich. Sichere Ergebnisse können in Zweifel geraten, z.B. ob sie bereits überholt sind. Dabei geht es auch um die Auswirkungen wissenschaftlicher Forschung im positiven und im negativen Sinne: *Positiv* – Chancen die z.B. der menschlichen Gesundheit dienen, *negativ* – Gefahren, die zur Vernichtung der Menschheit führen können. Dabei noch folgendes Paradoxon: Während in der Gegenwart zu handeln und zu entscheiden ist, stellen sich die Wirkungen erst in der Zukunft ein.

Nachhaltigkeit wurde von mir erst einmal erwähnt, aber Risikoforschung und Risikohandeln sind in die nachhaltige Entwicklung integriert. Gerade das genannte Paradoxon verweist auf ein Problem, das bereits in den sechziger Jahren von dem Biotheoretiker Ludwig von Bertalanffy angedeutet wird. Es ist das Konzept des *Fließgleichgewichts*. Ich habe mich damals mit dieser Konzeption befasst und auch darüber publiziert.³⁶ In seinem Buch »Biophysik des Fließgleichgewichts« schreibt er: »Das lebende System ist ein offenes System, das fortwährend Bestandteile nach außen abgibt und solche von außen aufnimmt, das sich aber in diesem ständigen Wechsel in einem stationären Zustand oder Fließgleichgewicht erhält oder in einen solchen übergeht«³⁷. Offene Systeme können demnach unter bestimmten Bedingungen zeitweilig einen von der Zeit unabhängigen Zustand erreichen. Bei diesem bleiben alle makroskopischen Größen unverändert, und das, obwohl makroskopische Prozesse der Aus- und Einfuhr kontinuierlich fortgehen. Die Struktur des Systems bleibt trotz des ständigen Fließens stabil, es besteht Fließgleichgewicht.

Die Konzeption Fließgleichgewicht ist in die Technikforschung eingegangen. Klaus Kornwachs formuliert »Technisch-organisatorische Systeme und deren Entwicklung sind durch >Fließgleichgewicht< für eine bestimmte Dauer stabil«³⁸. Dabei verweist er

³⁶ Rudolf Rochhausen: Die organismische Lehre Ludwig v. Bertalanffys – ein Ausdruck spontan dialektisch-materialistischen Denkens. In: Naturwissenschaft – Tradition – Fortschritt. Berlin 1963. S. 234-242.

³⁷ Ludwig v. Bertalanffy: Biophysik des Fließgleichgewichts. Braunschweig. 1953, S. 11.

³⁸ Klaus Kornwachs: Zum Status von Systemtheorien in der Technikforschung. In: Nachhaltigkeit als Leitbild für Technikgestaltung. Hrsg. H.P. Böhm/H. Gebauer/B. Irrgang. Dettelbach 1996. S. 51.

darauf, dass folgender Zusammenhang beachtet werden muss: Einmal existiert das »Fließgleichgewicht des Ressourcen-Systems«, zum andern »die Lebensdauer technisch-organisatorischer Systeme«, die sich bekanntlich in einem immer rasanteren Tempo verkürzt. Während dieser Lebensdauer werden so viele neue Systeme (neue Technologien) hinzugewonnen, wie abgegeben und verloren werden. Diese Lebensdauer ist an das Fließgleichgewicht des Ressourcen-Systems angekoppelt. Bricht nämlich das Fließgleichgewicht des Ressourcen-Systems zusammen, dann wird über kurz oder lang auch die Lebensdauer des technischen Systems gestört. Umgekehrt kann man auch davon ausgehen, dass eine zu kurze Lebensdauer mit den ständigen Neuerzeugungsprozessen, das Fließgleichgewicht der Ressourcen empfindlich stört und gefährdet. Nachhaltigkeit bedeutet in diesem Zusammenhang die *Verlängerung der stabilen Lebensphase einer Technologie*. Dieser Gedanke ist eine Folge des geschilderten Zusammenhangs zwischen dem Fließgleichgewicht des Ressourcen-Systems und der Lebensdauer technisch-organisatorischer Systeme. Systemtheoretisch folgt daraus: Die Steuerung der Entstehungs- und Lebensphase eines technisch-organisatorischen Systems müsste so bewerkstelligt werden, dass es nicht in Konflikt gerät mit dem Fließgleichgewichts-Prozess im Ressourcen-System. Die Fließgleichgewichtsbedingungen dürfen nicht gestört werden, sondern müssen erhalten bleiben. Eine Zerstörung des Fließgleichgewichts des Ressourcen-Systems würde auf lange Sicht die Bedingungen verletzen, um überhaupt noch technologisch handeln zu können. Es müsste deshalb ein technisch-organisatorisches Handeln möglich werden, um den Technologiestrukturprozess weiter zu gewährleisten.

Solche Fragen wie - wohin entwickelt sich die Forschung? - sind nicht zu beantworten, denn wir wissen es nicht. Aus der Dynamik der *inneren Faktoren* der Forschungsentwicklung geht hervor, dass sich der Fortschritt vor allem mit paradigmatischen Veränderungen, weniger aber mit kontinuierlichen Programmen verbindet. Damit bestimmt weitgehend Unüberschaubarkeit künftige Entwicklungen. Niklas Rescher ist durchaus zuzustimmen, wenn er schreibt: »Es ist grundsätzlich unmöglich, irgendwelche sicheren Schlüsse von einer Gestalt der Wissenschaft zu einer wesentlich anderen Zeit zu ziehen«³⁹. Wissenschafts- und Forschungsentwicklung sind also auf weite Sicht nicht voraussehbar. Der Verstand reicht demnach kaum aus, um zukünftige Revolutionen auf dem genannten Gebiet zu erfassen. Dabei funktioniert die Vernunft einerseits auf der Grundlage der Ratio, andererseits ist sie auch mit

³⁹ Niklas Rescher: Die Grenzen der Wissenschaft. Stuttgart 1985, S. 187.

»narrativem Wissen«⁴⁰ verbunden. Es ist ein Wissen, das über die Bestimmung und Anwendung der durch die Wissenschaft geprägten Erkenntnis hinausgeht. Es bezieht sich auf Kriterien von Gerechtigkeit, Glück, ethische Weisheit und chromatische Schönheit, die sich in der Entwicklung von Generationen aus tiefster Vergangenheit bis in die Gegenwart erhalten haben. Die auf der Grundlage der Ratio funktionierende Vernunft geht demnach keinesfalls vollständig in ihr auf. Aber eine vernünftige Technikbewertung kann nur auf interdisziplinärer Zusammenarbeit erfolgen, denn eine solche ethische Bewertung setzt eine Klärung von Sachfragen voraus. Dazu gehört eine adäquate Sachbeurteilung. Anders ausgedrückt: Der Ethiker müsste den Diskurs mit Experten als Voraussetzung einer Entscheidung nutzen. Er müsste als Vertreter der Wissenschaftsethik auch selbst in der Lage sein auf der rationalen Ebene eine wissenschaftlich-technische Leistung zu beurteilen. Alfons Auer hat diese Sachlage richtig erkannt, wenn er schreibt »eine ethische Wertung ohne adäquate Sachbeurteilung ist nicht nur wertlos, sondern sogar ethisch verwerflich«⁴¹. Damit sind wir an einem Problem angelangt, das im VII. Kolloquium eine tragende Rolle gespielt hat, nämlich der *anwendungsorientierten Ethik*. Eine kurze Erinnerung: In der Konzeption der Ethik der Moderne muss das Besondere unter den Bedingungen des Allgemeinen gesehen werden. Die Allgemeine ethische Theorie bestimmt das Besondere einer Wissenschafts- und Technikentwicklung. Es muss also so gehandelt werden, wie es die Sittengesetze vorschreiben.⁴² Auf einem anderen Paradigma beruht die *anwendungsorientierte Ethik*. Es existiert eine *Akzentverschiebung*: Das konkrete Besondere wirkt auf das Allgemeine zurück, bevor es unter dieses Allgemeine subsumiert wird.⁴³ Auf

⁴⁰ Jean-François Lyotard: Das postmoderne Wissen. Wien. 1994, S. 63f.

⁴¹ Alfons Auer: Umweltethik. Düsseldorf. 1985, S. 119.

⁴² Immanuel Kant: Kritik der praktischen Vernunft. Leipzig. 1929, S. 186.

⁴³ Günther S. Stent (Molekularbiologie (USA): Ethische Dilemmas der Biologie. In: Verantwortung und Ethik in der Wissenschaft. Symposium der Max-Planck-Gesellschaft Schloss Ringberg/ Tegernsee. Berichte und Mitteilungen. Mai 1984. Heft 3/1984. S. 101f. Er schreibt: »Ich glaube nicht, dass es für diese Probleme einfache Lösungen gibt. Jedoch bin ich davon überzeugt, dass die Kompromisse, die hier gemacht werden müssen eine bessere Aussicht auf Erfolg haben, wenn in der ethischen Problematik geschulte Fachleute bei der Diskussion mitwirken.« Siehe David Steffens (Direktor der Christian Medical Association): Spiegel 28/9.7.01 S. 179 Er setzt die ES-Forschung mit Nazi-Experimenten an KZ-Häftlingen gleich. Volker Herzog (Bonner Stammzellenforscher): In: Spiegel. Hamburg 9.7.01 Heft 28. S. 178. Er schreibt: »Es ist ein Sündenfall mit menschlichen Stammzellen zu arbeiten, denn daraus folgt unweigerlich das Klonen von Menschen«. Leon Kass (Uni. Chicago): The Meaning of Life in the Laboratory. In: Ethics of Reproductive Technology. Hrsg. Kenneth T. Alpern. S. 110. Er schreibt: »Während Ei und Spermium als Zellen am Leben sind, wird mit der Befruchtung etwas Neues und in einem anderen

der Ebene des Besonderen muss deshalb ein Expertenkollektiv darüber entscheiden, ob die Forschungsergebnisse menschlichen Zwecken dienen, oder durch sie die Gefahr einer Selbstvernichtung der Menschheit heraufbeschworen werden könnte.

Das soll anhand der Humangenetik, der Reproduktionsmedizin und der Embryonenforschung untersucht werden. Eine neue Situation ist für den Menschen entstanden. Er ist in der Lage, nunmehr sich selbst, d.h. seine Natur zu verändern. Mit der äußeren Natur hat er es längst sowohl erfolgreich als auch problembelastet getan. Die Humangenetik bietet Chancen, die der Gesundheit dienen können. Sind mit ihr auch Gefahren verbunden? Die gegenwärtigen Diskussionen verweisen auf zentrale Fragen: Wann beginnt das menschliche Leben? Wann haben wir es in der Entwicklung von der Zeugung bis zur Geburt mit einem Menschen zu tun? Forschungen auf dem Gebiet der Humangenetik werden von Autoren unterschiedlichster politischer und moralischer Auffassungen ethischen Normen untergeordnet.^{44 45}

Sinne Lebendiges geschaffen. Durch Befruchtung entsteht ein neues Individuum mit einer einzigartigen genetischen Identität, das der selbstgesteuerten Entwicklung zu einem reifen menschlichen Wesen vollkommen mächtig ist.« Kardinal Joachim Meißner (Pfingsten 2001, Predigt im Kölner Dom): »Stammzellenforschung ist Kannibalismus.« Wolfgang Huber (CDU): Spiegel. Hamburg 14.5.01 Heft 20. S.182. Er schreibt: »Menschliches Leben beginnt mit der Verschmelzung von Ei- und Samenzelle.« Herta Däubler-Gmelin (SPD): Spiegel. Hamburg 14.5.01 Heft 20. Sie schreibt: »Selektion pur und auch die Forschung an Embryonen ist nach unveränderlichem Recht unzulässig.« Dr. Ilja Seifert(PDS): Spiegel. Hamburg 28.9.01. S. 178. Er schreibt: »Menschenwürde ist nicht abstufbar. Mit meinem humanistischen Menschenbild ist es nicht vereinbar nach wirtschaftlich verwertbarer Nützlichkeit und Leistungsfähigkeit zu beurteilen [...] Embryonen dürfen nicht zu biologischem Rohstoff verkommen.« Christian Schröder: (Sprecher der AG Selbstbestimmte Behinderungspolitik der PDS): Neues Deutschland. Berlin. 19.7.01, S. 114. Er schreibt: »Ursache für anhaltenden Forscherwahn ist das Menschenbild [...] statt die Verschiedenheit anzuerkennen, so auch Leben mit Behinderung, werden mit verhältnismäßig gleichen Mitteln Selektionsmechanismen erfunden, die zumindest Behinderung ausschließen«

⁴⁴ Positive Einschätzungen: Prof. Dr. André Rosenthal (er war wesentlich beteiligt an der Entschlüsselung des menschlichen Genoms): Spiegel. Hamburg 2.7.01 Heft 27. S.183f. Er schreibt: »Die KZ-Selektion im Zusammenhang mit Präimplantationsdiagnostik (PID) zu nennen ist eine schwere Verharmlosung des Holocaust« (Großvater stand auf der Rampe von Auschwitz). Prof. Dr. Edzard Schmidt-Jortzig: Neues Deutschland. Berlin. 6.7.01. Er schreibt: »Nicht irgendwelche Forschungsneugier steht im Mittelpunkt, sondern ausschließlich die medizinisch therapeutische Heilung schwer erkrankter Menschen. Schreckensvisionen von Eugenik etc. übersehen, dass mit der 1990 erlaubten künstlichen Befruchtung die Schleusen längst geöffnet sind.« Rudolf Jaenisch (seit 1970 in den USA). Heute arbeitet er als Stammzellenforscher am Massachusetts Institut of Technology in Cambridge): Spiegel. Hamburg 2.7.01 Heft 27. S. 197. Er schreibt: »Gewichtige Gründe um diese Forschung zuzulassen sind die Aussicht auf Heilung von Krankheiten wie Alzheimer, Parkinson, Leukämie oder Diabetes.« Detlef Ganten: Spiegel. Hamburg 2.7.01 Heft 27. S. 199. Er schreibt: »Wir erleben eine Diffamierung, die Züge einer Hexenjagd trägt [...] Abschreckend wirkt auf potenziell Rückkehrwillige (aus den USA)das feindselige Klima, das den

Stammzellenforschern in Deutschland entgegenschlägt.« Michael Thaele (Stammzellenforscher): Spiegel. Hamburg 26/25.6.01. S. 209. Er schreibt: »Folgender Fall: Carmen Reuther, 35 Jahre alt aus Püttingen wird nach künstlicher Befruchtung schwanger. Ich könnte dann den »Reservenachwuchs«, der auf Eis liegt, im Müll entsorgen. Auf Grund meines Hinweises würden sie ihre kleinen »Eskimos« gern einem anderen Paar zur Adoption überlassen. Hindernis: Das Embryonenschutzgesetz verbietet Embryonen einzufrieren! Also entsorgen – Welch ein Widerspruch!«

⁴⁵ Eine andere Auffassung wird unter der Bezeichnung *Vorsprung durch Glauben* vorgestellt. Spiegel. Hamburg 11. 6. 01 Heft 24. S. 217f: Die Wissenschaftler des *Heiligen Landes* sind in der Embryonenforschung weltweit führend. Warum? Juden sind der Meinung, dass Embryonen noch keine Menschen sind. Als israelische Staatsbürger kennen sie keine gesetzlichen Schranken der Embryonenforschung. Deshalb kann die Gentechnik bejaht werden durch eine andere religiös-ethische Haltung. Diese ist ganz im Sinne der Ethik der Moderne angelegt, in dem sie das Besondere unter den Bedingungen des Allgemeinen wirksam werden lässt. Israel Mair Lau: Spiegel. Hamburg 11.06.01 Heft 24. S. 217. Er schreibt: »Der Judentum begrüßt generell jede Entwicklung in der medizinischen Technik, wenn es darum geht Leben zu retten oder Probleme der Befruchtung zu lösen«. Joseph Itskovitz-Eldor (Stammzellenforscher): Spiegel. Hamburg 11.06.01 Heft 24. S. 217. Er schreibt: »Auch das erste Baby nach einer PID kam bei uns zur Welt«. Baruch Brooks (Leiter der Reproduktionsklinik Zir Chemed, die auf jeden Profit verzichtet): Spiegel. Hamburg 11.06.01 Heft 24. S.218. Er schreibt: »Der Judentum bejaht das Leben, deshalb verwenden wir sehr viel Energie darauf, kreative Lösungen zu finden.«

Eine andere Frage ist: Schickt sich der Mensch tatenlos in sein genetisches Schicksal, wie das etwa von *Heilslehren* gewollt wird? Solche Heilslehren fassen alles was existiert als gewolltes Resultat eines »göttlichen Willens« oder als ein »humanistisches Menschenbild auf, das auch ein Leben mit Behinderung anerkennt«. Aber wie steht es mit einer *vermeidbaren Behinderung*? Ich möchte das Letztere besonders hervorheben. Bei genauer Betrachtung beruhen Heilslehren auf der ethischen Konzeption der Moderne.

Ich habe eine Mannigfaltigkeit an Problemen angeschnitten. In der heutigen Situation besteht ein Dauerproblem im Dilemma von Fortschritt und seinen Folgen, darunter eben auch ungewollte und schädliche Folgen. Deshalb kann es auch keine ethischen Patentrezepte geben. Es ist nur zu hoffen, dass es für immer eine ständige Aufgabe bleibt den wissenschaftlichen und technologischen Verstand wieder mit einer verantwortungs-orientierten Vernunft zu verbinden. Gefahren für einen Blick in die Zukunft bilden auf jeden Fall auf Heilslehren beruhende falsche Menschenbilder ganz gleich welcher Couleur.

Einige Überlegungen zum Verhältnis von Ethik und Freiheit der wissenschaftlichen Forschung

»Göttliche Neugier« nannte Albert Einstein¹ jenen unbezähmbaren Drang, der ihn dazu trieb, immer tiefer in die Geheimnisse der Natur einzudringen, unabhängig von kleinlichen Einflüssen des Alltags. Und mit mehr oder weniger starker Energie wird wohl jeder Wissenschaftler, gleich auf welchem Gebiet er forscht, von diesem Drang beseelt sein.

ZUR FREIHEIT DER WISSENSCHAFTLICHEN FORSCHUNG

Dieser Forscherdrang verlangt nach Freiheit. Nur die *Erkenntnis* darf Maßstab sein; unbeeinflusst von Vorschriften über Sinn oder Unsinn, Ziel und Zweck der Forschung, unbeirrt von Überlegungen, ob er damit Ruhm oder Verfolgung erntet, muss der Wissenschaftler in die Tiefen der Weltzusammenhänge eindringen dürfen. Der Wissenschaftler muss alles das erforschen dürfen, was er nach der Logik seiner Forschung für sinnvoll hält, nichts und niemand darf ihn dabei behindern. Dabei ist auch zu beachten, dass sich gerade in theoretischen Wissenschaften oft eine Eigengesetzlichkeit der wissenschaftlichen Logik herausbildet, denen der Forscher nachgehen muss, auch, wenn er noch nicht weiß, ob die Fragestellung eine neue Erkenntnis ermöglicht. Ist diese Freiheit nicht gewährleistet, käme das einem Denkverbot gleich.

Diese Freiheit der wissenschaftlichen Forschung ist nur real möglich, wenn sie durch das Gemeinwesen gewährleistet und geschützt wird. So versichert das Grundgesetz der BRD:

»(3) Kunst und Wissenschaft, Forschung und Lehre sind frei. Die Freiheit der Lehre entbindet nicht von der Treue zur Verfassung.«²

Doch wie kann dieser Grundsatz in der Praxis realisiert werden?

¹ Friedrich Herneck: Albert Einstein. Leipzig. 1974, S.16.

² Grundgesetz für die Bundesrepublik Deutschland. I. Die Grundrechte. Artikel 5,3.

Einstein musste gegen Ende des II. Weltkrieges erfahren, dass Forschungsergebnisse, die von uneigennützig arbeitenden Wissenschaftlern der Gesellschaft übergeben wurden, von der Kriegsindustrie und der Politik zu massenhaftem Töten missbraucht wurden.

Die in seiner berühmten Gleichung $E = mc^2$ formulierte Erkenntnis über das Verhältnis von Masse und Energie wurde auch zur wissenschaftlichen Basis für den Bau der Atombombe. Und da es bei Beginn des II. Weltkrieges Informationen darüber gab, dass die Deutschen an einer Atombombe bauten, erklärte sich Einstein, damals schon lange USA-Bürger, bereit, seine bekannte pazifistische Haltung aufzugeben und unterzeichnete den Brief einer Gruppe amerikanischer Wissenschaftler an Präsident Roosevelt mit dem Vorschlag, ein Kernforschungsprogramm zum Bau einer Bombe zu entwickeln.³ Doch hat er sich selbst nicht an diesem als »Manhattan-Projekt« in die Geschichte eingegangenen Projekts beteiligt.

Als sich herausstellte, dass die Deutschen keine Atombombe fertig stellen, die USA aber trotzdem gegen Kriegsende zwei Atombomben über dichtbevölkerte japanische Städte abwarfen, war Einstein erschüttert und erklärte: »Wenn ich gewusst hätte, dass die Deutschen nicht an der Atomwaffe arbeiten, hätte ich nichts für die Bombe getan«, und er bezeichnete dies als Verbrechen.⁴

Seitdem engagierte er sich mit aller Leidenschaft in der Öffentlichkeit gegen die Vorbereitung eines Atomkrieges, die amerikanische Atomdiplomatie und für die Verantwortung der Naturwissenschaftler und Techniker für die Nutzungsart ihrer Forschungsergebnisse.

So schrieb er im Jahre 1948 in seiner »Botschaft an die Intelligenz«: »... Da wir als Wissenschaftler die tragische Bestimmung haben, die schaurige Wirksamkeit der Vernichtungsmethoden noch zu steigern, muss es unsere feierlichste und vornehmste Pflicht sein, nach besten Kräften zu verhindern, dass diese Waffen zu den brutalen Zwecken gebraucht werden, für die man sie erfand. Welche Aufgabe könnte für uns bedeutsamer sein? Welches soziale Ziel könnte unserem Herzen näher stehen?«⁵

Und so teilte er in den letzten Jahren seines Lebens seine Zeit zwischen den Gleichungen und dem Kampf für Frieden und Völkerverständigung.

³ Stephen Hawking: Das Universum in der Nussschale. Hamburg. 2001, S. 21.

⁴ Friedrich Herneck: Albert Einstein. S. 108.

⁵ Friedrich Herneck: Albert Einstein. S. 109/10.

Diese Erfahrungen provozieren die Frage: Ist also doch keine Freiheit der wissenschaftlichen Forschung möglich?

Die oben skizzierte Auffassung über Freiheit der wissenschaftlichen Forschung und deren gesetzliche Sicherung kann im Grundsätzlichen für die Grundlagenforschung geltend gemacht werden.

Aber in der Praxis gibt es verschiedene Abstufungen des Verhältnisses von Grundlagenforschung und ihrer Anwendung:

- reine Grundlagenforschung
- anwendungsorientierte Grundlagenforschung
- angewendete Forschung
- Anwendung der Forschungsergebnisse in der Praxis.

Erst bei der letzten, der vierten, Ebene ist der Wissenschaftler in seiner Funktion als Forscher aus der unmittelbaren Beteiligung am Wissenschaftsprozess und damit aus der Verantwortung entlassen. Auf allen anderen Ebenen ist er mit beteiligt. Dort ist er unmittelbar durch seine Funktion im Forschungsprozess gezwungen, sich kundig zu machen über Zweck und Anwendungsorientierung des Forschungsvorhabens und hat entsprechend seiner eigenen moralischen Überzeugungen Entscheidungen darüber zu treffen, ob er diese Richtung der Anwendung mittragen kann oder nicht.

Aber auch die 4. Ebene, die Anwendung der Forschungsergebnisse in der Praxis durch die Gesellschaft, kann einen verantwortungsbewussten Wissenschaftler nicht gleichgültig lassen. Denn er ist als Mensch auch Bürger seiner Gesellschaft, und in dieser Funktion hat er die Rechte und Pflichten des Bürgers wahrzunehmen⁶. Das Beispiel von Einstein und die Reaktion anderer Atomwissenschaftler auf die Atompolitik der Großmächte nach dem II. Weltkrieg setzen hier Maßstäbe (u.a. der Göttinger Appell).

Die Dynamik der wissenschaftlichen Entwicklung, die sowohl durch weitere Differenzierungen als auch durch wachsende Erkenntnis des Zusammenhangs der einzelnen Wissenschaftsgebiete charakterisiert ist, führt dazu, dass sich die verschiedenen Ebenen des Verhältnisses von Grundlagen- und angewandeter Forschung immer stärker durchdringen; dazu kommt der Einfluss der Forschungsmethoden auf die Ergebnisse der Forschung. So schreibt Capra: »Indem die moderne Physik die kartesianische Spaltung (zwischen Materie und Geist. E. L.) transzendierte, hat sie nicht

⁶ Jürgen Mittelstraß: Leonardo-Welt. Frankfurt am Main 1992, S. 110/11.

nur das klassische Ideal einer objektiven Beschreibung der Natur entwertet, sondern auch den Mythos einer wertfreien Wissenschaft in Frage gestellt. Die von den Wissenschaftlern in der Natur beobachteten Strukturen sind aufs engste mit den Strukturen ihres Bewusstseins verbunden, mit ihren Vorstellungen, Gedanken und Werten. Auf diese Weise werden die von ihnen erzielten wissenschaftlichen Ergebnisse und die von ihnen erforschten technologischen Anwendungen durch ihren Bewusstseinszustand konditioniert. Obwohl viele der Details ihrer Forschung nicht ausdrücklich von ihrem Wertesystem abhängen werden, wird das umfassendere Paradigma, innerhalb dessen die Forschungsarbeit durchgeführt wird, niemals wertfrei sein. Deshalb sind Wissenschaftler nicht nur intellektuell, sondern auch moralisch für ihre Forschungsarbeit verantwortlich.«⁷

Der größte Teil der Grundlagenforschung im 20. Jahrhundert und auch heute noch war und ist Kriegsforschung, und zwar besonders auf den Gebieten:

- der Kernenergie (neue Arten von Atomwaffen und Raketen Abwehrsysteme)
- der Chemie (chemische Waffen, Giftgase)
- der Biologie (bakteriologische Waffen).⁸

Das wird in den Medien nicht verbreitet, darüber wird kaum diskutiert, und daher ist es auch in der öffentlichen Meinung kaum präsent. Dagegen wird z. Zt. über einen kleinen Bereich moderner Forschung und ihrer ethischen Probleme diskutiert, die Genforschung. Hier bestehen wirklich schwierige, nicht pauschal zu lösende Probleme. Doch die globalen Gefahren, die heute von der Kriegsforschung ausgehen, sind wesentlich stärker und die Welt umfassender als die Gefahren, die von einer nicht kontrollierten Genforschung ausgehen.

ERWÄGUNGEN ÜBER MORAL UND ETHIK

Es ist also nötig, sich heute besonders gründliche Gedanken darüber zu machen, wie moralische Haltungen und ethische Auffassungen helfen können, zerstörerische Anwendungen wissenschaftlicher Forschungsergebnisse zu verhindern.

Unter Moral wird verstanden: »die Gesamtheit der von einer Gemeinschaft anerkannten Normen«⁹.

⁷ Fritjof Capra: Wendezeit. München. 1991, S.91.

⁸ Olaf Katenkamp: Der graue Schleim der Zukunft. In: Zukünfte. Berlin 2001 Heft 37. S. 31.

⁹ Harenberg: Kompaktlexikon. Dortmund. 1996, S.2042. Band 2.

Unter Ethik wird verstanden: »Moral- oder praktische Philosophie; Beschäftigung mit Normen und Zielen, an denen sich sittliches Handeln und Wollen orientieren sollte.«¹⁰

Unter Ethos wird meist der sittliche Charakter, die moralische Gesinnung eines Individuums verstanden.¹¹

Es gibt daher keine absolute, für alle Zeiten und alle Gesellschaften a priori gegebene Moral. Sondern jede Moral ist gesellschaftshistorisch bedingt, wie die geistigen Strömungen, aus denen sie hervorgeht und die bestimmten Gesellschaftsformationen entsprechen.

Daher kann es zur gleichen historischen Zeit regional unterschiedliche Ethiken und Moralauffassungen geben. Andererseits ist Moral immer auf das Verhalten der Menschen bezogen, die trotz aller kulturellen, sozialen, gesellschaftspolitischen, regionalen und ethnischen Unterschiede doch zur gleichen Gattung Mensch gehören und daher bestimmte gleiche Grundinteressen haben, die - auf den allgemeinsten Nenner gebracht - darin bestehen, ihre eigene Gattung zu erhalten. Daraus folgende allgemeinmenschliche Grundsätze können den Anschein erwecken, sittliche Normen seien von außen dem Menschengeschlecht eingegeben worden, von einem Gott, einer absoluten Idee oder der Natur; doch sie ergeben sich aus den eigenen Existenz- und Entwicklungsbedingungen und den daraus resultierenden Interessen der Menschen als Gattung.

Im Detail unterscheiden sich auch heute noch Moralauffassungen in verschiedenen gesellschaftlich-kulturellen Einheiten großer Regionen. So bestehen in Details unterschiedliche Moralauffassungen zwischen den unter dem Einfluss der islamischen Religion entwickelten Kulturen des Orients, unter dem Einfluss des Buddhismus entstandenen Kulturen Asiens und der auf der Grundlage der jüdisch-christlichen Religion herausgebildeten Kultur des Abendlandes.

Konzentrieren wir uns einmal auf die uns am nächsten stehende, die Kultur des Abendlandes. Die heute in Europa und den USA offiziell vertretene und in der Erziehung vermittelte Moral des Humanismus hat ihre Wurzeln in der christlichen Moral und diese geht zurück auf die Gesetzestafeln des Moses in der jüdischen

¹⁰ Harenberg: Kompaktlexikon. S.804. Band I.

¹¹ Alfred Kröner: Philosophisches Wörterbuch. Stuttgart 1955, S. 147.

Religion. Neben der Liebe zu Gott ist dort das wichtigste Gebot: »Du sollst deinen Nächsten lieben wie dich selbst.«¹²

Die Aufklärung hat diese Gebote im wesentlichen in säkularisierter Form übernommen und entsprechend der gesellschaftlichen Notwendigkeit erweitert zu den »*Allgemeinen Grundrechten der Menschen*«.

Als allgemeine Grundrechte der Menschen wurden sie erstmals in der amerikanischen Unabhängigkeitserklärung formuliert, den »*Virginia Bill of Rights*« 1776.

In der Französischen Revolution wurden deren Grundforderungen nach Freiheit, Gleichheit, Brüderlichkeit in der »Erklärung der Menschen- und Bürgerrechte« 1789 formuliert.¹³

Nach den Erfahrungen des II. Weltkrieges wurde von der UNO die »*Allgemeine Erklärung der Menschenrechte*« formuliert (1948). Diese ist die Grundlage für die gegenwärtigen Diskussionen und praktischen Bemühungen um die Durchsetzung der Menschenrechte in der Welt.

In der Allgemeinen Erklärung der Menschenrechte wird u.a. festgelegt:

»*Präambel*«: Da die Anerkennung der allen Mitgliedern der menschlichen Familie innewohnenden Würde und ihrer gleichen und unveräußerlichen Rechte die Grundlage der Freiheit, der Gerechtigkeit und des Friedens in der Welt bildet...verkündet die Generalversammlung die vorliegende Allgemeine Erklärung der Menschenrechte als das von allen Völkern und Nationen zu erreichende gemeinsame Ideal,...

Artikel 1. (Freiheit, Gleichheit, Brüderlichkeit) Alle Menschen sind frei und gleich an Würde und Rechten geboren. Sie sind mit Vernunft und Gewissen begabt und sollen einander im Geiste der Brüderlichkeit begegnen.

Artikel 2: (Verbot der Diskriminierung)

1. Jeder Mensch hat Anspruch auf die in dieser Erklärung verkündeten Rechte und Freiheiten, ohne irgendeine Unterscheidung, wie etwa nach Rasse, Farbe, Geschlecht, Sprache, Religion, politischer und sonstiger Überzeugung, nationaler oder sozialer Herkunft, nach Eigentum, Geburt oder sonstigen Umständen.

Artikel 3: (Recht auf Leben und Freiheit) Jeder Mensch hat das Recht auf Leben, Freiheit und Sicherheit der Person...«¹⁴

¹² Die Bibel. Nach der deutschen Übersetzung von Martin Luther. Das Alte Testament. Berlin. 1952, S. 108. 3. Moses 19.18. und: Das Neue Testament. S. 27. Matthäus 22.39.

¹³ Harenberg: Kompaktlexikon. S. 1965. Band 2.

¹⁴ Menschenrechte, ihr internationaler Schutz. München. 1985, S. 5/6.

Es ist ein großer Schritt vom »Nächsten« zur Auffassung von »alle Menschen«, denn dieser »Nächste« wird zwar heute im Sinne von »alle Menschen« verstanden, doch in der Entstehungszeit dieser Moralnormen wurden darunter die Familie, die Sippe, die Angehörigen eines Stammes, des eigenen Volkes bzw. der eigenen Ethnie und der eigenen Religion verstanden. Die allgemeinen Menschenrechte dagegen beziehen sich auf *alle Menschen aller Länder und Erdteile, der verschiedenen Ethnien, Kulturen und Religionen und der unterschiedlichen Geschlechter.*

Die allgemeinen Menschenrechte, bezogen auf das individuelle Verhalten des Einzelnen, könnten zu der Handlungsmaxime führen: »Achte den Anderen wie dich selbst«. Aus diesem einen Grundsatz lassen sich viele moralische Haltungen im Detail ableiten.

DER PFERDEFUß DER AUFKLÄRUNG

Der Aufklärung haben wir u.a. die Säkularisierung des christlichen Humanismus zu verdanken. Zugleich stärkte der Rationalismus der Aufklärung das Bewusstsein der Menschen von ihrer Fähigkeit zu Erkenntnis und Gestaltung. Die Auffassung: »Alles ist erkennbar - alles, was erkennbar ist, ist auch machbar«, motivierte zu bisher nicht gekannten Leistungen in Wissenschaft und Technik. Zugleich wurde diese Auffassung zur »Wirtschaftsgesinnung« der beginnenden kapitalistischen Industriegesellschaft. Diese Haltung zerstörte bisherige emotionale und irrationale Beziehungen zwischen Mensch und Natur und zwischen den Menschen selbst vor allem in folgender Weise:

- Die Natur wurde bewusst zum Gegenstand der Nutzung und Ausbeutung durch den Menschen bis zu der Einstellung, dass ihr Wert für den Menschen nur noch in dem durch Nutzung zu erzielenden Gewinn bezeichnet wird.
- Der Mensch wurde zum rational kalkulierbaren Faktor in der Produktion unter dem Gesichtspunkt der Profitmaximierung. Diese Sicht auf den Menschen wirkt sich auch auf alle übrigen Bereiche des menschlichen Lebens aus und tendiert dazu, menschliche Beziehungen zu rationalisieren und rein emotionale Bindungen zu zerstören.

Max Weber nannte dies die »Entzauberung der Welt«. Er sieht die kapitalistische »Entzauberung« durch die »rationale Gestaltung des ganzen Daseins« bedingt.¹⁵ Der

¹⁵ Max Weber: Die Berufsethik des asketischen Protestantismus. In: Die protestantische Ethik I. Gütersloh 1979. S.164.

Unternehmer wird zum »innerweltlichen Asketen«, zum »Rationalist«, sowohl in der persönlichen Lebensführung als auch in der Ablehnung alles Irrationalen, sei es auf künstlerischem oder gefühlsmäßigem Gebiet.¹⁶

Der Grundsatz : »Alles ist erkennbar - was erkennbar ist, ist machbar - was machbar ist, darfst du auch machen« ist auch die ethische Grundlage der heutigen Industriegesellschaften der Hochtechnologien und Globalisierungen. Die Folge ist jenes schrankenlose Wachstum der Produktion, der Raubbau an der Natur, die zunehmende Zerstörung der natürlichen Umwelt des Menschen als seiner primären Lebensgrundlage und die Entleerung der Lebensinhalte der Menschen durch den Konsumwahn, wie wir es heute in allen »fortgeschrittenen« Industriegesellschaften erleben. Die neoliberale Globalisierung will diese Grundhaltung - deklariert als »westliche Kultur« - auf alle Länder der Erde und alle Völker ausdehnen. Aus dem selbstbewussten und stolzen Menschen der Renaissance ist das »Raubtier Mensch« geworden, das alles und sich selbst verwertet und verschlingt.

Auch in den realsozialistischen Gesellschaften herrschte als offizielle Moral eine Ethik, die dem säkularisierten und rationalisierten christlichen Humanismus annähernd entsprach. Als Ziel und Motiv der gesellschaftlichen Entwicklung wurde aber nicht der Profit, sondern das Glück aller Menschen angesehen. Damit wurde in die Zielstellung ein emotionaler Aspekt hereingenommen, denn »Glück« ist nicht allein rational fassbar. Der ausschließliche Rationalismus wurde damit eingeschränkt. Doch der Weg, um dieses Ziel zu erreichen, war durch einen krassen Rationalismus, und vor allem durch eine starke Einschränkung der Menschenrechte, charakterisiert. Die Angehörigen der Arbeiterklasse und der mit ihr verbündeten Schichten sowie die Vertreter der marxistischen Weltanschauung hatten einen höheren Stellenwert in der Gesellschaft als Angehörige anderer Schichten und Weltanschauungen. Besonders irrsinnig, weil auch politisch überhaupt nicht begründbar, waren die sehr eingeschränkten Entwicklungsmöglichkeiten für Menschen, die sich offen zu ihrer Religion bekannten.

Der Versuch, mit dem Realsozialismus eine gerechtere Gesellschaft im Gegensatz zum Kapitalismus zu schaffen, ist bekanntlich gescheitert. Eine wesentliche Ursache dafür war die Nichtanerkennung der Menschenrechte.

Der Rationalismus der Aufklärung ist also janusköpfig: Neben seinen positiven Effekten wurde er im weiteren Verlauf der gesellschaftlichen Entwicklung zur sittlichen

¹⁶ Max Weber: Die Berufsethik. S. 324.

Grundlage für die heute bestehenden globalen Widersprüche auf ökonomisch-ökologischem, sozialem und geistig-kulturellem Gebiet, deren weitere Entfaltung zu Katastrophen führt. Erhard O. Müller, Redakteur der Zeitschrift »Zukünfte«, schreibt dazu: »Die Ahnung, dass das Fortschreiten der industriellen Zivilisation von ungeheuren Kosten an humaner Substanz begleitet wird und sich neue Abgründe universaler Gefahr auftun, ist inzwischen verbreitete Gewissheit...Diese Krise des abendländisch-modernen Paradigmas ist in ihrem Kern eine Krise der Aufklärung, ihrer Erklärungsmuster und Verheißungen.«¹⁷

Von zentraler Bedeutung ist dabei die Auffassung über das Verhältnis von Mensch und Natur. Auch hierbei bestand eine enge Beziehung zwischen dem Rationalismus der Aufklärung und dem Christentum. Die Natur war im Christentum zwar genau so wie der Mensch von Gott geschaffen worden, doch dem Menschen wurde geboten, sich die Natur untertan zu machen.

Im ersten Buch Moses heißt es: »Und Gott sprach: Lasset uns Menschen machen, ein Bild, das uns gleich sei, die da herrschen über die Fische im Meer und über die Vögel unter dem Himmel und über das Vieh und über die ganze Erde und über alles Gewürm, das auf Erden kriecht.«¹⁸ Und zu Noah und seinen Söhnen sprach Gott: »Furcht und Schrecken vor euch sei über alle Tiere auf Erden und über alle Vögel unter dem Himmel, über alles, was auf dem Erdboden kriecht und über alle Fische im Meer; in eure Hände seien sie gegeben.«¹⁹

Der Rationalismus geht noch rigorosier mit der Natur um. Aus dem Grundsatz des Francis Bacon: »Alles ist erkennbar - Erkanntes ist machbar - Wissen ist Macht« ergab sich als Schlussfolgerung, dass Erkenntnis angestrebt werden sollte zum Zweck ihrer Nützlichkeit. Der Utilitarismus gelangt so erstmals in die bislang rein geistig motivierte Haltung des Wissenschaftlers. Im »Novum Organon« schreibt Bacon: »Wissen und Können fällt bei dem Menschen in eins, weil die Unkenntnis der Ursache die Wirkung verfehlen lässt. Die Natur überwindet man nur durch Gehorsam.«²⁰

¹⁷ Erhard O. Müller: An den Grenzen der Aufklärung. In: Zukünfte. Berlin 1997/98 Heft 22. S. 20.

¹⁸ Die Bibel. Das Alte Testament. S.3. 1. Moses, 1.26.

¹⁹ Die Bibel. Das Alte Testament. S.91.1. Moses 9.2.

²⁰ Francis Bacon: Novum Organon. In: Francis Bacon: Essays. Leipzig. 1967, S.268.

Und in »Nova Atlantis«: »Der Zweck unserer Gründung ist die Erkenntnis der Ursachen und verborgenen Bewegungen der Dinge und die Erweiterung der Grenzen der Herrschaft des Menschen, so dass er alle Dinge, die möglich sind, bewirken kann.«²¹

So entscheidend die Gedanken Bacons für den Kampf gegen die mittelalterliche Scholastik waren, so ehrlich er selbst den »Nutzen«, das »Können« für ein besseres Leben aller Menschen eingesetzt sehen wollte, so unheilvoll wirkte sich die konsequente Realisierung seiner Gedanken in der kapitalistischen Industriegesellschaft aus. Die Erkenntnis der Natur dient hier nur noch deren Ausbeutung - nicht zur Verbesserung der Lebensqualität aller Menschen - sondern der Profitmaximierung; die Natur besitzt keinen Eigenwert.

EIN NEUER ASPEKT IN DER ETHIK: DIE VERANTWORTUNG DES MENSCHEN GEGENÜBER DER NATUR

Unter dem Eindruck der zerstörerischen Auswirkungen der gegenwärtigen Industriegesellschaft auf das globale ökologische Gleichgewicht hat in den 60er/70er Jahren in Europa ein Umdenken über das Verhältnis von Mensch und Natur begonnen. Angeschoben wurde es von den Erkenntnissen und Warnungen vieler Wissenschaftler der unterschiedlichsten Fachrichtungen, besonders prägnant erkennbar in den regelmäßigen Analysen des Club of Rom.

Die Menschheit hat eine Verantwortung nicht nur gegenüber sich selbst als Gattung, sondern auch gegenüber der Natur. Und zwar nicht etwa, weil sie plötzlich die Schönheit der Natur entdeckt hätte, sondern letztlich aus einem sehr pragmatischen und egoistischen Grund: Weil sie erkannt hat, dass sie bei Weiterführung der gegenwärtigen nicht nachhaltigen Produktions- und Lebensweise die Natur als ihre primäre Lebensgrundlage so weit zerstört, dass damit die Grundlage ihrer eigenen Existenz vernichtet wird. *Diese Sicht auf die Natur ist neu innerhalb der Moral des Abendlandes.*

Der Mensch ist ein Bestandteil der Natur im globalen Maßstab, er ist auf sie angewiesen, sie ist seine Lebensgrundlage, er ist ihren Gesetzen unterworfen und damit *in die Natur eingefügt. Die Natur ist stärker als der Mensch*, stärker als seine höchsten technischen Leistungen, denn diese beruhen auch nur auf der Erkenntnis der Gesetze der Natur und ihrer Anwendung.

²¹ Francis Bacon: Nova Atlantis. In: Francis Bacon: Essays. S. 273.

Wenn wider die Gesetze der Natur verstoßen wird, und das geschieht bei einer Störung des ökologischen Gleichgewichts, dann schlägt sie zurück, dann schafft sie durch eigene Kraft den Ausgleich, stellt das gestörte Gleichgewicht wieder her - und dieser Ausgleich geschieht im Interesse der Natur und nicht des Menschen, dieser Ausgleich richtet sich gegen die Interessen der menschlichen Zivilisation, wie wir es seit einigen Jahren verstärkt durch Stürme, Überflutungen und andere Wetterunregelmäßigkeiten erleben.

Diese neue Sicht auf das Verhältnis von Mensch und Natur- die Menschheit ist eingefügt in die Ordnung des Universums - wurde schon zu Beginn des 20. Jahrhunderts *durch die Erkenntnisse der modernen Naturwissenschaft vorbereitet*. Mit der Relativitätstheorie von Albert Einstein, der Quantentheorie von Max Planck und ihrer Weiterentwicklung durch andere Wissenschaftler, u.a. durch Werner Heisenberg mit der Unschärferelation, begann der Umbruch im naturwissenschaftlichen Denken, der sich auf die Vorstellungen über die Zusammenhänge in der Welt, in Philosophie und allen Wissenschaftsbereichen auswirkt, und der gegenwärtig noch nicht zu Ende gegangen ist.

Dieses Umdenken sprengt das von Isaac Newton und René Descartes geprägte mechanistische Weltbild und damit die Vorstellungen über die Ordnung der Welt, wie sie bis vor einem Jahrhundert galten. »Die neue Physik erforderte tiefgreifende Änderungen von Grundbegriffen wie Raum, Zeit, Materie, Gegenstand, Ursache und Wirkung. Und da diese Vorstellungen von so fundamentaler Bedeutung für die Art und Weise sind, auf die wir die Welt erfahren, bedeutete ihre Umgestaltung einen großen Schock.«²²

Die für unsere Thematik wichtigsten Umbrüche im Denken bestehen darin: *Das Universum ist eine Einheit, alles hängt mit allem zusammen*.

Dazu schreibt Fritjof Capra: »Auf diese Weise (durch Erkenntnis der Komplementarität und des Doppelcharakters der Teilchen, E. L.) enthüllt die moderne Physik die grundlegende Einheit des Universums. Sie zeigt, dass wir die Welt nicht in unabhängig voneinander existierende kleinste Einheiten zerlegen können. Beim Eindringen in die Materie finden wir keine isolierten Grundbausteine, sondern vielmehr ein kompliziertes Gewebe von Beziehungen zwischen den verschiedenen Teilen eines einheitlichen Ganzen. Heisenberg drückte das so aus: >So erscheint die Welt als kompliziertes Gewebe von Vorgängen, in dem sehr verschiedenartige Verknüpfungen

²² Fritjof Capra: *Wendezeit*. S.79.

sich abwechseln, sich überschneiden und zusammenwirken und auf diese Art und in dieser Weise schließlich die Struktur des ganzen Gewebes bestimmen.«²³

Die klassische mechanistische Vorstellung von der Kausalität stellte sich als ein Sonderfall heraus:

»Die klassische Naturwissenschaft war konstruiert nach der kartesischen Methode, die Welt in Teilen zu analysieren und diese Teile dann nach Kausalgesetzen anzuordnen. Das daraus entstehende deterministische Bild des Universums stand in enger Beziehung zur Vorstellung von der Natur als einem Uhrwerk. In der Atomphysik ist ein solches mechanisches und deterministisches Bild nicht mehr möglich. Die Quantentheorie hat uns gezeigt, daß die Welt nicht in unabhängig voneinander existierende isolierte Elemente zerlegt werden kann. Die Vorstellung von getrennten Teilen - etwa von Atomen oder subatomaren Teilchen - ist eine Idealisierung mit nur annähernder Gültigkeit; diese Teile sind nicht durch Kausalgesetze im klassischen Sinne miteinander verbunden.«²⁴

Und Paul Davies sagt dazu: »Dreihundert Jahre lang haben sich Wissenschaftler hauptsächlich mit so genannten linearen Systemen beschäftigt....Lineare Systeme sind genau deshalb einfach zu untersuchen, weil sie aufgespaltet und analysiert werden können, ohne dass ihre eigentliche Natur zerstört wird. Deshalb funktioniert die Philosophie des Reduktionismus sehr gut, wenn es um lineare Systeme geht. Im Gegensatz dazu ist ein nichtlineares System mehr als die Summe seiner Teile... Verschiedene Teile eines nichtlinearen Systems interagieren miteinander, um etwas völlig Neues zu erzeugen.«²⁵

»Komplexität wird nun eher als die Norm denn als Abweichung angesehen, die meisten physikalischen Systeme sind, wie ich dargestellt habe, tatsächlich komplexe, nichtlineare offene Systeme. Die einfachen, geschlossenen linearen Systeme der traditionellen Wissenschaft werden jetzt als extreme Idealisierungen betrachtet, die einer besonderen Kategorie angehören.«²⁶

²³ Fritjof Capra: *Wendezeit*. S.83/84.

²⁴ Fritjof Capra: *Wendezeit*. S. 89.

²⁵ Paul Davies: *Die kosmische Blaupause*. In: *Der wissende Kosmos*. Heft 2. Die Entdeckung eines neuen Weltbildes. Freiburg i. Breisgau 2001. S. 56 – 58.

²⁶ Paul Davies: *Die kosmische Blaupause*. S. 63.

Die Vorstellung von kleinsten Bausteinen der Welt als Korpuskel und damit die mechanistische Vorstellung von Materie wurde über den Haufen geworfen.

»Materie selbst wird jetzt als in Felder eingebundene Energie beschrieben. Felder entstehen nicht durch Materie, Materie entsteht durch Felder. Felder sind in der modernen Physik grundlegender als Materie.«²⁷

ÜBERWINDUNG DES ANTHROPOZENTRISMUS

Diese und andere Erkenntnisse der modernen Naturwissenschaft fundieren die aus der globalen ökologischen Problematik gezogenen Schlussfolgerungen. Dies bedeutet keine ungerechtfertigte Ableitung von Zusammenhängen der Physik auf andere Wissenschaften, sondern die philosophische Schlussfolgerung aus umfassend geltenden Erkenntnissen. »Aus dieser revolutionären Wandlung unserer Vorstellung von der Wirklichkeit, die von der modernen Physik in Gang gebracht wurde, geht heutzutage eine in sich stimmige Weltanschauung hervor....Im Gegensatz zur mechanistischen kartesischen Weltanschauung kann man die aus der modernen Physik hervorgehende Weltanschauung mit Worten wie organisch, ganzheitlich und ökologisch charakterisieren. Man könnte sie auch ein Systembild nennen, im Sinne der allgemeinen Systemtheorie.«²⁸

Der Mensch kann nicht mehr der absolute Bezugspunkt der Ethik sein, der *Anthropozentrismus* hat seine Grenzen erreicht. Wenn der Mensch sein ganzes Handeln nur unter dem Aspekt motiviert: »gut ist, was dem Menschen nützt«, dann vernichtet er im Endergebnis seine eigene natürliche Lebensgrundlage.

Bei dieser neuen Sichtweise bleibt als Hauptmotiv menschlichen Handelns die Erhaltung der Menschheit als Gattung bestehen, doch dieses Motiv verlangt zugleich, die Erhaltung der Natur in die moralische Norm mit aufzunehmen.

Die beiden Faktoren dieses Zusammenhangs: Erhaltung der Gattung Mensch - Erhaltung der Natur - werden in der Diskussion oft in der einen oder anderen Richtung verabsolutiert.

²⁷ Rupert Sheldrake: *Evolutionäre Gewohnheiten des Geistes, des Verhaltens und der Form*. In: *Der wissende Kosmos*. S.128.

²⁸ Fritjof Capra: *Wendezeit*. S. 80.

Ein wichtiges Argument dabei ist, dass es heute auf der Erde kaum mehr eine natürliche, d.h. ohne Einfluss durch den Menschen vorhandene Natur gäbe. Sie existiere zunehmend nur in Reservaten, die global kaum einen Einfluss auf die Umwelt des Menschen haben. Die Umwelt des Menschen sei durch den Menschen selbst geschaffen, sie sei vom Menschen veränderte Natur und vor allem *neu geschaffene Umwelt, die nicht Natur sei*.

Letzteres ist richtig. Denn es ist nicht möglich, die menschliche Entwicklung zurückzudrehen und eine natürliche Umwelt, wie sie vor ihrer Bearbeitung durch den Menschen bestand, wieder zu schaffen. In einer solchen Natur könnte der Mensch nicht existieren. Denn die Existenzweise der Gattung Mensch besteht darin, sich *ihren Lebensunterhalt durch die Bearbeitung und Veränderung der Natur zu schaffen und damit die Natur zu verändern*. Dieses geschah auch in den vorindustriellen Gesellschaften, doch war der Einfluss des Menschen auf die Natur damals so gering, dass es noch zu keinen dramatischen Veränderungen kam. Trotzdem zeugen Wüsten und kahle Berge von regionalem Raubbau des Menschen an der Natur schon in damaliger Zeit.

Jürgen Mittelstraß schreibt dazu: »Dabei herrscht vielfach noch immer die Vorstellung, der geschichtliche Mensch lebe in einer geschichtslosen Natur, und diese gelte es wiederherzustellen, wo sie Schaden genommen habe...« Aber: »Wohin man >in der Natur< auch kommt, der erkennende, der bauende, der wirtschaftende und der zerstörende Verstand war immer schon da.«²⁹

Aber es wäre völlig falsch, davon zu sprechen, dass der Mensch die Natur heute so umgewandelt, verwandelt bzw. durch eigene Schöpfungen ersetzt habe, dass seine *Umwelt im Wesentlichen nicht mehr Natur sei, sondern menschengemachte Kultur*. Eine solche Argumentation sieht als Natur und als Umwelt des Menschen nur die unmittelbare Oberfläche des Planeten Erde, nicht die Erdkugel als Ganzes mitsamt dem darinnen brodelnden Magma, nicht die Meere, nicht die Atmosphäre, deren chemische Veränderung durch den Menschen allein ihn töten kann. Er beachtet auch nicht, dass sich unser Planet in einem Sonnensystem befindet und dessen Bewegungsgesetzen unterworfen ist, das wiederum Teil einer Galaxis ist, die sich im Universum bewegt usw. Denn all diese Phänomene sind Natur und in direkter oder indirekter Weise

²⁹ Jürgen Mittelstraß: Leonardo-Welt. S. 20/21.

Umwelt des Menschen, und nicht nur das, was sich auf der Oberfläche der Erde als Pflanze oder Tier bewegt.

In Wahrheit hat der Mensch nicht etwa »die Natur« verändert, sondern er hat eine ganz dünne Schicht auf der Oberfläche der Erdkruste verändert, die ein Riese von 10.000 m Höhe mit dem Fingernagel abkratzen könnte. Und er hat sie nur dadurch verändert, indem er sich nach den Gesetzen der Natur gerichtet hat. Und diesen ist er auch weiterhin unterworfen. Der Mensch kann weder die Bewegungsgesetze der Planeten noch der Galaxien noch der Elementarteilchen ändern, sondern er nutzt seine Kenntnisse darüber aus.

Dazu Mittelstraß: »Das bedeutet allerdings nicht, dass der Mensch in einem absoluten Sinne Herrscher seiner Umwelten wäre. So ist eine noch immer natürliche Umwelt Bedingung auch des menschlichen Lebens. Der Mensch kann Umwelten, auch die anderer Lebewesen, verändern, sie seinen Zwecken anpassen, partiell zerstören - ohne sie auszukommen bzw. sie durch eine rein artifizielle Umwelt zu ersetzen, vermag er nicht.«³⁰

Unter diesem Aspekt halte ich es für richtig und wichtig, das Eingebundensein des Menschen in die Natur zu betonen - dabei Natur als das Umfassende, weit über die unmittelbare Umwelt des Menschen Hinausgehende verstanden.

Aus der Einheit des Universums folgert der Satz: »Wir sind alle aus dem gleichen Stoff«.

»Die moderne Physik verwandelte das Bild vom Universum als einer Maschine in die Vision eines unteilbaren dynamischen Ganzen, dessen Teile grundsätzlich in Wechselbeziehungen zueinander stehen und nur als Muster eines kosmischen Prozesses verstanden werden können.«³¹

Diese Auffassung führt aber nicht zwingend dazu, etwa zusätzlich zu den Menschenrechten ein Naturrecht für Tiere und Pflanzen zu verlangen. Wenn dies konsequent geschähe, dann würden die Menschen aus lauter Mitleiden mit der Natur sterben, denn dann dürften wir nicht nur kein Fleisch und keine Tierprodukte essen und nutzen, sondern dann dürften wir auch keinen Rasen betreten, keine Häuser bauen, Straßen anlegen, keine Rohstoffe abbauen usw., denn überall greifen wir störend in die Natur ein.

³⁰ Jürgen Mittelstraß: *Leonardo-Welt*. S. 22.

³¹ Fritjof Capra: *Wendezeit*. S. 97.

Das ist eben der Widerspruch in der menschlichen Existenz, dass er einerseits auf die Natur angewiesen ist, weil der Mensch selbst als biologisches Wesen deren Gesetzen unterworfen ist, und andererseits der Mensch nur existieren kann, wenn er als gesellschaftliches Wesen die Natur verändert und teilweise zerstört.

SCHLUSSFOLGERUNGEN

Der heutige Stand der Anwendung wissenschaftlicher Forschungsergebnisse verlangt, von dem Grundsatz: »Alles ist erkennbar - was erkennbar ist, ist machbar - also ist alles machbar«, abzugehen zu dem Grundsatz: »Alles ist erkennbar - alles ist zwar machbar, doch wird dadurch teilweise die Lebensgrundlage des Menschen zerstört« - daher: »Nicht alles, was machbar ist, darf der Mensch auch machen.« Daraus folgt eine neue moralische Einstellung des Menschen gegenüber der Natur:

Die Verantwortung der Menschheit gegenüber der Erhaltung der eigenen Gattung Mensch muss mit der Verantwortung gegenüber der Erhaltung der Natur verbunden werden. Dieses Verantwortungsgefühl impliziert eine Haltung, die in unserer Zeit aus der Mode gekommen, aber nötiger denn je ist, und das ist Demut, *Demut gegenüber der Natur*.

Als Leitbild für die künftige technische Entwicklung ergibt sich daraus: Sie muss durch die Schonung der natürlichen Umwelt bestimmt sein, die Verringerung des Ressourcenverbrauchs und der Emissionen. Die Anstrengungen der Forschung müssen auf die Entwicklung umweltfreundlicher Technologien und Produkte gelenkt werden, die Gewinnung erneuerbarer Energien und nachwachsende Rohstoffe. Statt Quantität gilt Qualität. »Aber nicht nur die Technik wird sich ändern müssen. Auch unser Lebensstil steht auf dem Prüfstand. Reichtum - das ist künftig vor allem freie Zeit, Bildung und Kultur. Das moderne Konsumleitbild heißt: Gut statt Viel. Damit wir uns recht verstehen: es geht nicht um Fundamentalopposition gegen Wirtschaftswachstum, sondern um einen ökologischen Ordnungsrahmen für den Markt.«³²

Daraus folgt für das Verhältnis von Ethik und Freiheit der wissenschaftlichen Forschung:

Der Wissenschaftler muss in allen Ebenen der Forschung bestrebt sein, deren Ausmaß, Wirkung und Zusammenhang mit anderen Forschungsvorhaben einzuschätzen

³² Ralf Fücks: Grenzen des Wachstums. In: Zukünfte. Heft 33. Berlin. 2000, S. 73.

und daraus Entscheidungen für sein eigenes Verhalten abzuleiten. Zudem ist er als Person zugleich auch Bürger; also ist es seine Bürgerpflicht, Warnungen an die Gesellschaft auszusenden, wenn er im Rahmen seiner Forschungen zu Erkenntnissen gelangt, deren Anwendung gegen die Lebensinteressen der gesamten Menschheit oder einzelner Menschengruppen gerichtet sein können. Mittelstraß schreibt dazu: »Freiheit der Wissenschaft schließt Verantwortungsstrukturen, und in diesem Sinne auch Werte, ein, Strukturen und Werte, die sie mit einer rationalen Gesellschaft verbinden, nicht von dieser trennen. Nur so lässt sich im übrigen auch, nur scheinbar paradox, ihre Autonomie begründen. Wo immer Autonomie, in diesem Falle in Form von individueller (subjektiver) und institutioneller Wissenschaftsfreiheit beansprucht wird, muss sie sich auf Verantwortungsstrukturen beziehen lassen.«³³ *Darum ist Technikfolgenabschätzung nötig.*

Diese ist nicht leicht, denn die Verursachungen wirken nicht linear, sondern komplex. Je nach Art der betreffenden Technologie können sie in andere, wie z. B. physikalische, chemische, biologische, geologische, medizinische, soziale, kulturelle Bereiche hineinwirken, mit weiteren Wechselwirkungen untereinander sowie mit Kurz- und Spätfolgen. Es ist daher sehr schwierig, entsprechende Computersimulationen herzustellen, die Zeitdauer der Folgen zu überschauen; durch die Komplexität sind zwingend eindeutige Voraussagen sowieso kaum möglich. Andererseits wird der berühmte »Schmetterlingseffekt« oft falsch beurteilt: Dramatische Ereignisse innerhalb einer Wechselwirkung werden oft überschätzt, unauffällige alltägliche Ereignisse werden oft unterschätzt.³⁴

Diese Überlegungen führen zu dem Schluss, dass eine wichtige Voraussetzung für ein ethisch verantwortungsvolles Herangehen an die Forschungsaufgaben und eine sinnvolle Technikfolgenabschätzung in der Fähigkeit zur komplexen Denkweise begründet ist.

Das verlangt immer noch von manchen ein Umdenken. Es verlangt, von vornherein Wirkungen einer bestimmten Technologie auch in Bereiche hinein zu bedenken, die primär außerhalb des betreffenden Forschungsbereichs liegen. Das bedarf auch neuer Strukturen der wissenschaftlichen und technischen Zusammenarbeit, eine inter-

³³ Jürgen Mittelstraß: Leonardo-Welt. S. 111.

³⁴ Bernhard Irrgang: Von der Technologiefolgenabschätzung zur Technikgenese. In: Nachhaltigkeit als Leitbild für Technikgestaltung. Dettelbach. 1996.

disziplinäre Forschung, die zwingend, nicht beliebig sein muss. Daraus ergeben sich notwendige strukturelle Veränderungen im wissenschaftlich-technischen und im praktischen Bereich der Forschung, Produktion und des ganzen gesellschaftlichen Lebens.

Besonders in den gegenwärtig in der Öffentlichkeit stark diskutierten Bereichen der Forschung auf biologischem und medizinischem Gebiet zeigt sich, dass manche Aufgabenstellungen und Bewertungen von Forschungsergebnissen noch einer reduktionistischen und mechanistischen Denkweise unterliegen, komplexe Zusammenhänge noch zu wenig beachtet werden. Zielstellungen für die Gesundheitspolitik und medizinische Forschungsergebnisse werden oft vorrangig quantitativ bestimmt. Dazu schreibt Capra:

»Durch die Haltung des etablierten Gesundheitssystems hat sich im öffentlichen Bewusstsein das Bild vom menschlichen Körper als Maschine festgesetzt, die zu ständigem Versagen neigt, sofern sie nicht von Ärzten überwacht und mit Medikamenten behandelt wird. Der Gedanke, dass der Körper über natürliche Selbstheilungskräfte und die Tendenz, gesund zu bleiben, verfügt, ist nicht weit verbreitet, und die Menschen werden nicht dazu ermuntert, Vertrauen in den eigenen Organismus zu entwickeln. Der philosophische Irrtum, der dieser Denkweise zugrunde liegt, ist wieder der kartesische Dualismus und die daraus resultierende Neigung, den eigenen Körper als Maschine zu betrachten und die eigene Person mit dem Geist und nicht mit dem gesamten Organismus gleichzusetzen. Die pharmazeutische Industrie, deren vorrangiges Interesse nicht darin liegt, Menschen gesund zu erhalten, sondern ihnen Produkte zu verkaufen, sorgt mit ihrem starken Einfluss dafür, dass dieser Irrtum fortbesteht.«³⁵

Die heute verbreiteten Versprechungen der Medizin, eine immer längere Lebensdauer der Menschen erreichen zu können, sind zwiespältiger Art, denn sie orientieren vorerst auf rein quantitative Bestimmungen. Ein längeres Leben ist erst dann für die Menschen ein Positivum, wenn es ihnen die Gesellschaft ermöglicht, dieses auch inhaltlich sinnvoll leben zu können.

Die oft vorschnellen Versprechungen über die Heilung schwerer Krankheiten und die Vermeidung von Erbkrankheiten durch die Gentechnik unterliegen oft einer reduktionistischen Denkweise. Doch gerade auf diesem Gebiet greift der Mensch in sehr komplizierte Netzwerke ein, deren Funktionsweisen noch lange nicht erkannt wurden, so dass die Wirkungen der einzelnen Eingriffe noch nicht vorhersehbar sind.

³⁵ Fritjof Capra: Die neue Physik und die wissenschaftliche Realität unserer Zeit. In: Der wissenschaftliche Kosmos. Freiburg i. Breisgau. S.28/29.

Dazu schreibt Capra: »Diese nichtlineare Verbundenheit lebender Organismen deutet darauf hin, dass die konventionellen Versuche der biomedizinischen Wissenschaft, Krankheiten mit einzelnen Ursachen zu assoziieren, höchst problematisch sind«. Sie zeigt ferner auf, wie trügerisch der »genetische Determinismus« ist, also der Glaube, dass die verschiedenen physischen oder psychischen Eigenarten eines individuellen Organismus von seiner genetischen Ausstattung »kontrolliert« oder »diktiert« werden. Das Systembild macht deutlich, dass die Gene das Funktionieren eines Organismus nicht so ausschließlich bestimmen wie Federn und Rädchen das bei einem Uhrwerk tun. »Gene sind vielmehr integrale Teile eines geordneten Ganzen und passen sich entsprechend dessen systemhafter Organisation an.«³⁶

Die Menschen haben noch nicht einmal gelernt, die Folgen ihrer Eingriffe in die unbelebte Natur zu erkennen und zu beherrschen; und in ihrer Mehrheit sind sie bis heute auch noch nicht gewillt, den bis jetzt bekannten negativen Folgen gegenzusteuern. Viel schwerer erkennbar und schwerwiegender aber sind die Folgen bei Eingriffen in die Struktur der belebten Natur. Die gegenwärtig propagierte Art der Eingriffe in diese höchst komplexen Netzwerke nach der reduktionistischen Methode schwört unabsehbare und unkontrollierbare Folgen herauf.

³⁶ Fritjof Capra: *Wendezeit*. S. 297/98.

Globaler Wandel und Herausforderungen an die Forschung der BRD

Die SPD-Grüne Bundesregierung hat sich verpflichtet, einen maßgeblichen Beitrag für eine weltweite nachhaltige Entwicklung zu leisten. Voraussetzungen dafür sind umfassende Kenntnisse über die grundlegenden Veränderung in Natur und Gesellschaft, die die Menschheit als Ganzes und auf längerer Sicht betreffen. Sie werden unter dem Begriff Globaler Wandel (Global Change) zusammengefasst. Es handelt sich um eine Vielzahl von Einzelphänomenen, die vielfach eng miteinander verbunden sind. In der Natur stattfindende Veränderungen sind beispielsweise der globale Klimawandel, die fortschreitende Bodenerosion, die Verschmutzung von Meeren und Küsten, der Verlust der biologischen Vielfalt. Der Mensch ist dabei immer beteiligt. Auslöser von vielen derartigen Veränderungen der von ihm geschaffenen Welt sind u.a. Industrialisierung, Verstädterung, Bevölkerungswachstum, Verschlechterung der sozialökonomischen Situation in vielen Ländern und das weltweite Anwachsen der Kluft zwischen »Arm und Reich«. Im Jahr 2050 werden rund 50 Prozent mehr Menschen die Erde bevölkern, etwa vier Fünftel davon in den Schwellen- und Entwicklungsländern. Gegenwärtig lebt die Hälfte der Erdbevölkerung von weniger als zwei Dollar am Tag. Die amerikanischen Millionäre sind heute reicher, als die 46 ärmsten Staaten der Welt zusammen. - Auch weltweiter Handel und Transport beeinflussen die Umwelt.

Der Mensch ist gleichzeitig auch Betroffener, der mit den Auswirkungen der Globalisierung leben muss. Kein Land kann sich dem globalen Wandel dauerhaft entziehen, auch die BRD nicht.

Einen grundlegenden Beitrag, um den Herausforderungen der Globalisierung zu begegnen, muss die Forschung leisten. Die Forschung zum Globalen Wandel erfordert interdisziplinäre und internationale Zusammenarbeit. Sie hat die Aufgabe, globale Veränderungen zu erfassen und zu werten, Zukunftsfragen zu beantworten sowie politische und wirtschaftliche Handlungsoptionen aufzuzeigen, die die weltweite nachhaltige Entwicklung fördern.¹

¹ Bundesministerium für Bildung und Forschung: Forschung zum Globalen Wandel – Wissen für die Zukunft der Erde. Berlin 2001, S. 31

Es gilt, »Projekte zu entwickeln und umzusetzen, die zwischen ökologischen, ökonomischen und sozialen Belangen optimieren. Neben dem Schutz der Umwelt sollen von ihnen auch Impulse für Wirtschaft und Beschäftigung ausgehen.«² Diese Kriterien dienen dem Bundesministerium für Bildung und Forschung (BMBF) als Leitmotiv bei der Förderung von Forschungsvorhaben, die die weltweite nachhaltige Entwicklung im Prozess der Globalisierung beschleunigen sollen. Der Terminus »Nachhaltigkeit« wurde 1987 zum ersten Mal formuliert. Damals machte die Weltkommission der UNO für Umwelt und Entwicklung den ursprünglich aus der Forstwirtschaft stammenden Begriff der nachhaltigen Entwicklung zum Leitmotiv für ihren Bericht »Unsere gemeinsame Zukunft«. Darin wird Nachhaltigkeit definiert als eine Entwicklung, die die Bedürfnisse der Gegenwart befriedigt, ohne zu riskieren, dass künftige Generationen ihre eigene Entwicklung nicht befriedigen können.³ Zugleich hat sich die Bedeutung des Begriffs »Nachhaltigkeit« erweitert. »Nachhaltige Entwicklung heißt, Umweltgesichtspunkte gleichberechtigt mit sozialen und wirtschaftlichen Gesichtspunkten zu berücksichtigen.«⁴

Beim sogenannten Erdgipfel 1992 in Rio de Janeiro stand die nachhaltige Entwicklung im Mittelpunkt aller Diskussionen. Sie prägt seither zahlreiche Aktivitäten. Viele Nationen, Regionen und Kommunen, haben Nachhaltigkeit als gesellschaftliches Leitbild anerkannt und entsprechende Strategien entworfen. Auch in Deutschland gibt es zahlreiche Initiativen. Bis Mitte 2001 gab es bereits fast 2000 Kommunen mit Beschlüssen zur Erarbeitung einer lokalen Agenda.

Dazu gehört u.a. die »ökologische Modellstadt Taucha« in Sachsen, die bis zum Jahr 2005 Möglichkeiten einer nachhaltigen Stadtentwicklung erprobt.

Die Bundesregierung hat 2002 den »Rat für Nachhaltige Entwicklung« als unabhängiges Gremium berufen, dem 17 Persönlichkeiten des öffentlichen Lebens angehören. Es hat drei Arbeitsgruppen gebildet,

- Energie und Klima,
- Mobilität,
- Landwirtschaft, Ernährung, Gesundheit und Umwelt.⁵

² Impulse für die Zukunft. Rat für Nachhaltige Entwicklung. Berlin. 2001, S. 4.

³ Impulse für die Zukunft. S. 2.

⁴ Impulse für die Zukunft. S. 2

⁵ Impulse für die Zukunft. S. 5.

Dieses Gremium hat sich zum Ziel gesetzt, konkrete Handlungsfelder zu benennen und Projekte vorzuschlagen, mit denen Konzepte zur Nachhaltigkeit in die praktische Politik umgesetzt werden können und von denen Impulse für Wirtschaft und Beschäftigung ausgehen. Gleichzeitig hat das Gremium die Aufgabe, eine nationale Nachhaltigkeitsstrategie zu erarbeiten, deren Verabschiedung bis zum Jahresende 2003 durch die Bundesregierung geplant wurde.

Unter dem Leitmotiv »Nachhaltiges Wachstum« hat das Bundesministerium für Bildung und Forschung (BMBF) Fördermaßnahmen zur Umweltforschung, zu den Sozial- und Wirtschaftswissenschaften, der Wissenschaftsforschung sowie zur sozialökologischen und zur Friedensforschung neu zusammengefasst.⁶ Zugleich setzt das BMBF thematische Schwerpunkte, um die Forschung zum Globalen Wandel auf die vordringlichsten Aufgaben zu konzentrieren und um die vorhandenen finanziellen Mittel effizient einsetzen zu können.

Diese Schwerpunkte sind:

- Klimaforschung
- Atmosphärenforschung
- Biodiversitäts- und Biosphärenforschung
- Erforschung des globalen Wasserkreislaufs
- Meeres- und Polarforschung
- Geowissenschaftliche Forschung

Die genannten Bereiche erfassen alle natürlichen Systeme. Hinzu treten Querschnittsuntersuchungen zur sozialökologischen Forschung, zur Umwelt und Gesundheit, sowie zur Friedens- und Konfliktforschung.

ZUR KLIMAFORSCHUNG

Die Förderung des BMBF von Forschungsprojekten zur Klimaforschung hat zum Ziel, das Wissen über die Funktion und die Belastungsgrenzen des Klimasystems zu verbessern sowie die Auswirkungen von Klimaveränderungen auf unsere Gesellschaft zu untersuchen und Politik, Wirtschaft und Gesellschaft, Handlungsorientierungen zu vermitteln.

Die Prozesse im Klimasystem vollziehen sich in der Regel über längere Zeiträume. Sie sind globaler Natur, haben aber regional unterschiedliche Ausprägungen. Viele

⁶ Bundesministerium für Bildung und Forschung. S. 31.

Fragen sind noch offen, wie z.B. die genaue Rolle der Weltmeere und ihre Wechselwirkung mit der Atmosphäre der Klimaentwicklung. Eine der zentralen Herausforderungen der Forschung zum Globalen Wandel in den nächsten Jahren besteht darin, zu untersuchen, wie die natürlichen und die von Menschenhand verursachten Prozesse in den Ökosystemen zusammenwirken, die u.a. zum Temperaturanstieg führen, wie sie global und regional wirken und welche wirtschaftlichen und sozialen Folgen hieraus resultieren. Die Forschung hat zugleich die Aufgabe, Strategien zur Gegensteuerung, zum Beispiel zum Klimaschutz, oder Anpassungsmaßnahmen an den Klimawandel zu entwickeln. Man spricht in diesem Zusammenhang von Klimaauswirkungs- und Klimafolgenforschung. Neben Veränderungen im Klimasystem selbst, werden sozialökonomische Aspekte zum Forschungsschwerpunkt. Eine zentrale Frage ist dabei der Anteil des Menschen an der Klimaveränderung. Menschliche (anthropogene) Aktivitäten erhöhen z.B. bekanntlich die atmosphärische Konzentration der Treibhausgase. Allein durch die Nutzung fossiler Rohstoffe wie Erdöl, Erdgas und Koks, werden der Atmosphäre jährlich rund 20 Milliarden Tonnen des wichtigen Treibhausgases Kohlendioxid zugeführt. In die Atmosphäre gelangen durch Landwirtschaft und Baumrodung tropischer Wälder weitere klimawirksame Gase, insbesondere Methan (CH_4) und Lachgas. Je nach Szenario, könnte in den nächsten 100 Jahren ein Anstieg der mittleren bodennahen Durchschnittstemperatur von $1,4^\circ\text{C}$ bis $5,8^\circ\text{C}$ erfolgen. Eine Erhöhung der mittleren Sommertemperaturen um $2\text{-}3^\circ\text{C}$, wird zur Verschiebung der Klimazonen führen. In Deutschland werden z.B. Hitzewellen mit Temperaturen bis zu 39°C , auf das Zehnfache zunehmen. Außerdem gilt als gesichert, dass sich in Westeuropa extreme Wetterereignisse, wie Stürme oder Starkregen, vervielfachen werden. Der mit der Erhöhung der Durchschnittstemperaturen verbundene Anstieg des Meeresspiegels zwischen 9 und 88 Zentimetern, wird darüber hinaus weltweit zu einer unmittelbaren Bedrohung der Küstenanrainer und Inselbewohner führen. Eine Folge des anthropologischen Treibhauseffekts ist auch die globale Ausbreitung von Krankheiten wie Denguefieber oder Malaria. Viele Wissenschaftler betrachten eine globale Erwärmung als das größte Umweltproblem des 21. Jahrhunderts.

Die internationale Staatengemeinschaft hat daher eine Rahmenkonvention zum Klimaschutz vereinbart und als ersten Schritt 1997 das Kyoto Protokoll verabschiedet. Es sieht zum ersten Mal Reduktionsziele für Staaten hinsichtlich des Ausstoßes von Treibhausgasen vor. Die Umsetzung dieses Protokolls in die Politik wurde jedoch bisher, vor allem durch den Unilateralismus der USA Regierung, blockiert. Die EU-

Kommission musste einräumen, dass das Kyoto-Ziel in der Europäischen Union, 1991 ein Minus von 5,2 Prozent, im Vergleich zum Vorjahr, zu erreichen, nicht realisiert wurde. Vertreter des deutschen Instituts für Wirtschaftsforschung bezweifeln, dass das Klimaschutzziel von Kyoto, bis zum Jahr 2005, im Vergleich zu 2000 eine 25prozentige CO₂ Reduktion durchzusetzen, in Europa verwirklicht werden kann.

Das BMBF hat zu Anfang des Jahres 2000 das deutsche Klimaforschungsprogramm »Klimaentwicklung vom Verständnis der Variabilität zur Prognose«, Steckbrief DEKLIM, veröffentlicht. Im Rahmen des Steckbriefs DEKLIM soll ein verbessertes Verständnis der natürlichen Klimavariabilität und Stabilität des Klimasystems erarbeitet werden. Dies ist die Voraussetzung für die Untersuchung des menschlichen Einflusses auf die Klimaentwicklung. Im einzelnen enthält das Programm folgende Themenschwerpunkte:

A Klimavariabilität

Dazu gehören u.a.

- Untersuchungen zum Zusammenspiel der klimatisch relevanten Teilsysteme der Erde (Atmosphäre, Ozeane, Eismassen, Erdkruste, Böden, Biosphäre und Wasserkreislauf)
- Beobachtung der derzeitigen Klimaentwicklung, Untersuchung des Treibhausgasausstoßes
- Natürliche Klimavariabilität und anthropologische Einflüsse

B Regionale Prozessstudien im Ostseeraum

Sie erfassen Energie und Wasserkreislauf, Wechselwirkungen zwischen Atmosphäre, Ostsee, Landoberflächen und Seen sowie zur Beeinflussung durch großräumige Klimaanomalien.

C Klimawirkungsforschung

Die Folgen der Klimaveränderungen für sozialökonomische Systeme fallen von Region zu Region unterschiedlich aus. Sie reichen von der Beeinflussung zahlreicher ökonomischer Aktivitäten und sozialer Bedingungen, über die Ausbreitung von Krankheiten, bis hin zu Veränderungen von Flora und Fauna. Der Punkt C des DEKLIM-Programms enthält daher auch Festlegungen zur Klimawirkungsforschung, z.B. Maßnahmen gegen die Folgen von Klimaänderungen sowie deren

Auswirkungen. Die Gesellschaft soll auf solche Auswirkungen vorbereitet werden und über entsprechendes Wissen zur Vorsorge und Vermeidung verfügen.

- D Methodische Aspekte der Weiterentwicklung von Klimamodellen, die sich an konkreten Anwendungen orientieren.⁷

Ein Zentrum für die Modellierung des Klimasystems ist das 1987 gegründete Deutsche Klimarechnungszentrum (DKRZ) Hamburg. Die Gesellschafter der GMBH sind die Max-Planck-Gesellschaft, die Universität Hamburg, sowie Großforschungseinrichtungen wie das Alfred-Wagner-Institut für Meeres- und Polarforschung in Bremerhaven und das niederländische Forschungszentrum Geeshacht (GKSS).

Alle Themenschwerpunkte des DEKLIM Modells werden interdisziplinär erarbeitet und sie sind in internationale Forschungsprogramme eingebunden.

ZUR MEERES- UND POLARFORSCHUNG

Zwischen der Klimaforschung und der Meeres- und Polarforschung bestehen enge Wechselbeziehungen. Für das Verständnis des globalen Klimageschehens ist daher die Meeres- und Polarforschung von außerordentlicher Wichtigkeit. Nahezu 71 Prozent der Erde sind mit Wasser bedeckt. Die Meeres- und Polarforschung soll Wissenslücken, z.B. über die Wasserzirkulation der Ozeane, über die Rolle der Pole im Klimageschehen, sowie der Meere als CO₂ Pumpe, schließen. Im Mittelpunkt steht auch hier die Frage, welchen Einfluss der Mensch auf die Zirkulation der Ozeane und damit auf die Klimaentwicklung hat. Küstengebiete sind seit jeher bevorzugte Siedlungsgebiete des Menschen. Heute leben ca. 40 % der Weltbevölkerung an Küsten oder in Küstennähe. Entsprechend hoch ist die Belastung der Meere durch Industrieabwässer, Landwirtschaft, Häfen und Tourismus. Gleichzeitig sind etwa 1 Million Menschen, überwiegend in Entwicklungsländern, auf Fisch als wichtigste Proteinquelle angewiesen. Mehr als die Hälfte aller Fischbestände in den Weltmeeren sind jedoch durch Überfischung bedroht.

Zur Erforschung der Klimavariabilität wurden vom BMBF folgende Forschungsschwerpunkte ausgeschrieben:

- Die Rolle der Ozeane und Pole im Klimasystem

⁷ Bundesministerium für Bildung und Forschung. S. 56.

- Ozeanische Quellen klimarelevante Spurengase, natürliche Störfaktoren im System Erde

Im Mittelpunkt steht die wissenschaftliche Anforderung, die Einflüsse des Menschen auf die Zirkulation der Ozeane und damit auf die Klimaentwicklung zu untersuchen.⁸

Den Meeres- und Polarforschern steht für ihre wissenschaftliche Arbeit eine umfangreiche technische Infrastruktur, u.a. sieben Forschungsschiffe, zwei Forschungsstationen in der Arktis und Antarktis, sowie die Ergebnisse der Fernerkundung durch Satelliten, zur Verfügung.

ZUR ATMOSPHÄRENFORSCHUNG

Die Atmosphäre transportiert bekanntlich lebenswichtige Stoffe. Sie steht im Austausch mit der Biosphäre und den Ozeanen. Sie verfügt über die Fähigkeit, sich selbst zu reinigen und sie stellt Regenwasser und gefilterte Sonnenstrahlen zur Verfügung. Ohne sie wäre kein Leben auf der Erde möglich. Nicht nur natürliche Faktoren, wie Vulkanausbrüche, verändern die chemische Zusammensetzung der Erdatmosphäre, sondern vor allem menschliche Einflüsse. Im letzten Jahrhundert stieg beispielsweise die durchschnittliche Konzentration an bodennahem Ozon, dem sogenannten Hintergrundozon, in Europa mindestens um den Faktor 4 an. In den hohen Luftschichten dagegen nahm der Ozongehalt ab. Der zusätzliche Treibhauseffekt sorgt z.B. für erhöhte Temperaturen und einen steigenden Meeresspiegel. Die Ausdünnung hat UV-Bestrahlung zur Folge, und der Sommersmog führt zu einer zunehmenden Ozonbelastung in Bodennähe.

Die Veränderungen in unserer Lufthülle stellen große Anforderungen an die Atmosphärenforschung. Um den komplexen Zusammenhängen besser zu entsprechen, werden bisher parallel laufende Förderschwerpunkte zur Troposphärenforschung, Ozonforschung, Aerosolforschung, das sind luftgetragene flüssige und feste Partikel, und »Schadstoffe in der Luftfahrt«, im Forschungsschwerpunkt »Atmosphärenforschung 2000«, Steckbrief AFO 2000, zusammengeführt. Dabei spielen folgende Aspekte eine wichtige Rolle:

- Forschungen zu physikalischen und chemischen Prozessen in der oberen Troposphäre und der mittleren Atmosphäre sowie deren Wechselwirkung mit Spurenstoffkreisläufen und Klimaveränderungen

⁸ Bundesministerium für Bildung und Forschung. S. 57.

- Besonderes Interesse gilt den Prozessen am Übergang zwischen Troposphäre und Stratosphäre, die eng mit dem Phänomen des Ozonabbaus und des Treibhauseffekts verknüpft sind.
- Untersuchungen zum Entstehen und zu den Auswirkungen der Aerosole auf Luftchemie und Klima sowie ihre Rolle als Indikatoren für Umweltverschmutzung, werden weiter intensiviert.
- Entwicklung und Bereitstellung von Prognoseinstrumenten und ihre beschleunigte Anwendung in der Praxis⁹

Eng mit der Atmosphärenforschung verbunden, sind Forschungen auf dem Gebiet der Geowissenschaften, den Wissenschaften von der Erde als System, d.h. das Zusammenwirken der Geosphäre, Kryosphäre, Hydrosphäre, Atmosphäre und Biosphäre. Zukunftskonzepte für unseren Planeten können vielfach erst aus dem Verständnis seiner geologischen Vergangenheit abgeleitet werden. Deshalb fördert das BMBF in einem Sonderprogramm dreizehn Schlüsselthemen, die in interdisziplinärer Zusammenarbeit mit anderen Wissenschaftsdisziplinen und der Industrie erarbeitet werden sollen. Es sollen Beiträge zu gesellschaftsrelevanten und ökologischen Problemen, wie die umweltverträgliche Gewinnung natürlicher Ressourcen, die Beurteilung extremer natürlicher Klimaschwankungen, zur Bedeutung von Gashydranten im globalen Kohlenstoffkreislauf, aber auch zum Schutz vor Naturkatastrophen mit Hilfe von Frühwarnsystemen, erarbeitet werden. Auch diese Forschungsarbeiten werden in internationaler Kooperation durchgeführt.

Wertvolle Beiträge über Umweltveränderungen liefern satellitengestützte Fernerkundungen. Das jüngste Beispiel liefert das rund 100 Mrd. Euro teure europäische 14-Länderprojekt, der Umweltsatellit ENVISAT, dessen Start im Februar 2002 erfolgte.

Ein Beispiel für institutionelle staatliche Förderung der Atmosphärenforschung ist das Institut für Physik der Atmosphäre am Standort Oberpfaffenhofen des Deutschen Zentrums für Luft- und Raumfahrt. Unter anderem werden dort die Transportprozesse in der unteren und der oberen Atmosphäre sowie die Auswirkungen von Schadstoffen und deren Konsequenzen für das Klima untersucht. Ein Schwerpunkt ist die aktive Fernerkundung der Atmosphäre hinsichtlich Windprofilen, Wasserdampf, Aerosole, Wolken und Ozon. Für die nötigen Messungen stehen u.a. Radar und Laserinstrumente

⁹ Bundesministerium für Bildung und Forschung. S. 61.

sowie speziell ausgerüstete Flugzeuge zur Verfügung. Auch Satellitendaten werden aufbereitet und ausgenutzt.

Die vom Institut für Physik der Atmosphäre gewonnenen Erkenntnisse, werden Politik und Wirtschaft im Rahmen der sogenannten vorsorgenden Untersuchung, z.B. zum Globalen Wandel, zum Einfluss der Luftfahrt auf die Atmosphäre, zu extremen Wetterereignissen, zur Verfügung gestellt.

ZUR BIOSPHÄREN- UND BIODIVERSITÄTSFORSCHUNG

Der Mensch und alle Lebewesen bewegen sich in einer belebten Umwelt, der Biosphäre. Die Erforschung ihrer Bestandteile und deren Wechselwirkung, bezeichnet man als Biosphärenforschung. Geht es speziell um die biologische Vielfalt, handelt es sich um Biodiversitätsforschung. Biodiversität erfasst die Artenvielfalt der Pflanzen, Tiere und Mikroorganismen, die ökologische Vielfalt ihrer Lebensräume und die genetische Vielfalt innerhalb einer Art. Diese Vielfalt ist heute auf allen drei Ebenen gefährdet. U.a. sind 10 – 50 Prozent aller weltweiten Tier- und Pflanzenarten vom Aussterben bedroht. Die Gründe dafür sind vor allem die Ausdehnung menschlicher Agrar- und Siedlungsflächen, die übermäßige Nutzung von natürlichen Ressourcen, das Abholzen der Wälder sowie die Intensivierung von Landwirtschaft und Fischerei. In Deutschland werden täglich 121 ha Boden mit neuen Wohn- und Gewerbegebieten, mit Straßen und Freizeitanlagen bebaut.

Die Erhaltung der biologischen Vielfalt und der Schutz der Biosphäre sind ebenso bedeutsam, wie der Klimaschutz. Das BMBF hat in den letzten Jahren seine Forschung auf diesem Gebiet erheblich verstärkt. Im Jahr 1999 wurde ein neues interdisziplinäres Forschungsprogramm »Biodiversität und Globaler Wandel«, Steckbrief BIOLOG, verabschiedet. Es umfasst Maßnahmen zur Förderung der Biotop-Artenschutz- und Genomforschung. BIOLOG ist ein längerfristiges Förderprogramm im Rahmen der UN Konvention über die biologische Vielfalt.

Forschungsschwerpunkte sind:

- Veränderungen der Biodiversität im Rahmen des Globalen Wandels
- Entwicklung und Verbesserung von Methoden zur Bestandsaufnahme der Artenvielfalt

- Entwicklung von Konzepten für die Wiedernutzbarmachung degradierter Gebiete, für den Erhalt der biologischen Ressourcen und deren nachhaltiger Nutzung durch den Menschen¹⁰

Von Anfang an werden ökonomische, soziokulturelle und juristische Aspekte des Verlusts an Artenvielfalt berücksichtigt (z.B. Tourismus, Bildung, Entwicklung einer nachhaltigen Landwirtschaft, internationales Artenschutzrecht, Patentierung).

In drei weiteren Förderprogrammen werden Funktionsweise und Entwicklung von Land- und Küstenökosystemen unter besonderer Berücksichtigung der anthropologischen Einflüsse untersucht. Zwei von diesen Programmen »Studies of Human Impact on Forests and Floodplains in the Tropics«, SHIFT, und »Mangrove Dynamics and Management in Brasil«, MADAM, werden gemeinsam mit brasilianischen Wissenschaftlern durchgeführt.

In diesen Forschungsvorhaben werden ausgewählte Wälder und Überschwemmungsgebiete Brasiliens einer Analyse grundsätzlicher ökosystemarer Einflüsse und ihrer Wechselwirkung mit menschlichen Einflüssen unterzogen. Im Sinne eines nachhaltigen Wachstums suchen die Programme SHIFT und MADAM nach Lösungen, um die sozialökonomische Situation der Menschen zu verbessern und gleichzeitig Regenwälder und Überschwemmungsgebiete weitgehend zu bewahren.

Das dritte Programm zur Untersuchung der Funktionsweise und Entwicklung von Land- und Küstensystemen unter besonderer Berücksichtigung der Einflussnahme des Menschen, ist der Steckbrief BIOTOP und Artenschutz.

Dieses Programm fördert Forschungs- und Entwicklungsarbeiten zur Erhaltung von Offenlandbiotopen und Biotopen (Äcker, Wiesen, Weiden, Küsten), die die Kulturlandschaften Mitteleuropas prägen. In Deutschland sind vor allem Mittelgebirgsstandorte, großräumige Feuchtgebiete, ehemalige militärische Übungsgebiete und Landschaften mit nährstoffarmen Böden, betroffen. Mögliche Lösungen sind z.B. Überflutungen der Flußauen, großflächige Beweidungssysteme u.a. Der gesamte Prozess wird wissenschaftlich begleitet. Von Anfang an wurden Akteure aus lokalen Behörden, Landwirtschaft und Naturschutz in den Gestaltungsprozess eingebunden.

Das BMBF fördert weiterhin Forschungen zum Wasserkreislauf im Prozess des Globalen Wandels.

¹⁰ Bundesministerium für Bildung und Forschung S. 62.

ZUR FORSCHUNG ZUM GLOBALEN WANDEL DES WASSERKREISLAUFS

Diese Forschungen werden durchgeführt, um Fragen nach Verfügbarkeit, Qualität und Verteilung von Wasser in unterschiedlichen Klimazonen beantworten zu können. Knappheit und Verschmutzung von Wasser werden in vielfältiger Weise durch den Menschen verursacht. Der Wasserverbrauch der Menschheit hat sich seit 1940 vervierfacht. Heute leben rund 2 Milliarden Menschen ohne Zugang zu sauberem Trinkwasser. Die Verknappung von Süßwasser kann zum Konfliktpotenzial werden. Das trifft insbesondere für den Nahen Osten zu. So bahnt sich beispielsweise zwischen Syrien und Irak einerseits, deren Wasservorräte kaum noch für die landwirtschaftliche Bewässerung reichen, und der Türkei andererseits, die durch den Bau von Staudämmen das Wasser kontrollieren kann, ein Interessenkonflikt an. Aufgabe der Forschung zum Wasserkreislauf muss es u.a. sein, die Entstehung derartiger Konflikte aufzudecken und Lösungsvorschläge zu erarbeiten.

Dieses Ziel stellt sich das Programm »Globaler Wandel des Wasserkreislaufs«, Steckbrief GLOWA. Es untersucht verschiedene Flusseinzugsgebiete in Europa, insbesondere der Elbe und der Donau, sowie in Nord- und Westafrika, die in enger Abstimmung mit Wissenschaftlern und Politikern in diesen Regionen durchgeführt werden. GLOWA orientiert auf folgende Forschungsschwerpunkte:

- Die Veränderung von Niederschlagsmengen, ihre natürlichen und anthropologischen Ursachen sowie deren Wirkung auf den Wasserkreislauf
- Die Wechselwirkungen zwischen Wasserkreislauf, Biosphäre, Landnutzung und sozialökonomischen Zusammenhängen, insbesondere die Beeinflussung der Verteilung und Qualität von Wasser durch politische, gesellschaftliche und ökonomische Bedingungen
- Die Konzipierung praktisch nutzbarer nachhaltiger Strategien der Wasserbewirtschaftung für Flusseinzugsgebiete und Regionen.¹¹

Ergänzt wird das Programm GLOWA durch das deutsch-brasilianische Kooperationsprojekt WAVES. Es untersucht ebenfalls Probleme, die mangelnde Verfügbarkeit von Wasser in Ökosystemen und in der Gesellschaft auslösen. Nur durch das Aufdecken der Ursache und der Folgen globaler Veränderungen des Wasserkreislaufs in unterschiedlichen Klimazonen, ist es möglich, Fragen nach Verfügbarkeit, Verteilung und

¹¹ Bundesministerium für Bildung und Forschung, S. 65.

Qualität zu beantworten und ein nachhaltiges zukunftsfähiges Management von Ökosystemen, Wasserkreisläufen und Gesellschaft zu konzipieren.

Neben der Untersuchung der anthropologischen Einflüsse auf die natürlichen Systeme im Prozess des Globalen Wandels gewinnt die Friedens- und Konfliktforschung eine zentrale Bedeutung.

ZUR KONFLIKT- UND FRIEDENSFORSCHUNG

Das Bundesministerium für Bildung und Forschung sieht eine enge und notwendige Beziehung zwischen Forschung zum Globalen Wandel und der Friedens- und Konfliktforschung. Globale Prozesse, Veränderungen der Umwelt, Bevölkerungswachstum, Ressourcenknappheit, Migration, millionenfaches Flüchtlingseleid sind mit weltpolitischen und weltwirtschaftlichen Konflikten verbunden.¹² Sie werden aber auch durch verstärkte Konflikte und Krisen beschleunigt. Den sichtbarsten Ausdruck einer großräumigen Umweltverschmutzung durch Krieg lieferte der Golfkrieg im Jahr 1991, als der Nahe Osten mit aggressiven Chemikalien aus den brennenden Ölquellen Kuweits überzogen wurde. Das ist auch bei regionalen Konflikten, wie in jüngster Zeit in Afghanistan und im Nahen Osten der Fall, wenn z.B. Treibstoffe versickern, Munition und Sprengkörper, die im Boden und im Grundwasser ihre Spuren hinterlassen und sich nur unter großen Anstrengungen und während eines längeren Zeitraumes, beseitigt werden können. Auch knappe Umweltressourcen, zur Neige gehende Trinkwasservorräte, übermutiltes Acker- und Weideland, sind ständige Konfliktstoffe in den Schwellen- und Entwicklungsländern. Hervorzuheben ist die Tatsache, dass Industriestaaten und Entwicklungsländer auf die gleichen Ressourcen angewiesen sind, und verstärkt um deren Nutzen konkurrieren. Da der Anteil der Weltbevölkerung, der im Süden lebt, bis zur Mitte dieses Jahrhunderts von 80 Prozent auf 90 Prozent ansteigt, werden sich die Spannungen zwischen Industriestaaten und den Entwicklungsländern extrem verschärfen. Auseinandersetzungen brechen nicht nur zwischen Staaten, sondern auch zwischen ethnischen und religiösen Bevölkerungsgruppen, zwischen Clans und Stammesverbänden, aus.

Das BMBF hat die Förderung der Friedens- und Konfliktforschung in das Leitbild einer umweltgerechten, nachhaltigen Entwicklung eingeordnet. Um diesen Anforderungen zu entsprechen, hat das BMBF die Friedens- und Konfliktforschung

¹² Bundesministerium für Bildung und Forschung. S. 67.

durch die Gründung einer Stiftung >>Deutsche Stiftung Friedensforschung<< (DSF) mit einem Satzungskapital von 25 Mio. Euro, auf eine finanzielle solide Basis gestellt. Das Potenzial der Friedens- und Konfliktforschung soll genutzt werden, um integrierte Strategien für ein nachhaltiges, vorausschauendes und zukunftsfähiges Management von Krisen und Konflikten, auf lokaler, regionaler – wie globaler Ebene – zu entwickeln. Die DSF soll als Kompetenz- und Integrationszentrum agieren. Sie führt selbst keine wissenschaftlichen Untersuchungen durch. Ihre Aufgabe ist es, die vorhandenen Potenziale zur Friedensforschung zu stärken und zum Aufbau neuer Kapazitäten an Hochschulen und außeruniversitären Forschungseinrichtungen beizutragen. Die von der DSF koordinierte Konflikt- und Friedensforschung soll Instrumente zur Früherkennung von Konflikten, zur Krisenprävention, sowie zur Rüstungskontrolle entwickeln. Eine wichtige Rolle spielt dabei die Bewältigung von Konflikten, die durch globale Veränderungen ausgelöst werden.¹³

Forderungen zur Nachhaltigkeit und zum Umweltschutz finden bei über 80 Prozent der Bevölkerung in Deutschland Zustimmung. Öffentliche Diskussionen zur Umwelt, die vielfach eine Reflexion von wissenschaftlichen Erkenntnissen zu globalen Veränderungen darstellen, üben auch Einfluss auf die Politik aus. In der BRD wurden Gesetze und Verordnungen zur Realisierung von internationalen Umweltabkommen, zum Beispiel zum Montrealer Protokoll über die Begrenzung der Substanzen, die die Ozonschicht abbauen, zum Genfer Luftreinhalteabkommen, zum Kyoto Protokoll, erlassen. In der im November 2000 unterzeichneten »Vereinbarung zwischen der Regierung der Bundesrepublik Deutschland und der deutschen Wirtschaft zur globalen Klimavorsorge« erklären die deutschen Unternehmer ihre Bereitschaft, die spezifischen pro produziertes Gut entstehenden Emissionen für alle sechs im Kyoto Protokoll genannten Treibhausgase bis 2012, im Vergleich zu 1990, um 35 Prozent zu verringern. Außerdem sagen sie zu, zusätzliche Anstrengungen bis 2005 zu unternehmen, um im Vergleich zu 1990 eine Senkung von CO₂ von 28 Prozent zu erzielen.¹⁴ Diese Vereinbarung erfasst 80 Prozent des Energieverbrauchs der Industrie, sowie weite Bereiche des Endenergieverbrauchs der Kleinunternehmer und der privaten Haushalte. In keinem anderen Industriestaat hat sich die Wirtschaft zu vergleichbaren

¹³ Bundesministerium für Bildung und Forschung. S. 67.

¹⁴ Joachim Ehrenberg: Das Problem des Klimawandels angehen. In: Unternehmen Europa. Brüssel 6-2002. S. 15.

Klimaschutzziele verpflichtet. Diese Vereinbarung ist, im Fall ihrer Realisierung, international beispielhaft.

Der Bundestag beruft zeitweilige Enquetekommissionen, die sich mit spezifischen Umweltfragen befassen, und die Bundesregierung ernannte einen wissenschaftlichen Beirat »Globale Umweltveränderungen«. Er hat die Aufgabe, die nationale und internationale Forschung zum Globalen Wandel auszuwerten sowie praktische Handlungsempfehlungen für Wissenschaft und Politik zu erarbeiten. Dennoch handelt es sich national und international lediglich um erste Schritte auf dem Weg der Bewältigung der globalen Probleme und der Nachhaltigkeit. Auf der Liste der wichtigsten politischen Themen rangiert in Deutschland z.B. der Umweltschutz auf Rang sechs. Die Entwicklungspolitik ist in den Industrieländern kaum ausgeprägt. Von der UNO beschlossene Dokumente, die die Industriestaaten verpflichten, 0.5 Prozent ihres Sozialprodukts für Entwicklungshilfe zu verwenden, werden nicht eingehalten. Deutschland verausgabt 0.27 Prozent, die USA 0.1 Prozent des Sozialprodukts, das sind 1 Mrd. US-Dollar, für Entwicklungshilfe. Die Hälfte der von der US Regierung für das Jahr 2002 veranschlagten Mittel für Rüstungsausgaben in Höhe von 392 Mrd. US-Dollar, würde dagegen ausreichen, um die Armut in der Welt zu halbieren. Im übrigen lebt auch in den USA jedes fünfte Kind in Armut.

Ökologische Prozesse wirken langwierig. Sie lassen sich häufig nur schwer rückgängig machen. Beschlossene Maßnahmen, z.B. zur Verminderung von Treibhausgasen, wirken sich z.B. erst in den nächsten Generationen aus.

Eine besondere Verantwortung für eine nachhaltige Entwicklung liegt bei den Industriestaaten. Oft wurde ihr wirtschaftliches Wachstum auf Kosten der Umwelt gesteigert. Heute verbraucht jeder Deutsche sieben Mal, jeder Amerikaner dreizehn Mal mehr Energie, als ein Bewohner der Entwicklungsländer.

Die notwendige Steigerung der Wirtschaftskraft der Entwicklungsländer erfordert u.a. ihre gleichberechtigte Position im Weltwirtschaftssystem sowie die Demokratisierung weltwirtschaftlicher Institutionen. (IWF, Weltbank, WTO). Sie darf nicht zu Lasten der kulturellen Vielfalt, der sozialen Zusammengehörigkeit, der ökologischen Besonderheiten und der einheimischen Ressourcen erfolgen. Noch mangelt es der Weltgesellschaft an der Bereitschaft, gemeinsam das Leitbild einer nachhaltigen Entwicklung zu realisieren. Zu einer gleichberechtigten, weltweiten Partnerschaft der Völker gibt es jedoch keine Alternative.

Genetik und ihre Anwendungen

Lebewesen entstehen durch Selbstreproduktion aus ihresgleichen. »Elternzeugung« oder »Fortpflanzung« nennt man diesen Vorgang. Für jedes Lebewesen gibt es ein anderes Lebewesen, das sein unmittelbarer Vorfahre, sein Elter ist, und dessen unmittelbarer Nachkomme, dessen Kind es ist. Bei den sich zweieltrig-sexuell reproduzierenden Lebewesen, zu denen die Menschen gehören, sind die Kinder unmittelbare Nachkommen eines Elternpaares. Erfahrungsgemäß sind die Kinder ihren Eltern, die Nachkommen ihren Vorfahren ähnlich. Das lässt darauf schließen, dass die Eltern ihren Kindern bei der Zeugung etwas mitgeben, aus dem diese Ähnlichkeit resultiert und das bedingt, was in physischer und psychischer Hinsicht unter bestimmten Lebensumständen aus ihnen wird oder werden kann. Dieser Vorgang der Übertragung von etwas, auf dem die Ähnlichkeit von Vorfahren und Nachkommen beruht, heißt Vererbung und die Wissenschaft von der Vererbung ist die Genetik. Doch lange vor der Entstehung dieser Wissenschaft gab es Vorstellungen über die Vererbung, die auch heute noch nachwirken.

ZWEI KONZEPTIONEN DER VERERBUNG

Seit alters herrschten bei Gebildeten und Ungebildeten Vorstellungen, die darauf hinauslaufen, dass der tierliche Keim und der pflanzliche Samen gleichsam einen konzentrierten Auszug aus den elterlichen Organismen enthalten, wie sie zur Zeit der Zeugung beschaffen waren. Aus diesem Extrakt, so glaubte man, entstehe der seinen Eltern ähnliche neue Organismus. Manche Autoren, zuletzt noch Charles Darwin in seiner provisorischen Pangenesis-Hypothese, gestalteten diese Auffassung durch Vorstellungen über in den Teilen der Lebewesen gebildete Partikel aus, die in die Keimzellen gelangen und dort das Ausgangsmaterial für die Fortpflanzung bilden. Eben diese Auffassung lag auch dem Glauben an eine Vererbung während der Individualentwicklung erworbener Eigenschaften zugrunde, bis zur Konsequenz einer Vererbung von Verstümmelungen. »... man soll z.B. eine schwanzlose Hunderrasse dadurch gezogen haben, dass man mehrere Generationen hindurch beiden Geschlechtern des Hundes den Schwanz abschnitt. Nach Stöckhard kam hier in der

Nähe von Jena auf einem Gut der Fall vor, dass beim unvorsichtigen Zuschlagen des Stalltores einem Zuchtstier der Schwanz an der Wurzel abgequetscht wurde, und die von diesem Stier erzeugten Kälber wurden sämtlich schwanzlos geboren. Neuerdings sind bestätigende Beobachtungen über diese Erscheinung bei Hunden, Katzen und Mäusen von fünf verschiedenen Beobachtern mitgeteilt worden«, erzählte beispielsweise Ernst Haeckel¹.

Es ist die Konzeption der *unmittelbaren Vererbung*, von der hier die Rede ist. Der Glauben an eine Vererbung erworbener Eigenschaften wird gewöhnlich »Lamarckismus« genannt, doch geht er keineswegs auf Jean Baptiste Lamarck zurück. Dieser hatte nur, wie noch manch anderer nach ihm, bis zu Darwin und Haeckel, in die Wissenschaft übernommen, was allgemein für eine Tatsache gehalten wurde. Zuletzt lag die Konzeption der unmittelbaren Vererbung mit ihrer Weiterung von der Vererbung erworbener Eigenschaften noch der so genannten Mitschurin-Biologie zugrunde, einer Pseudowissenschaft, die Trofim D. Lyssenko und seine Anhänger mit der Unterstützung Stalins, der KPdSU und des Sowjetstaates, einschließlich seiner Geheimpolizei, etabliert hatten.² Die Vertreter dieser Richtung beriefen sich auch auf Marx und den dialektischen Materialismus. Manche glauben ihnen das bis heute als berechtigt, die den pseudowissenschaftlichen Charakter des Lyssenkoismus durchschauen und diese Bezugnahme als Argument gegen die marxistische Philosophie benutzen. So ist vermerkwürdig, wenn der berühmte US-amerikanische Evolutionsbiologe Ernst Mayr feststellt: »In Wirklichkeit hat Lyssenkos Pseudowissenschaft nichts mit dem dialektischen Materialismus zu tun. Dass er so viel staatliche Unterstützung erhielt, war seinem politischen Einfluss und der naturwissenschaftlichen Ignoranz von Stalin und Chruschtschow zuzuschreiben. Es wäre ein Fehler, Lyssenkos Ideen dem dialektischen Materialismus als schwarzen Fleck vorzuhalten.«³

Die naturwissenschaftliche Vererbungsforschung hat gezeigt, dass die Konzeption der unmittelbaren Vererbung mitsamt dem Glauben an eine Vererbung erworbener Eigenschaften rein spekulativen Charakter trägt und die Geschichten über eine Vererbung von Verstümmelungen in das Reich der Fabel verwiesen. Sie hat eine andere

¹ Ernst Haeckel: *Natürliche Schöpfungsgeschichte*. Berlin. 1909, S. 192.

² Rolf Löther: *Lyssenkoismus contra Genetik*. In: *Biologisches Zentralblatt* 115 (1996): 171-176.

³ Ernst Mayr: *Roots of Dialectical Materialism*. In: *Na perelome. Sovjetskaja biologija v 20-30-godach*, Vyp. 1. Hrsg. von Eduard I. Kolcinskij. Sankt Petersburg 1997. S. 15 f.

Auffassung von der Vererbung bestätigt, die Konzeption der *vermittelten Vererbung*. Diese besagt, dass die Vererbung die Funktion besonderer materieller Vererbungsträger ist. Diese bestehen aus diskreten Einheiten, bedingen während der Individualentwicklung der Lebewesen die Ausformung bestimmter Eigenschaften und werden in der Generationenfolge in spezifischer Kontinuität weitergegeben. Darauf beruht die Ähnlichkeit zwischen Eltern und Kindern, Vorfahren und Nachkommen. Diese Konzeption wird hin und wieder seit dem Altertum angedeutet, so in Lukrez' »De rerum natura« sowie bei Tscharaka im altindischen Ayurveda und dann wissenschaftlich begründet und detailliert ausgeführt in der heutigen Genetik.

Als Geburtsurkunde der Genetik gilt bekanntlich Johann Gregor Mendels Abhandlung »Versuche über Pflanzen-Hybriden«, die er im Februar und März 1865 dem »Naturforschenden Verein in Brünn« vorgetragen hatte und die im folgenden Jahr in der Vereinszeitschrift erschien. Darin berichtete er über seine Kreuzungsexperimente mit Erbsenpflanzen, die zur Entdeckung der nach ihm benannten Vererbungsgesetze führte. Als Jahr, in dem die Genetik begründet wurde, gilt jedoch das Jahr 1900, in dem Hugo de Vries, Carl Correns und Erich von Tschermak-Seysenegg mitteilten, dass sie durch eigene Experimente zu Ergebnissen gelangt waren, die denen Mendels entsprachen, und zugleich Mendel für die Biologie entdeckt wurde. Mendels Rolle in der Wissenschaftsgeschichte ist nicht einfach auf einen Begriff zu bringen. »Er ist kein Vorläufer. Ein Vorläufer ist ganz zweifellos jemand, der allen seinen Zeitgenossen vorausgeht, aber er ist auch jemand, der auf einer Strecke halt macht, auf der andere nach ihm bis ans Ende gehen. Mendel ist jedoch bis ans Ende gegangen. Er ist auch kein Gründer, denn ein Gründer könnte nicht von denen ignoriert werden, die auf den von ihm gelegten Fundamenten ein Gebäude errichten. Muss man sich in Ermangelung einer passenden Kategorie mit einem Bild begnügen und sagen, dass es mit dem wissenschaftlichen Werk Mendels gerade so ist, wie mit einem zu früh geborenen Kind, das man hat sterben lassen, weil man nicht darauf vorbereitet war, es zu empfangen?«, schrieb der französische Wissenschaftshistoriker und Epistemologe Georges Canguilhem.⁴ So erscheint es als eine Art postume Wiedergutmachung, wenn Mendel als Begründer der Genetik geehrt wird, deren Geschichte im Jahre 1900 begann.⁵

⁴ Georges Canguilhem: Wissenschaftsgeschichte und Epistemologie. Gesammelte Aufsätze. Frankfurt/Main. 1979, S. 143.

⁵ Evelyn Fox Keller: Das Jahrhundert des Gens. Frankfurt am Main, New York. 2001.

Als ein Fazit der in der Frühzeit der mikroskopischen Anatomie im 17. Jahrhundert einsetzenden Zellforschung definierte der Anatom Max Schultze im Jahr 1861: »Eine Zelle ist ein Klümpchen Protoplasma, in dessen Inneren ein Kern liegt.«⁶ Mendel schrieb 1865: »Die unterscheidenden Merkmale zweier Pflanzen können zuletzt doch nur auf Differenzen in der Beschaffenheit und Gruppierung der Elemente beruhen, welche in den Grundzellen derselben in lebendiger Wechselwirkung stehen.«⁷ Letztlich sind es diese Elemente, die der dänische Vererbungsforscher Wilhelm Johannsen später »Gene« nannte, und die Mendelschen Vererbungsgesetze sind statistische Gesetze der Verteilung von Genen in aufeinanderfolgenden Generationen in Populationen (Fortpflanzungsgemeinschaften) sich zweieltrig-sexuell reproduzierender Lebewesen. Die Fortschritte der Zellforschung seit den 60er Jahren des 19. Jahrhunderts aber bestanden zu einem guten Teil in der Entdeckung der Strukturen und Prozesse der Zellen, auf die sich die Befunde der mendelistischen Kreuzungsexperimente zurückführen ließen, also Chromosomen, Zellteilungen (Mitose und Meiose) und Befruchtung. Dieser wissenschaftshistorische Vorgang ging mit reger Hypothesenbildung über das materielle Substrat der Vererbung in den Zellen, seiner Lokalisation, Struktur und Funktion, einher. Am Ende dieses Vorgangs stand die Gen- und Chromosomentheorie der Vererbung, in der die Ergebnisse des Mendelismus und der Zellforschung zur Synthese geführt wurden und mit der die klassische Genetik begann. In ihr begann die experimentelle Erforschung auch der Erbänderungen (Mutationen), nachdem Hermann Joseph Muller 1926 die mutagene Wirkung von Röntgenstrahlen entdeckt hatte. Was die Angelegenheit mit der Vererbung erworbener Eigenschaften betrifft, wurde durch die klassische Genetik klargestellt, dass nicht Eigenschaften, sondern Gene vererbt werden. Die Eigenschaften der Organismen bilden sich in der Wechselwirkung von Genen und Umwelt heraus. Daraus folgt, dass eine Einteilung der Eigenschaften in ererbte und erworbene nicht möglich ist, und dass das Problem der Vererbung erworbener Eigenschaften ein Scheinproblem ist.

⁶ Matthias Jacob Schleiden, Theodor Schwann, Max Schultze: *Klassische Schriften zur Zellenlehre*. Leipzig. 1987, S. 139 f.

⁷ Gregor Mendel: *Versuche über Pflanzen-Hybriden*. In: Gregor Johann Mendel 1822-1884. Hrsg. von Jaroslav Krfzenecký. Leipzig 1965. Jan Janko, Anna Matálová: *Johann Gregor Mendel (1822-1884)*. In: *Darwin & Co. Eine Geschichte der Biologie in Portraits*. Hrsg. von Ilse Jahn, Michael Schmitt. München 2001. Bd. I Rolf Löther: *Wegbereiter der Genetik – Gregor Johann Mendel und August Weismann*. Leipzig, Jena, Berlin. 1989.

VON DER KLASSISCHEN GENETIK ZUR GENOMFORSCHUNG

Die Untersuchung der Lebenserscheinungen war den Weg von den Organismen zu den Organen und weiter zu den Geweben und Zellen gegangen und hatte folgerichtig zu den innerzellulären Strukturen und Prozessen geführt. Schließlich gelangte sie auf die molekulare Ebene, auf der sich Biologie und Chemie trafen. Aus der Verbindung von organischer (Naturstoff-)Chemie und biologischer Fragestellung begann sich in der zweiten Hälfte des 19. Jahrhunderts die Biochemie herauszubilden. Richtungweisend erklärte der Biotheoretiker August Weismann: »Das Wesen der Vererbung beruht auf der Übertragung einer Kernsubstanz von spezifischer Molekularstruktur...«⁸. Schon 1869 hatte der Schweizer physiologische Chemiker Friedrich Miescher bei der Analyse von Eiterzellen im Laboratorium von Felix Hoppe-Seyler in Tübingen, dem ersten physiologisch-chemischen Laboratorium (physiologische Chemie war die medizinische Version von Biochemie), einen Stoff entdeckt, den er »Nuklein« nannte, und den er später in Basel aus dem Sperma von Lachsen gewann, die damals noch in großen Scharen zum Laichen rheinaufwärts zogen, und untersucht. Später wurde daraus die Desoxyribonukleinsäure (DNS) isoliert und analysiert, doch erst 1944 wurde diese von Oswald Avery (USA) als der Stoff identifiziert, aus dem die Gene bestehen und 1953 von den späteren Nobelpreisträgern Francis Crick und James Watson seine Molekularstruktur zu Ende aufgeklärt. Mit Averys Entdeckung begann die Molekulargenetik.

Die Makromoleküle der DNS bestehen aus Atomen der chemischen Elemente Kohlenstoff, Wasserstoff, Sauerstoff, Stickstoff und Phosphor, die in spezifischer Anordnung miteinander verknüpft sind. Ihre Funktion besteht darin, dass sie die Information (genetische Information oder Erbinformation) für die Reihenfolge der Aminosäuren tragen, aus denen die Proteine der Zelle aufgebaut sind. Kodiert ist diese Information in vier verschiedenen Untereinheiten der DNS-Makromoleküle und deren Abfolge, den Nukleotid-Basen Guanin (G), Cytosin (C), Thymin (T) und Adenin (A), ähnlich wie beispielsweise mittels des Morsealphabets Informationen durch Punkte, Striche und Zwischenräume kodiert werden. Gruppen aus drei Nukleotiden kodieren jeweils eine bestimmte Aminosäure, z.B. CCA die Aminosäure Glycin. 1965 war der

⁸ August Weismann: Die Continuität des Keimplasmas als eine Theorie der Vererbung.. Jena. 1892, S. 25.

genetische Kode im wesentlichen entschlüsselt. In der Proteinbiosynthese der Zelle wird genetische Information in Proteine umgesetzt, die Basensprache der DNS in die Aminosäurensprache der Eiweiße übertragen. Im System der Zelle wird auch die DNS repliziert. In der Aufeinanderfolge der Zellen und der Generationen der Lebewesen wird sie und damit die genetische Information weitergegeben.

In der klassischen Genetik galt die Lehrmeinung, dass jedes Gen an jeweils bestimmter Stelle auf einem bestimmten Chromosom seinen Ort hat und die Gene in der Aufeinanderfolge der Generationen bei der Fortpflanzung von den Vorfahren auf die Nachkommen übertragen werden. Beide Auffassungen wurden durch die Entdeckung von »springenden Genen«, transponiblen DNS-Fragmenten (Transposons) korrigiert. Solche beweglichen Elemente im Genbestand hatte die US-amerikanische Genetikerin Barbara McClintock bereits in den 40er Jahren des 20. Jahrhunderts bei Experimenten zur genetischen Regulation der Körnerfarbe des Mais entdeckt. Ihre Mitteilung darüber stieß auf Unverständnis, weil sie der herrschenden Lehrmeinung widersprach. Als richtig und bahnbrechend wurden ihre Befunde erst anerkannt, nachdem in den 70er Jahren bei Bakterien und Phagen bewegliche Träger genetischer Information festgestellt wurden, die sich ähnlich wie die von McClintock beschriebenen verhalten. »Springende Gene« wurden auch bei der Taufliege (*Drosophila*) und anderen Tieren entdeckt, ihre Beschaffenheit und Funktionsweise aufgeklärt. Inzwischen werden bei Eukaryonten und Prokaryonten bereits mehrere Klassen von Transposons unterschieden. Vielfach belegt ist, dass DNS-Elemente während der individuellen Entwicklung von Lebewesen ihre Position ändern. Und durch sie gibt es eine »horizontale« Übertragung von genetischer Information neben der »vertikalen« Informationsübertragung in der Generationenfolge. Horizontale Übertragung genetischer Information hat beispielsweise wesentliche Bedeutung für die Anpassung krankheitsserregender Bakterien an Antibiotika (Antibiotikaresistenz), die auf durch Plasmide vermittelten Genen beruht. Konjugative Übertragung von Plasmiden ist bei gramnegativen Bakterien prinzipiell zwischen allen Bakterien dieser großen Gruppe möglich, jedoch nicht zwischen gramnegativen und grampositiven Bakterien.

»Aus zwanzig Aminosäure-Buchstaben schuf die Natur eine Sprache, die – durch geringfügige Umstellungen der Nukleotiden-Silben – Phagen, Viren, Bakterien, Tyrannosaurier, Termiten, Kolibris, Wälder und Völker zum Ausdruck bringt – sofern sie nur genügend Zeit zur Verfügung hat«, schrieb der polnische Schriftsteller (und Philosoph)

Stanislaw Lem.⁹ »Diese so völlig atheoretische Sprache antizipiert nicht nur die Verhältnisse auf dem Grund der Ozeane und auf den Höhen der Berge, sondern auch den Quantencharakter des Lichts, die Thermodynamik, die Elektrochemie, die Echo-lokation, die Hydrostatik und Gott weiß was noch alles, was wir bisher nicht wissen! Sie tut das lediglich >praktisch<, denn alles bewirkend, versteht sie nichts – doch wie viel wirksamer ist ihre Vernunftlosigkeit als unsere Klugheit! Sie tut das fehlerhaft, sie ist ein verschwenderischer Verwalter von synthetischen Sätzen über die Eigenschaften der Welt, denn sie kennt deren statistische Natur und handelt gerade ihr entsprechend: einzelnen Sätzen misst sie keine Bedeutung bei – für sie zählt die gesamte milliarden-jährige Aussage. Wahrlich, es lohnt sich eine Sprache zu lernen, die Philosophen hervorbringt, während die unsere nur Philosophien erzeugt.«

Im Zusammenhang mit der Molekulargenetik sind eine Reihe neuer biologischer Arbeitsgebiete entstanden: die Genomforschung oder Genomik, die Proteinforschung oder Proteomik, die Bioinformatik und die Gentechnologie.

- Ziel der *Genomik* ist es, mit Hilfe von Robotern und Computern die DNS-Basenfolgen und Gene zu katalogisieren, welche die Lebewesen einer Art besitzen, die Funktion jedes Gens zu bestimmen und die Wechselbeziehungen zwischen den Genen aufzudecken.
- Die Genomik wird von der *Proteomik* ergänzt, der Bestandsaufnahme und Untersuchung der Proteine, die in den Genen des Genoms kodiert sind, ihrer Struktur und Funktion.
- Aufgabe der *Bioinformatik* ist es, die von der Genomik und zunehmend auch von der Proteomik gelieferte Datenflut zu verarbeiten, zunächst zu ordnen und zu verwalten. Diesem Zweck dienen große Datenbanken, die über das Internet zugänglich sind, in denen nach Informationen gesucht werden kann und in die neue Daten eingespeist werden können. Weiter geht es darum, die gespeicherten Daten in Wissen umzuwandeln: in den Basensequenzen der DNS Gene zu identifizieren und ihre Funktion aufzuklären, die Struktur und Funktion von Proteinen zu erkennen und die Wechselwirkung von Genen und von Proteinen in Computern zu simulieren.
- Unter *Gentechnologie* wird ein Komplex von Methoden und ihnen zugrundeliegenden Kenntnissen verstanden, die der Analyse, gezielten Veränderung und Neukombination von Genen sowie zellulären Mechanismen der Genaktivität

⁹ Stanislaw Lem: *Summa technologiae*. Berlin. 1980, S. 565 f. Zur Zeit sind 22 in Lebewesen vorkommende Aminosäuren bekannt.

(Replikation, Expression) dienen sowie deren Einschleusung in Zellen. Im weiteren Sinne werden auch Methoden der Zellfusion und der Manipulation von Gameten dazugezählt.

In Verbindung mit der Gentechnologie werden häufig zwei Gebiete genannt, die nicht zur Genetik gehören: das Klonen und die Stammzellforschung.

- Unter einem Klon versteht man in der Biologie eine Gesamtheit von Lebewesen und jedes ihrer Mitglieder, die durch eine Form von ungeschlechtlicher Fortpflanzung entstanden sind. Jede Erdbeer- oder Kartoffelsorte beispielsweise ist ein Klon. Klone sind im Prinzip genetisch identisch. Von *Klonen* oder *Klonieren* als Tätigkeit aber ist die Rede, wenn Wissenschaftler die ungeschlechtliche Vermehrung eines Lebewesens bewirken, z.B. die Erzeugung des berühmten Klon-Schafes Dolly.
- Stammzellen sind Zellen, denen auf dem Wege von der befruchteten Eizelle zum hochdifferenzierten, aus vielen Zellarten bestehenden Organismus mehr oder weniger große Differenzierungsmöglichkeiten eigen sind. Beim Menschen sind die Zellen bis zum 8-Zellenstadium totipotent, d.h. aus jeder Zelle kann ein Mensch werden. Im Blastocystenstadium lassen sich aus der Zellmasse pluripotente embryonale Stammzellen gewinnen, wobei der Embryo getötet wird. Adulte oder somatische Stammzellen gelten als multipotent. Bei adulten Stammzellen aus dem Knochenmark erwachsener Ratten und Mäuse konnte jüngst ein Differenzierungspotential nachgewiesen werden, das an das von embryonalen Stammzellen heranreicht. Auch Nabelschnurblut enthält Stammzellen. Von der *Stammzellforschung* wird viel für die regenerative Medizin erwartet, wobei gegen die Verwendung embryonaler Stammzellen wegen der dafür erforderlichen Tötung von menschlichen Embryonen schwerwiegende moralische Bedenken sprechen.

Klonieren und Stammzellforschung entstammen dem Komplex von Zellbiologie und Entwicklungsbiologie. Beim Klonieren kommt noch die Reproduktionsbiologie hinzu. Die Gentechnologie tritt mit diesen Gebieten in Beziehung, wenn es darum geht, Klone oder Stammzellen genetisch zu manipulieren.

BIOTECHNIK

Die großen Anwendungsgebiete der Genetik sind die Biotechnik und die Medizin. Biotechnik können wir mit dem Botaniker Hans Joachim Bogen als »die planmäßige

Indienststellung anderer Lebewesen«¹⁰ definieren. Doch weitete er den Begriff übermäßig aus, indem er auch biotische Phänomene, wie die sogenannten Pilzgärten von Ameisen und Termiten, einbezog, bei denen aber das Merkmal der Planmäßigkeit fehlen dürfte. Andererseits engte er ihn ein, indem er die Indienststellung anderer Lebewesen durch den Menschen auf »die Nutzung von (>gezähmten<) Mikroorganismen mit technischen Mitteln«¹¹ begrenzte. Diese Begrenzung ist heute in der Regel der Fall, wenn über Biotechnik und die dazugehörige Wissenschaft Biotechnologie gesprochen und geschrieben wird. Dabei bleibt die Landwirtschaft außen vor, desgleichen die Forstwirtschaft und die Aquakultur (Fischfarmen, Shrimpsfarmen und dergleichen), wo doch auch andere Lebewesen in den Dienst des Menschen gestellt werden, um – dies wäre bei Bogen zu ergänzen – materielle Güter zu produzieren.

Der Begriff der Biotechnologie wurde 1917 von dem ungarischen Agraringenieur Karl Ereky eingeführt. In seiner Schrift »Biotechnologie der Fleisch-, Fett- und Milcherzeugung im landwirtschaftlichen Großbetrieb« (1919) wies er »alle Arbeitsgänge, bei denen aus Rohstoffen mit Unterstützung lebender Organismen Konsumartikel erzeugt werden, dem Gebiete der Biotechnologie zu«¹². Den Begriff bildete Ereky in Analogie zur Chemischen Technologie. Der Agraringenieur wollte die traditionelle bäuerliche Wirtschaft durch eine kapitalistische Landwirtschaftsindustrie ersetzen, die auf wissenschaftlichen Erkenntnissen basiert. Seine Schweinemastbetriebe würden auch heute zu den größten Unternehmen ihrer Branche gehören. Die Schweine beschrieb er als »biotechnologische Arbeitsmaschinen«, die sorgfältig berechnete Futtermengen in Fleisch umwandeln. Nach dem 1. Weltkrieg war Ereky Ernährungsminister des konterrevolutionären ungarischen Horthy-Regimes.

Schon in den 20er Jahren des vorigen Jahrhunderts begann die Verschiebung des Begriffes »Biotechnologie« von der Landwirtschaft auf die mikrobiologische Industrie, während die Landwirtschaft weggelassen wurde, wie es heute die Regel ist. Das war auch nicht schwierig, handelt es sich doch wie in der Landwirtschaft um Stoffproduktion vermittelt biotischer Systeme und fällt unter Ereky's allgemeine Definition. In einer vom Bundesministerium für Bildung und Forschung herausgegebenen Schrift heißt es sogar irreführend: »Der Begriff >Biotechnologie< wurde 1919 von dem

¹⁰ Hans Joachim Bogen: Knaurs Buch der Biotechnik. Gezähmt für die Zukunft. München, Zürich. 1976, S. 12.

¹¹ Hans Joachim Bogen: Knaurs Buch der Biotechnik. S. 9.

¹² Robert Bud: Wie wir das Leben nutzbar machten. Ursprung und Entwicklung der Biotechnologie. Braunschweig, Wiesbaden. 1995, S. 35.

ungarischen Ingenieur Karl Ereky geprägt und als Summe aller Verfahren definiert, mit denen Produkte aus Rohstoffen unter Zuhilfenahme von Mikroorganismen [sic!] erzeugt werden.«¹³

In den 60er und 70er Jahren des 20. Jahrhunderts hatten es einige Dozenten aus dem landwirtschaftlichen Fachschulwesen der DDR unternommen, zur Ausbildung der Fachleute für industriemäßige Produktionsverfahren die Agrarproduktion in technologischer Hinsicht zu untersuchen und die Konzeption einer biologischen Technologie auszuarbeiten, die Landwirtschaft und mikrobiologische Industrie einbezieht.¹⁴ Es ist zu wünschen, dass dieser Ansatz wieder aufgenommen und kritisch und konstruktiv weitergeführt wird. Die Begriffe »Biotechnik« und »Biotechnologie« werden in diesem Vortrag jedenfalls generell auf die Stoffproduktion mittels biotischer Systeme bezogen, seien es die landwirtschaftliche Tier- und Pflanzenproduktion oder die mikrobiologische Industrie.

Nach diesem Verständnis wird mit der heute üblichen Verwendung des Begriffes »Biotechnologie« ein Zweig einer umfassenden biologischen Technologie hervorgehoben, in dem sich die Entwicklung der Biologie, wesentlich auch der Genetik, umwälzend auf die industrielle Produktion auswirkt. Es handelt sich um eine natur- und technikwissenschaftlich fundierte, anwendungsorientierte Wissenschaft, die sich mit der Nutzung der Biosyntheseleistungen lebender Zellen (Mikroorganismen, tierische und pflanzliche Zellen) oder daraus gewonnener Enzyme (Biokatalysatoren) zur Gewinnung und Umwandlung von Stoffen im Rahmen industrieller Produktionsverfahren oder zum Abbau oder zur Umwandlung von Schadstoffen im Rahmen des Umweltschutzes (Umwelt-Biotechnologie) befasst.¹⁵ Besonders betont wird die Verbindung der Biotechnologie mit der Technischen Chemie und der Verfahrenstechnologie.

¹³ Perspektiven moderner Biotechnologie und Gentechnik. Hrsg. vom Bundesministerium für Bildung und Forschung. Bonn. 2000, S. 7.

¹⁴ Fritz Haseloff: Einige biologisch-philosophische Probleme der biologischen Technologie in der Agrarproduktion. Phil. Diss. Humboldt-Universität. Berlin. 1971; H.-J. Holland, U. Nürnberg, L. Reinbrecht: Biologie – Agrarpopulation. Lehrbuch der Agraringenieurschulen. Berlin. 1977.

¹⁵ Rainer Buchholz: Biotechnik – eine alte und neue Technik. In: Jahrhundertwissenschaft Biologie?! Aktueller Stand der Biowissenschaften in Deutschland. Hrsg. von Paul Präve. Weinheim, New York, Basel, Cambridge 1992. Dieter Klämbt, Horst Kreiskott, Bruno Streit (Hrsg.): Angewandte Biologie. Weinheim, New York, Basel, Cambridge 1991. Alexander Schlutg: Umwelt-Biotechnologie. Mikroben für eine gesündere Umwelt. Leipzig, Jena, Berlin. 1990.

In der Geschichte der mikrobiologischen Biotechnologie werden verschiedene Etappen unterschieden. Als *Etappe der klassischen Biotechnologie* wird der viele Jahrtausende währende Zeitraum angesehen, in dem die Lebenstätigkeit von Mikroorganismen genutzt wurde, um Wein, Bier, Branntwein und Essig, Brot und Käse, Sauerkraut, saure Gurken und andere Produkte zu erzeugen, ohne etwas von Mikroorganismen zu wissen.

Die *Etappe der modernen Biotechnologie* begann in den 60er Jahren des 19. Jahrhunderts mit den mikrobiologischen Entdeckungen Louis Pasteurs und Robert Kochs. Sie ist durch die bewusste Nutzung und Beeinflussung von Mikroorganismen charakterisiert. Eingeleitet wurde sie durch die von Pasteur zwischen 1857 und 1860 angestellten Untersuchungen der alkoholischen und der Milchsäuregärung, die von Hefen bzw. Bakterien bewirkt werden. Die Untersuchungen waren von industrieller Seite angeregt worden und führten dazu, die Wein-, Bier- und Essigherstellung wissenschaftlich zu durchdringen und zu kontrollieren sowie die Konservierung und den Transport von Wein und Bier zu gewährleisten. In dieser Etappe kam es zur industriellen Herstellung von Produkten wie Milchsäure, Buttersäure, Zitronensäure u.a., Zitronensäure beispielsweise mit Mutanten des Schimmelpilzes *Aspergillus niger*. Besonders hervorzuheben ist der Beginn der großtechnischen Gewinnung von Antibiotika, zuerst des Penicillins. In dieser Etappe begann auch die Anwendung der Genetik. Standardisierte Suchprogramme (screening) für neue Mikroorganismen sowie die züchterische Bearbeitung von Produktionsstämmen über den darwinistischen Mutation-Selektion-Mechanismus wurden eingeführt. Das geschah zuerst für die Antibiotika-Produktion, die wegweisend für weitere mikrobiologische Produkte wurde. Weiter ist die Einführung von Zellkulturtechniken und Enzymtechniken in den Produktionsprozess zu nennen.

Mitte der 70er Jahre des 20. Jahrhunderts begann schließlich die *Etappe der neuen Biotechnologie*, nachdem 1973 in den USA von Stanley N. Cohen und Anni Chang erstmals der horizontale Gentransfer von Lebewesen einer Art (*Staphylococcus-aureus*-Bakterien) in Lebewesen einer anderen Art (*Escherichia-coli*-Bakterien) gelungen war. Im selben Jahr übertrugen die beiden zusammen mit Herbert W. Boyen und seinen Mitarbeitern auch Frosch-Gene in *E. coli*-Bakterien. Damit begann die erfolgreiche Praxis der Gentechnik, während das Wie der Versuche grundlegend für die Methodik der Gentechnik wurde. Das Kennzeichen der neuen Biotechnologie besteht darin, dass die Möglichkeiten der Gentechnik genutzt und die Ergebnisse, so transgene Mikroorganismen und Zellkulturen, in technischen Prozessen eingesetzt werden. Über 40

Arzneimittel-Wirkstoffe und mehrere 100 Substanzen, die für die Diagnose von Krankheiten eingesetzt werden, werden heute weltweit auf gentechnischer Grundlage hergestellt. Gentechnik ist kein Produktionsverfahren. »Gentechnisch erzeugt« heißt vielmehr: mit gentechnisch veränderten, transgenen Organismen erzeugt.

Gentechnik und -technologie bilden die wesentliche innovative Komponente der industriellen Biotechnik und Biotechnologie in ihrer neuen Etappe, sind aber weder mit ihr identisch, noch auf sie beschränkt. Sie entstanden als Instrumentarium molekularbiologischer Grundlagenforschung und bleiben es, und sie haben weitere Anwendungsgebiete. Dazu gehört ihre innovative Rolle in der landwirtschaftlichen Tier- und Pflanzenzüchtung. Durch die Darwinsche Selektionstheorie und die Genetik wurde die seit der Entstehung von Ackerbau und Viehzucht empirisch betriebene Tier- und Pflanzenzüchtung während der ersten beiden Jahrzehnte des 20. Jahrhunderts zur angewandten Wissenschaft. »Landwirtschaftliche Zucht gehört zu jenen Leistungen, die den Menschen der Moderne auszeichnen – vielleicht nicht in der Sensationspresse, aber in der Realität. Durch den Einsatz selektiver Zuchtmethoden wurde die landwirtschaftliche Produktivität um ein Vielfaches gesteigert. Ein Großteil der gegenwärtigen Bevölkerung wäre gar nicht auf der Welt, gäbe es nicht die enormen Ertragszuwächse aufgrund der Anwendung wissenschaftlicher Zuchttechniken. Mit anderen Worten: Es waren Darwin und Mendel, die letztlich dafür verantwortlich sind, dass Malthus widerlegt wurde«, stellt der US-amerikanische Evolutionsbiologe Michael R. Rose fest.¹⁶ Mit der Erwähnung von Malthus spielt er auf dessen Ansicht von der Diskrepanz zwischen Bevölkerungswachstum und Nahrungsmittelerzeugung an.

Die Agrarwissenschaftler Frank Ordon und Wolfgang Friedt weisen darauf hin, dass die »klassischen«, auf Darwin und Mendel basierenden Züchtungsmethoden nach wie vor das Rückgrat der praktischen Pflanzenzüchtung darstellen, jedoch zunehmend Methoden und Techniken der Zell- und Molekularbiologie, einschließlich der Gentechnik, an Bedeutung gewinnen, die sie »biotechnologische« Methoden nennen. »Durch den Einsatz der Biotechnologie wird prinzipiell das Vorgehen in der Sortenzüchtung nicht verändert, d.h. neue Sorten entstehen nach wie vor durch (1) Schaffung von neuer Ausgangsvariation, (2) Selektion von Sortenkandidaten sowie (3) Vermehrung und Erhaltung dieser Sorten. In allen 3 Phasen der Sortenzüchtung eröffnen

¹⁶ Michael R. Rose: Darwins Schatten. Von Forschern, Finken und dem Bild der Welt. Stuttgart, München. 2001, S. 159.

jedoch biotechnologische Verfahren dem Pflanzenzüchter neue Wege...«, schreiben sie.¹⁷ (Im Sinne der in diesem Vortrag favorisierten Bedeutung von »Biotechnologie« wären auch die »klassischen« Züchtungsmethoden biotechnologische Methoden.)

Analoges wie für die Pflanzenzüchtung gilt auch für die Tierzüchtung. Große Erwartungen knüpfen sich an die Kombination der Gentechnik mit der Genomik und der Klonierung. Damit könnten zukünftig Gene mit von der Genomik erkundeter Funktion mittels Gentechnik gezielt in Genomen platziert und durch Klonieren vielzellige Tiere, speziell Säugetiere, damit ausgestattet werden. Mit diesen könnten dann ähnlich wie mit transgenen Mikroorganismen bestimmte Stoffe erzeugt werden, die ihrer Molekülgröße wegen nicht durch transgene Mikroorganismen produziert werden können. Heute schon werden beispielsweise aus der Milch gentechnisch veränderter Schafe therapeutisch wirksame Proteine gegen einige Blut- und Lungenkrankheiten gewonnen - »transgene« Landwirtschaft (farming) mit pharmazeutischem Nutzen, »Pharming« genannt.¹⁸ Das Komplement, die Pharmaproduktion mit gentechnisch veränderten Pflanzen, nennt man »Molecular Farming«. Solche Pflanzen sind ebenfalls in der Lage, große Eiweißmoleküle, z.B. komplexe menschliche Proteine, zu synthetisieren, oder auch antibakterielle Wirkstoffe, die nicht mit transgenen Bakterien erzeugt werden können. Bei transgenen Pflanzen werden z.B. die Blätter geerntet und die synthetisierten Stoffe daraus isoliert.

Wird bei der auf Darwin und Mendel fußenden Tier- und Pflanzenzüchtung Einfluss auf die vertikale Übertragung der Gene in der Generationenfolge gewonnen, wird mit der Gentechnik die horizontale Übertragung von Genen zwischen verschiedenartigen Lebewesen bewirkt. Der Einsatz der Gentechnik befindet sich erst am Anfang seiner Entwicklung. Ihre Nutzung für die Landwirtschaft, die so genannte »grüne Gentechnik« und ihr innewohnende Chancen und Gefahren bilden einen Schwerpunkt der Debatten um die Gentechnik.¹⁹ Gegen die Verwendung von Rohstoffen, die von transgenen

¹⁷ Frank Ordon, Wolfgang Friedt: Von Mendel zum Gentransfer. Grundlagen und aktuelle Methoden der Pflanzenzüchtung. Gelsenkirchen. 1998, S. 38.

¹⁸ Ian Wilmut, Keith Campbell, Colin Tudge: Dolly. Der Aufbruch ins biotechnische Zeitalter. München, Wien. 2000.

¹⁹ Hermann Englert, Robert B. Horsch, Margaret Mellon: Grüne Gentechnik. Risiko oder Rettung für die Welt. In: Spektrum der Wissenschaft. Oktober 2001. S. 56-65. Klaus-Dieter Jany, Claudia Kiener: Gentechnik und Lebensmittel. In: Biologie in unserer Zeit. 31 (2001) 6. S. 344-355. Kurt Reiprich, Joachim Tesch (Hrsg.): Effiziente Pflanzenproduktion mit Hilfe der Gentechnik? Pro & Kontra. Leipzig. 2000. Klaus Wöhrmann/Jürgen Tomiuk/Andreas Sentker: Früchte der Zukunft? Grüne Gentechnik. Weinheim. 1999.

Kulturpflanzen stammen, für Nahrungsmittel – von Gentechnik-Gegnern »Frankenstein-Food« genannt – sowie Züchtung und Anbau solcher Pflanzen wird heftig gestritten. Als Folge werden in Europa bislang keine transgenen Pflanzen kommerziell angebaut. Weltweit wachsen hingegen mittlerweile auf 53 Millionen Hektar gentechnisch veränderte Nutzpflanzen, deren Ernteprodukte über den Welthandel auch auf den europäischen Markt gelangen. Die »rote Gentechnik« der Pharmaproduktion ist inzwischen weithin akzeptiert. Mit »Pharming« und »Molecular Farming« verschwimmt allerdings die Abgrenzung von »roter« und »grüner« Gentechnik.

BIOWAFFEN

Es gibt noch ein weiteres Anwendungsgebiet der Biotechnologie, einschließlich der Gentechnologie, das der Öffentlichkeit weitgehend verborgen ist, vor allem sein aktueller Stand: die Indienststellung anderer Lebewesen, um Menschen an Leib und Leben zu schädigen und sie zu töten, die Entwicklung von Biowaffen und ihr Einsatz für Krieg und Terror.²⁰ Mit Biowaffen werden gezielt die Erreger tödlicher Infektionskrankheiten und biogene Giftstoffe verbreitet. Ihr Einsatzspektrum reicht von Anschlägen auf Einzelpersonen bis zur Auslösung von Seuchen und Massenvergiftungen. Auch zum Einsatz gegen Haustiere und Kulturpflanzen sind Biowaffen entwickelt worden, um Trag- und Zugtiere zu vernichten und Hungersnöte zu verursachen.

Biowaffen und biologische Kriegführung haben eine lange Geschichte und ihre klassische, moderne und neue Etappe. Hier können nur wenige Beispiele angeführt werden. Im Altertum warfen die Assyrer vom Mutterkornpilz befallene Roggenkörner in die Brunnen ihrer Feinde. Der Pilz bildet Substanzen, die zu schwersten Vergiftungserscheinungen führen. Die Römer vergifteten das Trinkwasser ihrer Feinde, indem sie Kadaver in ihre Brunnen warfen. In Kriegen des Mittelalters und der Neuzeit wurden die Leichen von Tieren und Menschen, die an ansteckenden Krankheiten gestorben waren, in feindliche Truppenlager und belagerte Städte geschleudert. Als die Tataren die Stadt Kaffa (heute Fedossija), eine genuesische Handelsniederlassung auf

²⁰ Wendy Barnaby: Biowaffen. Die unsichtbare Gefahr. München. 2002. Kurt Langbein, Christian Skalnik, Inge Smolek: Bioterror. Stuttgart, München. 2002. Judith Miller, Stephen Engelberg, William Broad: Virus. Die lautlose Bedrohung. München. 2002. J. R. Möse: Gefahr ohne Grenzen. Biowaffen. Leoben. 2002. Klaus Urban: Das heiße Erbe des Kalten Krieges. Hinterlassenschaften und Hinterbliebene. München. 2000. Als Einführung in die Thematik für LeserInnen mit starken Nerven sei auf Richard Prestons Thriller »Cobra«. München. 2000, verwiesen.

der Krim, belagerten und 1346 unter den Belagerten die Beulenpest ausbrach, beförderten sie die Pestleichen mit Wurfmaschinen in die Stadt. Die Verteidiger kapitulierten, pestinfizierte Einwohner flohen per Schiff nach Genua, Venedig und anderen Mittelmeerstädten und verbreiteten die Seuche. Den Tataren folgten immer wieder Nachahmungstätter im christlichen Abendland. Die Spanier kredenzten im 15. Jahrhundert ihren französischen Feinden Wein, der mit dem Blut von Leprakranken versetzt war. Spanische Konquistadoren im 16. Jahrhundert und britische Militärs im 18. Jahrhundert »beschenkten« Indianer mit Textilien, die von Pockenkranken stammten. Sie lösten damit Epidemien aus, denen ganze Stämme zum Opfer fielen.

Bis ins 19. Jahrhundert wurde benutzt, was vorgefunden wurde. Seit Beginn des 20. Jahrhunderts wurde die Entwicklung von Biowaffen auf wissenschaftlicher Grundlage vorangetrieben. Das Wissen über Mikroorganismen, biogene Gifte und Infektionskrankheiten sowie die Fortschritte der industriellen Biotechnologie wurden in den Dienst der biologischen Kriegsvorbereitung gestellt. Im 1. Weltkrieg verfügte das kaiserliche Deutschland bereits über diverse biologische Kampfmittel. Deutsche Geheimagenten infizierten in verschiedenen Ländern für die Alliierten bestimmte Pferde, Maulesel, Rinder und Schafe sowie Tierfutter mit Anthrax- und Rotz-Erregern. Für den Einsatz gegen Menschen wurde im 1. Weltkrieg Giftgas bevorzugt. Seit den 30er Jahren des vorigen Jahrhunderts betrieben die Japaner in der von ihnen okkupierten Mandschurei in großem Umfang die Entwicklung von Biowaffen. Dazu gehörten grausamste massenhafte Experimente an chinesischen Gefangenen. Lebensmittel- und Trinkwasservorräte ganzer chinesischer Städte wurden mit Anthrax, Cholera, Salmonellen und Pest verseucht. Nach dem Ende des 2. Weltkrieges werteten sowohl die USA als auch die Sowjetunion die japanischen Ergebnisse für ihre eigenen Biowaffenprogramme aus, die Bestandteil des Wettrüstens im Kalten Krieg waren. Während des Koreakrieges scheinen die USA prinzipielle Einsatzmöglichkeiten für Biowaffen getestet zu haben.

Ken Alibek, ehemals 1. stellvertretender Direktor von »Biopreparat«, dem sowjetischen Biowaffen-Kombinat, berichtet: In den vergangenen zwanzig Jahren ist es Wissenschaftlern gelungen, Antibiotika resistente Milzbrand-, Pest-, Tularämie- und Rotzkrankheitsstämme zu erzeugen. Die *Biopreparat*-Forschung hat bewiesen, dass die Virulenz von Viren und Bakterien mittels genetischer Manipulation gesteigert werden kann. Damit wurde der Weg für die Entwicklung von Pathogenen bereitet, die gegen existierende Impfstoffe immun sind. Das Arsenal eines zu einem biologischen Angriff entschlossenen Staates oder einer terroristischen Vereinigung könnte Kampfstoffe

enthalten, die auf folgenden Erreger basieren: Tularämie, Milzbrand, Q-Fieber, Fleckfieber, Pocken, Brucellose, Venezolanische Pferdeenzephalitis (VEE), Botulinum-Toxin, Dengue-Fieber, Frühsommermeningoenzephalitis (FSME), Lassafieber, Marburg, Ebola, dem Bolivianischen Hämorrhagischen Fieber (Machupo) und dem Argentinischen Hämorrhagischen Fieber (Junin), um nur einige zu nennen, die in unseren Labors erforscht wurden. Es könnte aber auch bis zu neurologischen Kampfstoffen reichen, die auf der Grundlage körpereigener chemischer Substanzen entwickelt wurden.

Es ist einfacher, einen biologischen Kampfstoff zu entwickeln als ein effektives System der Verteidigung gegen einen biologischen Angriff. Unserem gegenwärtigen Kenntnisstand zufolge können aus mindestens siebzig verschiedenen Arten Bakterien, Viren, Rickettsien und Pilzen Kampfstoffe produziert werden. »Eine zuverlässige Behandlung ist nur bei 20 bis 30 Prozent der Krankheiten, die sie verursachen, möglich.«²¹

Die Wirkung von Biowaffen geht weit über die unmittelbar Betroffenen hinaus, wie die Folgen der Anthrax-Briefe im Herbst 2001 in den USA gezeigt haben. Obwohl nur eine relativ geringe Personenzahl direkt betroffen war, hatten sie in den USA und weit darüber hinaus gravierende psychologische und wirtschaftliche Folgen. Die Einhaltung völkerrechtlicher Konventionen gegen Biowaffen setzt vor allem gegenseitiges Vertrauen und guten Willen voraus, die nur bedingt zu finden sind. Bei terroristischen Vereinigungen ist damit überhaupt nicht zu rechnen. Die Kontrolle ist schwierig, da die Erforschung, Entwicklung und Erzeugung biologischer Kampfstoffe durch die Doppelnutzung legitimer Forschungen und biotechnischer Produktionseinrichtungen kaschiert werden kann. Bioterror größeren Ausmaßes könnte nicht nur die Systeme der medizinischen Versorgung in den industriell entwickelten Ländern zusammenbrechen lassen.

VON DER MEDIZINISCHEN GENETIK ZUR GENETISCHEN MEDIZIN

Wie alle anderen Lebewesen unterliegt auch der Mensch den Gesetzen der Vererbung. Mit den erbbedingten Unterschieden zwischen den Menschen befasst sich die Hu-

²¹ Ken Alibek, Stephen Handelmann: Bioterror. Tod aus dem Labor. München. 2001, S. 339.

mangenetik.²² Mehr als 90 Prozent der modernen Humangenetik sind medizinische Genetik, beziehen sich auf die genetische Bedingtheit von Erkrankungen. Der englische Kinderarzt Archibald E. Garrod (1857-1936) hat mit seiner Analyse des Auftretens der *Alkaptonurie*, einer Stoffwechselkrankheit, in der Generationenfolge erstmals die Gültigkeit der Mendelschen Vererbungsgesetze für den Menschen belegt. Mit seinem Konzept der »Inborn errors of metabolism« begründete er eines der wichtigsten Arbeitsgebiete der heutigen medizinischen Genetik und Kinderheilkunde.²³ In hohem Maße basiert die Untersuchung der Vererbungsvorgänge beim Menschen auf Vergleichen mit anderen Lebewesen und darauf gegründeten Analogieschlüssen, da sich genetische Experimente mit Menschen verbieten. Medizinische Genetik dient der Diagnose und Therapie genetisch bedingter Krankheiten sowie der Aufklärung und Beratung betroffener Individuen und Familien, besonders im Hinblick auf das Risiko genetisch bedingt kranker Nachkommen, aber auch auf die Chance für gesunde Kinder. Der Vorbeugung von genetischen Defekten durch Maßnahmen des Umweltschutzes dient der Nachweis der Mutagenität von Chemikalien und Strahlen.

In Verbindung mit der Gentechnik entstand das Konzept der (somatischen) Gentherapie: Durch Gentransfer in Körperzellen sollen die Funktionen defekter Gene wiederhergestellt und unerwünschte Genfunktionen unterdrückt werden. Trotz einiger Anfangserfolge befindet sich die Gentherapie noch im Stadium experimenteller Grundlagenforschung. Wie der Biochemiker Volkmar Gieselmann resümiert, ist die Gentherapie »weit von einer Anwendung in der klinischen Routine entfernt. Es kann auf dieser Stufe nicht vorhergesagt werden, wie viele Erkrankungen durch Gentherapie geheilt oder zumindest günstig beeinflusst werden können. Man darf nicht vergessen, dass die Fortschritte auf dem Gebiet der Gentherapie, auf die wir zurückblicken können, in den letzten 10 Jahren erzielt worden sind. Verglichen mit anderen technischen Entwicklungen ist dies ein sehr kurzer Zeitraum. Von der Erfindung des Ottomotors bis zur Produktion von Fords »Tin Lizzy« als erstem Automobil für eine

²² Albert Jacquard: *Der Mensch und seine Gene*. Bergisch Gladbach. 1998. Anna M. Wobus, Ulrich Wobus (Hrsg.): *Genetik – Zwischen Furcht und Hoffnung*. Leipzig, Jena, Berlin. 1991. Heinrich Zankl: *Genetik. Von der Vererbungslehre zur Genmedizin*. München. 1998.

²³ Archibald E. Garrod: *The Incidence of Alkaptonuria: a Study in Chemical Individuality* (1902). In: Milan Sosna (ed.): *Fundamenta Genetica. The Revised Edition of Mendel's Classic Paper with a Collection of 27 Original Papers Published during the Rediscovery Era*. Oosterhout, Prague, Brno 1965. Peter Vosswinkel: *Der schwarze Urin. Vom Schrecknis zum Laborparameter*. Berlin. 1993.

breite Käuferschicht vergingen mehr als 30 Jahre. Bis zur Entwicklung der hochentwickelten Kraftwagen der Gegenwart vergingen weitere 70 Jahre. Eine ähnlich erfolgreiche Entwicklung der Gentherapie hätte ungeahnte Konsequenzen für die Behandlung einer Vielzahl von Erkrankungen. Daher sollten wir der Forschung im Bereich Gentherapie mindestens weitere 30 Jahre der Bewährung einräumen.«²⁴

Mitte Februar 2001 wurden die vorläufigen Ergebnisse der so genannten Entzifferung oder Entschlüsselung des Humangenoms, genauer: einer ersten Bestandsaufnahme der Basensequenzen des menschlichen Genoms, veröffentlicht. Demnach besteht die menschliche DNS aus knapp 3,2 Milliarden der Adenin-, Cytosin-, Guanin- und Thymin-Basen in wechselnder Aufeinanderfolge. Doch nur 1,5 Prozent davon bilden tatsächlich Gene, die den Aufbau von Proteinen bestimmen. Entgegen früheren Schätzungen, nach denen der Mensch 80 000 bis 120 000 Gene haben sollte, sind es nur rund 30 000. Von etwa 500 bis 1000 Genen ist die Funktion bekannt. Aus dem Umstand, dass im Menschen schätzungsweise bis zu 250 000 Proteine gebildet werden, folgt, dass das früher angenommene Verhältnis 1 Gen : 1 Protein nicht stimmen kann, sondern kompliziertere Verhältnisse vorliegen. Über die Roh-Sequenzierung des Genoms hinaus liegen inzwischen wesentlich genauere Angaben für drei der vier kleinsten Chromosomen des Menschen vor. Der größere Rest von 98,5 Prozent der menschlichen DNS-Basen besteht aus so genannter repetitiver DNS. Es sind verschlissene Viren- und Bakteriengenome, scheinbar funktionslose Genreste und zigtausendfach (bis zu 300 000 mal) wiederholte DNS-Fragmente. Ihre Charakteristik als »Informationsmüll« und »Schrott im Erbgut« könnte Ausdruck der Unwissenheit darüber sein, warum und wozu dieser Rest da ist. All das wird von Zelle zu Zelle und von Generation zu Generation weitergegeben. Die Entzifferung des Humangenoms steckt voller Probleme, und seine ausgiebig gefeierte Roh-Sequenzierung war ein erster Schritt auf dem langen Wege, es zu begreifen.

»Aus der Veröffentlichung der bloßen Buchstabenfolge der Erbsubstanz auf baldige medizinische Anwendungen zu spekulieren, bleibt Sciencefiction. Denn der Bauplan des Lebens ist ungleich komplizierter als nur die simple DNA-Sequenz. Nicht Gene allein, sondern eine ebenso geniale wie komplexe biochemische Zellmaschinerie steuert

²⁴ Volkmar Gieselmann: Gentherapie. In: Naturwissenschaftliche Rundschau. 54 (2001) 10. S. 518.

die Entwicklung eines Lebewesens«, vermerkt der Biologe Matthias Glaubrecht.²⁵ »Deshalb kennen wir selbst mit der vollständigen und fehlerfreien Entschlüsselung des gesamten Genoms eines Menschen bestenfalls die Bauanleitung der Instrumente des Orchesters, aber keineswegs die Partitur der Symphonie des Lebens.«

Andere Autoren hingegen stellen die Genomforschung als Heilsbringer vor. Ihre euphorischen Verheißungen für eine Zukunft, in der die Humangenetik zur Leitwissenschaft der Medizin geworden ist, scheinen eher die Finanzierungswünsche von Forschern und Firmen auszudrücken als die Wahrscheinlichkeit des Gelingens. So lässt der dem biomedizinisch-industriellen Komplex nahestehende Wissenschaftspublizist Nicholas Wade mit der Sequenzierung des Humangenoms ein neues Zeitalter der Medizin beginnen, das der genetischen Medizin. Da das Genom, wie er meint, die Betriebsanleitung des Menschen sei, werde man sich folglich mit dessen Kontrolle der Lebensvorgänge des Menschen bemächtigen. »Von nun an ist es möglich, den menschlichen Körper fast so vollständig zu verstehen, wie ein Ingenieur eine Maschine begreift. Mediziner können neue Methoden zur Reparatur der menschlichen Maschine entwickeln und werden in absehbarer Zeit fähig sein, die meisten, wenn nicht alle Mängel dieser Maschine zu beheben«, versichert er.²⁶

Ob solche genetische Medizin halt machen werde, wenn sie ihr Ziel vollkommener Gesundheit erreicht hat, hält Wade für fraglich. Denn auch an die Verbesserung anderer Eigenschaften sei zu denken und an die gentechnische Manipulation der Keimzellen (Keimbahntherapie), um Verbesserungen erblich zu fixieren, also an Eugenik. Damit erweist sich dieses Konzept der genetischen Medizin in der Konsequenz als neue Version der unheilvollen biologistischen Utopie von der Schaffung eines neuen, perfekten Menschen. Dass sie von wissenschaftlich nicht haltbaren Voraussetzungen ausgeht, hat sie mit ihren Vorgängern gemeinsam. Wie die historische Erfahrung lehrt, wird sie dadurch nicht ungefährlich. Konstitutiv für sie sind zwei Mythen: der Mythos von der bestimmenden Macht der Gene (»genetischer Determinismus«) und der Mythos, dass man das Leben im Griff habe, wenn man die Gene kontrollieren könne. Den Schutzumschlag von Wades Buch ziert der Spruch von Nobelpreisträger James D.

²⁵ Matthias Glaubrecht: Die ganze Welt ist eine Insel. Beobachtungen eines Evolutionsbiologen. Stuttgart, Leipzig. 2002, S. 13 f. Ludger Honnefelder, Peter Propping (Hrsg.): Was wissen wir, wenn wir das menschliche Genom kennen? Köln. 2001.

²⁶ Nicholas Wade: Das Genom-Projekt und die Neue Medizin. Berlin. 2001, S. 7.

Watson: »Früher haben wir gedacht, unser Schicksal stünde in den Sternen. Heute wissen wir, es liegt in den Genen.«

Während sich die alte Eugenik auf den Menschen nach der Geburt richtete, sich an der traditionellen Methode der Haustierzüchtung, der künstlichen Selektion, orientierte und sich vielfach staatlicher Zwangsmaßnahmen bediente, richtet sich die neue Eugenik - »Eugenik von unten«(Peter Propping), »liberale Eugenik« (Jürgen Habermas) – auf die Ungeborenen, setzt auf Genomik und Gentechnik und mit dem Angebot perfekten Nachwuchses auf die subtileren Zwänge des Marktes und der öffentlichen Meinung einer »Leistungsgesellschaft«, die Menschen mit Krankheit und physischer und/oder psychischer Beeinträchtigung diskriminiert. Der Angriff auf die Menschenwürde, die nicht abstuftbar oder an bestimmte Eigenschaften des menschlichen Lebens gebunden ist, ist dieser von der Genmythologie inspirierten Vorstellungswelt immanent.

HERBERT HÖRZ

Über die Einheit des naturwissenschaftlichen Weltbildes

1. PROBLEMSTELLUNG

Gibt es oder wünscht man sich überhaupt noch ein einheitliches naturwissenschaftliches oder wissenschaftliches Weltbild? Wegen der Skepsis gegenüber der Wissenschaft, die nur Teilerkenntnisse liefert, Modelle aufstellt und manchmal sogar die Einheit der Natur aus dem Blick verliert, werden Phänomene esoterisch erklärt, gefördert durch die Sensationssuche mancher Massenmedien, die wissenschaftliche Tätigkeiten vor allem in ihren Skandalen und Mängeln sehen. Wir haben es dazu mit einer Entsäkularisierung großen Ausmaßes zu tun, da ethische Fragen nach dem Sinn wissenschaftlich-technischen Fortschritts immer mehr in den Vordergrund drängen und manche Menschen wieder zurück zur Religion führen. Den Zweifel an einer wissenschaftlichen Welterklärung nutzen mit unterschiedlichen Zielen Scientology, Astrologie, Kreationismus und Sekten. Sie fördern wissenschaftsfremde bis -feindliche Tendenzen und verstärken die Ablehnung von Wissenschaft. Das ist einerseits eine Reaktion gegen einen einseitigen Scientismus und Rationalismus, der Sinnfragen sowie Glaube, Liebe und Hoffnung der Menschen ausklammert und die ästhetisch-anschauliche Aneignung der Wirklichkeit mit Bildern und Symbolen nicht berücksichtigt. Menschen sind nicht nur Verstandeswesen, sondern auch Moral- und Gestaltungswesen, die das Schöne, Gute und Wahre im Sinne der antiken Tradition suchen. Andererseits ist, gefördert durch neue Medien, ein Kulturverfall zu bemerken, der sich in der Missachtung von Kulturleistungen, in Menschenverachtung in Spiel und Leben, in der Entsolidarisierung durch Egoismus, im Halbwissen und in Spekulationen über Fremdartiges, Übersinnliches zeigt. Tiefgründiges Nachdenken über das, was die Welt im Innersten zusammenhält, weicht der virtuellen Gestaltung fremder Welten im Computer und der Suche nach leicht fassbaren Lebensnormen, wie Reichtum, Müßiggang, Befriedigung ausgefallener Bedürfnisse, der Depressionen und Gewaltbereitschaft entsprechen, wenn sich Gewünschtes nicht einstellt.

Insofern ist die Frage nach der Einheit des (natur)wissenschaftlichen Weltbildes nicht nur ein wissenschaftliches Problem. Wird es überhaupt gesucht und gebraucht? Werden Erkenntnisse dazu akzeptiert? Man kann denen zustimmen, die weiter auf die Wissenschaft setzen und meinen: »Es ist sicherlich besser, sich auf ein Denksystem

einzulassen, das für Skepsis und Objektivität kompromisslose Maßstäbe setzt, selbst wenn es nur eine partielle Beschreibung von Wirklichkeit liefern kann, als sich auf die unkritische Akzeptanz fertiger Weltbilder zurückzuziehen.«¹ Wissenschaftliche Erkenntnisse als Grundlage von Weltbildern sind eben doch, trotz aller Relativität und Unzulänglichkeit, der bessere Leitfaden für gezieltes Handeln, als das Versinken in Unerforschliches, in Mythen und Symbolen.

Zwar ist das Thema auf das naturwissenschaftliche Weltbild fixiert, doch es wird sich zeigen, dass jedes Naturbild zum Menschenbild wird. Es stehen historisch-konkrete erkennende und gestaltende Menschen als sozial organisierte Naturwesen der Natur gegenüber. Hinzu kommt eine immer größere Verflechtung von natürlichen, artifiziell-technischen, sozialen und mentalen Systemen, die isolierte Weltbilder für bestimmte Bereiche fast unmöglich macht. Wir werden uns deshalb wesentlich auf die Erkenntnis und Gestaltung der Natur, wie sie in Welterklärungen eine Rolle spielt, orientieren, doch den übergeordneten Gesichtspunkt eines einheitlichen Weltbilds nicht aus dem Auge verlieren. Wünschenswert wäre, ergänzend dazu, die Darstellung gesellschaftswissenschaftlicher Weltbilder in Geschichte und Gegenwart, die auf solche wesentlichen Aspekte eingehen müsste, wie die Entwicklung sozialer Bewegungen und Programme, die Determinanten historisch-konkreten menschlichen Erkennens und Handelns, die Differenzen zwischen programmatischen Zielen und wirklichen Resultaten, die gegenwärtigen Zukunftsvisionen mit attraktiven, realisierbaren Idealen einer zukünftigen humanen Gesellschaft, in der die Humankriterien einer sinnvollen Betätigung, einer persönlichkeitsfördernden Kommunikation, der Befriedigung materieller und kultureller Grundbedürfnisse, der Entfaltung individueller Fähigkeiten und der Integration Behinderter erfüllt sind.

Der Titel des Vortrags birgt mit der Frage nach den zu analysierenden Weltbildern eine Reihe weiterer damit zusammenhängender Probleme. Zuerst ist zu klären, was wir unter Weltbildern verstehen wollen. Dann geht es um weitere Fragen: Wie ist das Verhältnis von Wahrheit und Wirklichkeit zu verstehen? Was bedeutet Einheitssuche? Welche Typen von Weltbildern gab es in der Geschichte? Gibt es eine Ordnung der Welt? Welche Tendenzen existieren in der Wissenschaftsentwicklung, die zu einem einheitlichen Natur- und Menschenbild führen können? Ist ein Weltbild allein durch die Naturwissenschaft geprägt? Ich werde mich mit diesen sieben Fragen in den folgenden

¹ Paul Davies, John Gribbin: Auf dem Weg zur Weltformel. Berlin. 1997, S. 27.

Abschnitten befassen und Antworten anbieten, um sie dann als Fazit in sieben Thesen zusammenzufassen.

2. WAS VERSTEHEN WIR UNTER WELTBILDERN?

Wir sprechen vom Weltbild eines Menschen ebenso, wie von allgemeinen Weltbildern und den Weltbildern bestimmter Wissenschaften. So soll es hier um das naturwissenschaftliche Weltbild gehen, in das physikalische, chemische, biologische, geologische, physiologische u.a. Erkenntnisse eingehen müssten. Der Sprachwissenschaftler Fritz Mauthner meinte: »Wenn wir im Deutschen einem konkreten oder abstrakten Begriff die vier Buchstaben Welt- voransetzen, so denken wir uns dabei nicht immer dasselbe; nicht einmal immer etwas Großes.«² Das gilt auch heute noch, denn man spricht von Weltneuheit, Welturaufführung, Weltrekorden, ohne dass alles davon viele Menschen bewegt. Doch mit Weltbild ist die für das Handeln von Menschen bestimmende Welterklärung erfasst, die sich aus Wissen und sozialen Erfahrungen zusammensetzt und von Religion oder Wissenschaft gegeben wird. Weltbilder sind immer ein Komplex von weltanschaulich relevanten wissenschaftlichen Erkenntnissen, von philosophischen Deutungen und auf praktischen Einsichten gegründeten Einsichten, von veranschaulichten Theorien und von Verhaltensmaximen.³ Dieser Komplex ist auf seine wissenschaftlichen, philosophischen und spekulativen Momente zu untersuchen. Das Naturbild als Weltbild der Naturwissenschaften kann, neben gesicherten Erkenntnissen, philosophische Fehldeutungen und weltanschauliche Kurzschlüsse enthalten. Das zeigen solche Auseinandersetzungen, wie die um die Erde als Kugel, um die Sonne als Zentrum der Planetenbewegungen, um die körperlose Seele, später um die Relativitätstheorie, um die Quantenmechanik, um die Vererbung erworbener Eigenschaften, usw.⁴

² Fritz Mauthner: Wörterbuch der Philosophie. Bd. II München, Leipzig. 1914, S. 587.

³ Herbert Hörz: Der Beitrag der Physik zur Entwicklung des Weltbilds. Vortrag auf der Jahreshaupttagung der Physikalischen Gesellschaft der DDR 1977. Berlin, 1977, S. 8f.

⁴ Eine ausführliche Begründung für die differenzierte Analyse von Weltbildern und ihren Unterschied zu wissenschaftlich begründeter Weltanschauung ist enthalten in: Herbert Hörz: Marxistische Philosophie und Naturwissenschaften. Berlin, Köln 1974. S.104ff.

Dabei ist auch zu beachten, dass der Begriff »Natur« verschiedene Inhalte hat.⁵ Natur ist (a) die außerhalb und unabhängig vom menschlichen Bewusstsein existierende objektive Realität mit den Weiten des Kosmos, der Unerschöpflichkeit elementarer Existenzformen, der Vielfalt von außermenschlichen Prozessen, eingeschlossen das Naturwesen Mensch mit den irdischen Existenzgrundlagen, in der Gegenüberstellung zur Gesellschaft (b) Ursprung und materielle Bedingung menschlicher Existenz, gegenüber Technik und Technologie (c) Materialressource und Objekt der Umgestaltung, gegenüber der Kultur (d) die vom Menschen unbeeinflusste Umwelt.⁶ So wird deutlich, dass ein auf den Ergebnissen der Naturwissenschaften aufbauendes Weltbild das Mensch-Natur-Verhältnis und damit die Menschenbilder nicht vernachlässigen kann.

So wie sich das Naturverständnis wandelte, verändern sich auch die Weltbilder. Die Frage ist, was für unsere Zeit ein angemessenes Weltbild wäre. Darüber gibt es viele Diskussionen. Sicher ist es bedenkenswert, wenn wir lesen, dass das mechanistische Dogma Newtons überwunden werden müsse und der Trend zu einem postmechanistischen Paradigma sich auf breiter Front in den Naturwissenschaften durchsetze. Grundlegend wird ein »Trendwechsel vom Reduktionismus zum Holismus« postuliert.⁷ Doch ist es problematisch, wenn es weiter heißt: »An der Schwelle zum 21. Jahrhundert wird dieser Mythos vom Materialismus zu Grabe getragen.«⁸ Richtig ist sicher der Hinweis auf das Einheitsdenken, auf den Übergang von der reduktionistischen Untersuchung von Systemelementen zur Analyse komplexer Systeme in allen Bereichen, der auch von anderen Autoren konstatiert wird.⁹ Unhaltbar ist m.E. jedoch die Gleichsetzung des Materialismus mit dem mechanischen Determinismus. Wenn wir den philosophischen Materialismus als Weltanschauung verstehen, die die Frage nach dem Ursprung und der Entwicklung der Welt dadurch beantwortet, dass sie keine Schöpfung durch ein ideelles Prinzip anerkennt, sondern die Unerschöpflichkeit der

⁵ Herbert Hörz: Das Naturverständnis der Klassik und Moderne. In: Philosophie und Natur. Beiträge zur Naturphilosophie der deutschen Klassik. Collegium philosophicum Jenense Weimar 1985 Heft 5. S. 9 – 31.

⁶ Herbert Hörz: Wissenschaft als Prozess. Berlin. 1988, S. 198.

⁷ Paul Davies, John Gribbin: Auf dem Weg zur Weltformel. S. 28.

⁸ Paul Davies, John Gribbin: Auf dem Weg zur Weltformel. S. 8.

⁹ Achim Müller, Andreas Dress, Fritz Vögtle: From Simplicity to Complexity in Chemistry – and beyond. Part I. Braunschweig, Wiesbaden. 1996.

Materie betont, wobei die Strukturierung und Entwicklung materieller und ideeller Systeme in ihren Determinanten erst zu bestimmen ist und nicht als mechanisch vorausgesetzt wird, dann ist der Materialismus als Grundlage eines wissenschaftlichen Weltbilds keineswegs überholt. Er ist jedoch mit den neuen Erkenntnissen der Naturwissenschaft zu präzisieren.

3. ZUM VERHÄLTNIS VON WAHRHEIT UND WIRKLICHKEIT

Was können wir überhaupt über die Natur wissen? Ist ein einheitliches Weltbild nicht einfach eine von Menschen gewünschte Fiktion? Das führt uns zu der philosophischen Frage nach dem Verhältnis von Wahrheit und Wirklichkeit. Fassen wir Wirklichkeit als das auf, was auf uns wirkt, wobei sowohl materielle Träger als auch ideell Getragenes Wirkungen ausüben kann, dann ist die Frage nach der Wahrheit die: Gibt es einen Inhalt unserer Vorstellungen, der uns eine relativ zuverlässige Nachricht über die auf uns wirkenden Systeme und Prozesse, materieller oder ideeller, objektiver oder subjektiver Art, gibt? Wer diese Frage bejahend beantwortet, anerkennt die Wahrheit unserer Erkenntnisse. Hinzu kommt die logische Frage nach der Richtigkeit unserer Theorien, die dann bejaht wird, wenn vorgegebene logische Regeln, vor allem die Widerspruchsfreiheit als Grundlage der inneren Konsistenz der Theorien, eingehalten sind. Die Frage nach der Wahrheit ist vor allem für Philosophen wichtig, die sich gegen subjektiv-idealistische Entstellungen der Erkenntnis wenden und betonen, dass zwischen unseren Abbildern (Vorstellungen, Gesetzesformulierungen, Begriffe, Modelle, Theorien,) und den Urbildern (wirkliche Systeme, Prozesse, Regularitäten) eine relative Adäquatheit besteht, wodurch es möglich wird, Erkenntnisse zur Grundlage des menschlichen Handelns zu machen. Die Frage nach der Richtigkeit oder Falschheit von Aussagen und Aussagensystemen zielt auf die logische Struktur und die entsprechenden Kriterien. Es gibt keine endgültige Wahrheit und keine letztendliche Richtigkeit. Beides hängt von den erreichten Erkenntnissen und den vorgegebenen Rationalitätskriterien ab. Jede relativ wahre Erkenntnis kann in umfassendere Modelle und Theorien eingeordnet werden. Jede Theorie kann in gewissem Maße Widersprüche enthalten und doch praktisch nutzbar sein. Diese philosophischen und logischen Fragen sind für Naturwissenschaftler in der praktischen Arbeit dann irrelevant, weil positiv beantwortet, wenn sie davon ausgehen, dass wir mit unseren Modellen etwas über die Wirklichkeit erfahren (objektive Wahrheit) und sie auch logisch widerspruchsfrei aufgebaut sind (Richtigkeit). Sie interessieren sich dann vor allem für den Grad der Relativität unserer

Vorstellungen. Sind sie als Nachricht über die von uns zu erkennenden Objekte diesen mehr oder weniger angemessen? Es geht dabei um den konkreten Inhalt der Modelle, die im Sinne von als – ob - Objekten oder als – ob - Theorien behandelt werden.¹⁰ Wahrheit und Richtigkeit sind selbst immer relativ, d.h. bezogen auf unseren bisherigen Erkenntnisstand. Da Modelle immer nur einen Ausschnitt aus der Wirklichkeit erfassen und sich gegenseitig ergänzen, manchmal auch widersprechen oder einfach nebeneinander existieren, ist die Frage nach dem Grad der Relativität wichtig. Relativ heißt: bezogen auf. Die Modelle sind auf bestimmte Wirklichkeitsaspekte, auf Objektbereiche, auf Mechanismen, auf Transformationen, auf die Beziehungen von System und Element, von Mensch und Umwelt, auf Wissensgenerierung usw. bezogen. Die Frage für den mit Modellen befassten Wissenschaftler ist: Kann mit den entsprechenden Modellen so gearbeitet werden, dass mit ihrem Erklärungswert praktisch überprüfbare Resultate erzielt werden? Dafür gibt es dann Bezeichnungen, wie mehr oder weniger praktikabel.¹¹ Nimmt man die Effektivität der Modelle als Maßstab ihrer Relativität, dann ist damit auch gefragt, wie mit einem Minimum an theoretischem Aufwand ein Maximum an Erklärungswert erreicht werden kann.

In einem Überblick über die gegenwärtige Physik in den neunziger Jahren erklärten P. Davies und J. Gribbin zur Wahrheitsproblematik: »Die Vorstellung, dass die Wissenschaft ein reines und objektives Destillat der realen Welterfahrung sei, ist natürlich eine Idealisierung. In Wirklichkeit ist die wissenschaftliche Wahrheit oft sehr viel subtiler und strittiger.«¹² Sie machen auf die Differenzen zwischen Modellen und getreuer Beschreibung der wirklichen Welt aufmerksam und meinen, die Natur habe die unangenehme Eigenschaft, uns darüber, was real sei und was von Menschen erfunden ist, zu täuschen.¹³ Sie kommen trotz dieser Schwierigkeiten zu der Auffassung: »Selbstverständlich enthalten wissenschaftliche Theorien - selbst in der abstraktesten Form - Wirklichkeitselemente. Aber man kann sicher fragen, ob die Wissenschaft die ganze Wahrheit liefern kann. Viele Wissenschaftler bestreiten im übrigen, dass die Wissenschaft jemals eine so verstiegene Behauptung aufgestellt hat.«¹⁴ Nach ihnen

¹⁰ Herbert Hörz: Modelle in der wissenschaftlichen Erkenntnis. Sitzungsberichte der Akademie der Wissenschaften der DDR. 11 G 1978. Berlin 1978.

¹¹ Gotthard Klose bevorzugt, wie er mir in der Diskussion erläuterte, dafür die Feststellung, Modelle seien mehr oder weniger effektiv.

¹² Paul Davies, John Gribbin: Auf dem Wege zur Weltformel. S. 18.

¹³ Paul Davies, John Gribbin: Auf dem Wege zur Weltformel. S. 21.

¹⁴ Paul Davies, John Gribbin: Auf dem Wege zur Weltformel. S. 25.

schließt die Wissenschaft eine Beschreibung ihrer Grenzen ein, die sie in der Liebe, der Moral und dem Sinn des Lebens sehen.

Sicher lohnt es sich über die Grenzen der Wissenschaft nachzudenken. Ich habe in einer Fernsehdiskussion in Zürich mit Paul Feyerabend und Hermann Lübbe Mitte der 80er Jahre die Frage gestellt, ob Freiheit der Wissenschaft Grenzen setze und sie bejahend beantwortet. Dabei ging es mir nicht um weltanschauliche, finanzielle oder personelle Restriktionen, die es gibt, sondern um die Frage, ob Wissenschaft alles tun dürfe, was möglich ist. Ausführlicher formuliert geht es darum: Ist das, was wissenschaftlich möglich, technisch realisierbar und ökonomisch machbar ist, auch gesellschaftlich wünschenswert und durchsetzbar sowie human vertretbar? Dies ist sicher nicht immer der Fall. Wie ist das zu bestimmen? Wir brauchen Humankriterien, wie sie schon benannt wurden, allgemein begründet und für bestimmte Fälle präzisiert, die uns helfen, zu sehen, wo praktische Grenzen der Wissenschaft existieren oder zu setzen sind. Diese bestehen m.E. für die Wissenschaft in der Humanität, der Spontaneität, der Individualität und der Emotionalität. Wenn wir Freiheit als humane theoretische und praktische Gestaltung der natürlichen und gesellschaftlichen Umwelt und des eigenen Verhaltens durch sachkundige Entscheidungen, die auf Erkenntnis basieren, fassen, dann verlangt Freiheit etwa bei Experimenten mit und am Menschen die Achtung der Würde und Integrität der menschlichen Individuen und das Verbot von antihumanen Versuchen, in denen Menschen gedemütigt, verletzt oder gar getötet werden. Spontane Bewegungen sind erst post festum in ihrem Entstehen und ihren Wirkungen zu bestimmen. Emotionen sind in ihren Grundlagen Gegenstand wissenschaftlicher Untersuchungen, doch ist die Theorie der Liebe nicht die Liebe selbst. Auch gibt es keinen abarbeitbaren Algorithmus für Entscheidungen, denn Wissen und Gewissen spielen eine Rolle.¹⁵ Menschen sind zwar Wahrheitssucher, doch zugleich Gestalter und Bewerter im Spiel des Lebens. Deshalb ist es berechtigt, die Frage zu stellen, was Wissenschaft kann und was sie nicht kann.

Ist sie in der Lage, uns Wissen über die Natur zu vermitteln? Man kann dabei von folgenden Überlegungen ausgehen: Wirklichkeit wird von Menschen rational, ästhetisch-emotional und gegenständlich angeeignet, um die eigenen Lebensbedingungen zu erhalten und zu gestalten. Dabei werden Erfahrungen gesammelt, die

¹⁵ Herbert Hörz: Wissenschaft als Prozess. S. 311ff.

begrifflich zu verarbeiten sind und zu Modellen führen, die bestimmte Aspekte der Wirklichkeit dann erfassen, wenn unsere Schlüsse aus ihnen zu praktisch überprüfbaren Resultaten führen. In der experimentell und theoretisch hochentwickelten Gesellschaft mit modernen Werk- und Denkzeugen, in der wir leben, können wir die Wirkungen ideeller und materieller, natürlicher und artifizierlicher Entitäten oder Gegebenheiten durch wilde Spekulation zu erhaschen suchen, wie Einstein es bevorzugte, oder etwa das Beobachtbarkeitsprinzip in den Mittelpunkt stellen, wie es Heisenberg zur Entwicklung der Quantenmechanik tat, als er Umlaufbahnen ablehnte und nur faktische Resultate zuließ, doch immer ist Spekulation praktisch zu überprüfen und Beobachtungen sind theoretisch zu erklären, wenn wir nach einer begründeten Welterklärung als Orientierung unseres Handelns suchen. Induktion und Deduktion, Intuition und sachliche Prüfung, Theorie und Experiment wirken zusammen, um Wirklichkeit mit bestimmten Rationalitätskriterien, wie innere Konsistenz der Theorien, experimentelle Prüfbarkeit usw., d.h. wissenschaftlich, erfassen zu können.

Wir leben dabei immer in einer Situation des trial and error. Unser Wissen ist relativ und verlangt nach Erweiterung und Vertiefung. Doch sind erkannte Gesetze, wie etwa das Fallgesetz, die Schrödinger Gleichung, die Formel $E=mc^2$, unter den Existenzbedingungen für das Gesetz, zwar nicht aufzuheben, lassen jedoch für jedes Ereignis einen Spielraum mit Möglichkeitsfeldern und Wahrscheinlichkeitsverteilungen, da auch der Zufall objektiv existiert.¹⁶ Jedes konkrete Ereignis ist ein Unikat, so nicht wiederholbar, doch es hat Aspekte, Seiten, die reproduzierbar sind, was Erkenntnis und zielgerichtetes Handeln in gewissem Rahmen ermöglicht. Spezialtheorien helfen dabei. Außerdem können sie in umfassendere Theorien eingebaut werden. Am umfassendsten ist dann das Weltbild, die Welterklärung mit einer bestimmten Weltanschauung, die auf Wissen und Erfahrung basiert.

Wissenschaft ist also, trotz aller Grenzen und Unwägbarkeiten, eine unverzichtbare relative Wissensquelle, die uns zielgerichtetes Handeln ermöglicht, wobei die Zukunft zwar offen, doch nach den erkannten Trends mit Risiken gestaltbar ist. Sie sucht nach Wahrheit, worunter wir die praktisch überprüfbare relative Adäquatheit zwischen sinnlichen und rationalen Abbildern im Bewusstsein und den Urbildern in Natur, Gesellschaft und Erkenntnis verstehen wollen, die mit Modellen erfasst wird. Sie unterwirft ihre Theorien logischen Regeln, scharf ausgeprägt bei der Mathematisierung.

¹⁶ Herbert Hörz: Zufall. Eine philosophische Untersuchung. Berlin.1980.

Sie stellt sich die Frage nach dem Grad der Relativität unserer Erkenntnisse, die sie als mehr oder weniger praktikabel in bestimmten Bereichen, als mehr oder weniger effektiv zur Erklärung von bestimmten Erscheinungen ansieht. Es ist gerade die Relativität unserer Erkenntnisse, die uns zwingt, neue Experimente, Theorien und Modelle zu entwickeln, um Neues zu erkennen. So sehen wir einerseits die Herausbildung allgemeinerer Theorien, ohne dass sich eine einheitliche Theorie des Geschehens abzeichnet, und andererseits die Erforschung neuer Bereiche, mit neuen Spezialtheorien, die bisher noch ungeahnte Erkenntnisdimensionen eröffnen. Kann uns dabei die Suche nach einheitlichen Weltbildern weiter helfen? Die Frage kann bejahend beantwortet werden, wenn wir den heuristischen Charakter des Prinzips Einheit beachten.

4. EINHEIT ALS HEURISTISCHES PRINZIP

Nach Mauthner scheint der abstrakte Einheitsbegriff »einer der allerallgemeinsten und schwierigsten Begriffe« zu sein.¹⁷ Er habe sich erst im 18. Jahrhundert als Lehnübersetzung des lateinischen *unitas*, das vom griechischen $\mu\upsilon\nu\alpha\chi\acute{\iota}$ komme, im Deutschen eingebürgert und stamme mit der numerischen Einheit aus der Mathematik und mit dem Selbstbewusstsein aus der Psychologie. Schon in der griechischen Philosophie taucht immer wieder die doppelte Bedeutung des Einen auf. Für Parmenides ist es Prädikat des Seienden, wobei das Eine und das Viele sich wechselseitig einschließen. Bei Zeno erhält das Eine auch die Bedeutung des Subjekts im Unterschied zu den Vielen. Für Platon, der das Eine der Eleaten zugleich als einziges Individuum und unteilbares Ganzes nimmt, macht die Festlegung, dass das Eine auch Eines ist, Rede und Wissenschaft unmöglich. Der Gegensatz zwischen Einem und Vielem sei unbedingt zu berücksichtigen.¹⁸ Das ist zu beachten, denn Erkenntnis ist Unterscheidung. Wer alles sieht, sieht gar nichts. Erst die Differenzierung der Phänomene führt zu Vergleichen, in denen die Unterschiede festzustellen sind, mit denen wir unser praktisches Leben erklären und nach Zielvorstellungen gestalten können. Deshalb tauchen sowohl die Frage nach der Einheit in der Vielheit als auch die Subjekt-Objekt-Relation als wichtige Unterscheidung zwischen Mensch und Welt in späteren einheitlichen Weltbildern immer wieder auf.

¹⁷ Fritz Mauthner: Wörterbuch der Philosophie. S. 240.

¹⁸ Joachim Ritter (Hrsg.): Historisches Wörterbuch der Philosophie. Bd. 2. Basel. 1972, S. 362.

Mauthner verweist darauf, dass die Nichteigenschaftlichkeit der numerischen Einheit und die Eigenschaftlichkeit der logischen, begrifflichen Einheit zu unterscheiden sind. Substanzen als Grundeinheiten des Geschehens haben Eigenschaften. So werde die Naturwirklichkeit seit Jahrtausenden durch die Hypothese unendlich kleiner, gleicher oder ungleicher Einheiten erklärt. Atomistik und Monadenlehre kämpften miteinander. Atome sind eher eigenschaftlos, Monaden dagegen haben Eigenschaften. Doch wisse man von beiden nur, dass sie Einheiten seien. Einheit sei jedoch nicht in der Natur. Wenn es uns gelänge, beide Begriffe miteinander zu vereinigen, dann, so Mauthner, »gäbe es wieder einmal nur eine neue Philosophie, die man eine neue Welterklärung nennen würde, gäbe es wieder einmal nur ein neues Buch mit neuen Wortfolgen. Und die Natur, weil sogar das Lachen nur menschlich ist, könnte dazu nicht einmal lachen.«¹⁹ In gewisser Weise tüfteln die Theoretiker wieder an diesem Problem, indem sie Superstrings als elementare Einheiten nehmen und mit der Chaostheorie das Verhalten in komplexen Systemen erklären.

Wenn Mauthner den Einheitsbegriff aus der Notdurft der Menschensprache erklärt, wobei sich die Naturwirklichkeit nicht um diese kümmere, dann geht es doch auch darum, dass die Sprache eine Einheit von Erkenntnis- und Kommunikationsmittel ist.²⁰ Als solche fasst sie nicht nur bisherige Erkenntnisse zusammen, sondern verweist auch auf offene Probleme, die es zu lösen gilt. Sie hat deshalb erkenntnisfördernden, heuristischen Wert. Nehmen wir dazu den Einheitsgedanken in der zweifachen Art von Mauthner auf, dann geht es einmal um grundlegende Einheiten, auf denen sich andere aufbauen, und zum anderen um die Synthese von Teilerkenntnissen zu einem einheitlichen Weltbild. Damit verbinden wir komplexe Systeme und ihre Systemgesetze mit den Elementen des Systems, die als unteilbare Einheiten das System konstituieren, ohne es voll zu erfassen. Wir haben es so mit elementaren und daraus konstituierten komplexen Einheiten als Systemen zu tun. Die Elementbeziehungen als Struktur des Systems bringen neue Eigenschaften mit sich, die in den grundlegenden Einheiten nicht vorhanden sind. Die Heuristik des Einheitsbegriffs drückt sich also in der Suche nach grundlegenden Einheiten für komplexe Systeme, nach den Systemgesetzen als der inneren Einheit des Systems und nach einfachen Beziehungen zur Erklärung aus. Das

¹⁹ Fritz Mauthner: Wörterbuch der Philosophie. S. 243.

²⁰ Herbert Hörz: Widerspiegelung, Kommunikation und Sprache. In: Deutsche Zeitschrift für Philosophie 29(1981)11. S. 1315 – 1328.

ist die Suche nach der Einheit in der Mannigfaltigkeit. Da die Physik sich mit elementaren Einheiten des Geschehens befasst, ist sie zwar Grundlage jeder Theorienbildung für komplexe Systeme, kann jedoch die Spezifik der Komplexität nicht erfassen. Sie ist zu suchen und darf der Physik nicht widersprechen. Das führt uns zum Problem der Rahmentheorien für komplexe Systeme, auf das noch einzugehen ist.

In Kirchners Wörterbuch wird der Inhalt des Einheitsbegriffs so erfasst: »Einheit heißt nach dem allgemeinen Sprachgebrauch entweder das anschaulich gegebene Einzelne, oder ein in der Anschauung zusammengesetztes Ganzes, das jedoch das Bewusstsein in allen seinen Teilen auf einmal erfasst und denkt.«²¹ Letzteres kann es jedoch nur, wenn die wesentlichen Beziehungen des Systems erkannt werden. Dieses doppelte heuristische Herangehen an die Einheit der Natur und der Welt umfasst deshalb immer die Suche nach den grundlegenden Materiearten, nach den Atomen oder Monaden, wie Mauthner erklären würde, und nach den grundlegenden Materieformen, wie Raum und Zeit, Bewegung und Entwicklung, die das Verhalten komplexer Systeme bestimmen. Dazu gab es in der Geschichte viele Versuche, in denen nach einer einheitlichen Natur- und Welterklärung gesucht wurde. Einheit erwies sich dabei als heuristisches Prinzip für die Suche nach neuen Einsichten in das Weltgeschehen und als Ordnungsbegriff für gesammelte Erkenntnisse, um das Geschehen auf Grundsubstanzen oder grundlegende Regularitäten zurückzuführen.

5. WELTBILDER IN DER GESCHICHTE

Die Grundsatzfrage für die Suche nach einem einheitlichen Weltbild ist immer die, ob man nach einer kosmischen Einheit suchen kann, oder ob die Menschen mit ihren Aktionen im Mittelpunkt der Überlegungen zu stehen haben. Wer sich mit der kosmischen Einheit befassen will, muss sich darüber klar sein, dass der Mensch als Schmutzeffekt kosmischer Evolution vernachlässigbar ist. Es ist ein spekulatives Suchen nach kosmischen Prinzipien, das von der realen Lebenswelt wegführt. Wir sind uns doch selbst die Nächsten und versuchen unseren Existenz- und Wirkungsraum zu erklären. Insofern sind Weltbilder eigentlich Menschenbilder oder das, was Menschen über die bisher erfahrbare Welt wissen. Das gilt auch für die Natur, denn im

²¹ Friedrich Kirchner, Carl Michaelis: Wörterbuch der philosophischen Grundbegriffe. Leipzig. 1911, S. 235.

umfassenden Sinn ist das Naturbild ein Weltbild, wenn das Naturwesen Mensch mit einbezogen wird. Wichtig wäre dann die Spezifik des Gesellschaftlichen und Mentalen, die zu berücksichtigen ist, wenn ein naturwissenschaftliches Weltbild durch ein Gesellschaftsbild erweitert wird, um so zu einem Natur, Technik, Gesellschaft und Erkenntnis umfassenden Weltbild zu kommen. Daraus ergibt sich eine prinzipielle Offenheit unserer Weltbilder, die der Präzisierung oder Veränderung bedürfen, wenn neue Erscheinungen entdeckt werden, die es in der sich entwickelnden Welt mit ihren unerschöpflichen Formen immer wieder geben wird. Wir finden nicht nur bisher Unentdecktes, sondern auch sich neu Herausbildendes und gestalten stets die Wirklichkeit, was zu neuen artifiziellen Strukturen führen kann, die in der Menschen unabhängigen Natur zwar möglich, doch eventuell dort (noch?) nicht realisiert sind. Eine Geschichte der verschiedenen Natur-, Gesellschafts- und Weltbilder wäre interessant. Mir geht es darum, auf bestimmte Vorstellungen von der Einheit der Welt zu verweisen, um zu zeigen, wie verschieden das heuristische Prinzip der Einheit historisch realisiert werden konnte, wobei schon wesentliche Aspekte unseres heutigen Weltbilds auftauchten. Bevor in Europa griechische Philosophen rationale Weltbilder entwickelten, in denen sie Erfahrungen und Erkenntnisse theoretisch-philosophisch verarbeiteten gab es in mythologischen Sagen und Darstellungen eine *götterzentrierte* Einheit der Welt, in der Götter Schöpfer des Geschehens, Leiter menschlicher Handlungen und Richter über das Erreichte waren. Das änderte sich nicht prinzipiell, als monotheistische Religionen auftraten. Sie waren lediglich übersichtlicher und damit dem heuristischen Prinzip der Einheit mit der Suche nach einfachen Zusammenhängen verbunden.

Später wurden Urstoffe des Geschehens gesucht, wie bei den ionischen Naturphilosophen. Für Thales war Wasser der Grundstoff, für Anaximander das Apeiron und für Anaximenes die Luft. Heraklit nahm das Feuer als Prinzip schöpferischen Entstehens und Vergehens, ohne die Götter bemühen zu müssen. Das ging bis zum Atomismus Demokrits, der die Konsequenzen aus diesen *substanzorientierten* Weltbildern zog und mit Atomen letzte unteilbare, eigentlich eigenschaftslose, Teilchen annahm, die den leeren Raum erfüllten und aus denen die Vielfalt beobachtbarer Phänomene aufgebaut war. Epikur durchbrach deren strengen Determinismus, indem er zufällige Abweichungen zuließ, was für die Erklärung von Neuem bis heute wichtig ist

und in der Chaostheorie mit den Bifurkationen theoretisch wieder eine wesentliche Rolle spielt.²²

Wenn die Einheit die Existenzform komplexer Systeme ist, die aus Elementen als den elementaren Einheiten konstituiert sind, so muss eine Theorie des Zusammenhangs das Aufeinandereinwirken der grundlegenden Einheiten des Systems, der Elemente, als konstituierender Basis der Einheit untersuchen. Deshalb ist die Suche nach einheitlichen Weltbildern mit einer spezifischen Theorie des Zusammenhangs, mit einer bestimmten Determinismuskonzeption, verbunden. Wird die Entstehung von Neuem anerkannt, dann ist auch Entwicklung theoretisch zu erklären. In der Geschichte hatten wir es dabei stets mit verschiedenen Versuchen zu tun, die vom bisher erreichten Wissen über das Geschehen abhingen. Solche Weltbilder gaben und geben nicht nur Welterklärungen, sondern orientieren praktisches Handeln, enthalten gesellschaftliche Werte als Bedeutungsrelationen von Sachverhalten für die Menschen, die Nützlichkeit, Sittlichkeit und Schönheit umfassen. Schon für die griechischen Philosophen war es das Unum, Bonum, Verum, die Einheit von Wahrem, Gutem und Schöнем, die sie zu erfassen suchten.

Aristoteles schrieb über diesen Zusammenhang in seiner »Metaphysik«, indem er auf die Rolle der Mathematik einging, die das Ideal der Wahrheitssuche verkörperte: »Obgleich nun das Gute vom Schönen verschieden ist (denn das Gute besteht immer an einer Handlung, das Schöne kann auch an den unbeweglichen Dingen bestehen), sind diejenigen Denker im Irrtum, die behaupten, dass die mathematischen Wissenschaften nicht vom Schönen oder Guten sprächen. Sie sprechen vielmehr in besonderem Maße davon und führen Beweise darüber; und wenn sie das Schöne und Gute nicht ausdrücklich nennen und wenn ihre Beweise nur die Wirkungen und Proportionen betreffen, so heißt das doch nicht, dass sie davon nicht sprächen. Die hauptsächlichsten Gestalten des Schönen sind Ordnung, Gleichmaß und Abgegrenztsein.«²³ Das hatte sich in späteren Erörterungen immer wieder in der These gezeigt, die auch Heisenberg bei seiner Suche nach einer einheitlichen Feldtheorie vertrat, in den Massenmedien als Weltformel bezeichnet: einfache schöne mathematische Theorien sind wahr. Zu ergänzen wäre, wenn wir Wahrheit als relative Adäquatheit zwischen Abbild und Urbild fassen und Mathematik als Wissenschaft von den möglichen formalisierbaren Struk-

²² Herbert Hörz: Heisenberg - Determinismus und die Folgen. In: Werner Heisenberg: Vorträge zum 100. Geburtstag. Rohrbacher Kreis. Rosa-Luxemburg-Stiftung Sachsen 2002 Sonderheft. S. 21 - 48.

²³ Joachim Krueger (Hrsg.): Ästhetik der Antike. Berlin, Weimar. 1964, S. 193.

turen idealer Systeme, dann sind mathematische Erkenntnisse richtig, weil in sich konsistent nach den vorgegebenen logischen Kriterien. Wahrheit wäre in der Anwendung der Mathematik zu suchen, in den Modellen wirklichen Geschehens, die wir mathematisieren.²⁴ Um die Relativität der Wahrheit zu charakterisieren wären dann wieder Grade einzuführen, die die Effektivität oder Praktikabilität der Modelle für bestimmte Anwendungsgebiete zeigen.

In sich konsistent und übersichtlich war der mechanische Determinismus des 18. und 19. Jahrhunderts. Wenn die Wirklichkeit aus letzten unteilbaren Teilchen besteht, die schwer und träge sind sowie konzentriert den Raum erfüllen, dann kann man diese als Massenpunkte behandeln, deren Bewegungsgleichungen mit der klassischen Mechanik gegeben sind. Dieses einfache Weltbild unterlag aus verschiedenen Gründen der Kritik. Es konnte die biotische Evolution und generell die Entstehung von Neuem nicht erklären, negierte den Zufall sowie die Abhängigkeit der Raum-Zeit von der bewegten Materie und wurde der wirklichen Nicht-Linearität des Geschehens nicht gerecht. Die Auseinandersetzung mit dem mechanischen Weltbild geht weiter, ohne dass bisher eine einheitliche Welterklärung auf einer neuen Basis existiert.

Es gab jedoch daneben schon immer andere Welterklärungen, wie etwa die Leibnizsche Monadologie, von der Mauthner meint: »Hätte Leibniz aber anstatt Monaden Einheiten gesagt (was absolut das Gleiche gewesen wäre), so wäre wohl die Lehre, dass die Einheiten einfach seien, schwerlich zur Weltberühmtheit gelangt.«²⁵ Leibniz folgte jedoch mit seiner Idee der eigenschaftlichen Monaden dem heuristischen Prinzip der Einheitserklärung. Da sie das Gesetz ihrer Entwicklung in sich selbst tragen und so nicht gegenseitig aufeinander einwirken, bedurfte es keiner speziellen Theorie des Zusammenhangs zwischen den Monaden, wohl aber der Erklärungen für die Wechselwirkung der aus Monaden sich zusammensetzenden Körpern. Im Mittelalter gab es Auseinandersetzungen um die Einheit und Vielheit der Wesensformen, wobei Thomas von Aquino die Lehre von der Einzigartigkeit der substanzialen Wesensform vertrat. Die vernünftige Seele mache den Menschen zum Menschen, zum Lebewesen, zum Körper, zur Substanz. Dagegen traten Vertreter der Pluralität von Formen auf.²⁶ Einflussreich unter den Pluralisten war der Dualismus von Descartes, der die res

²⁴ Herbert Hörz, Siegfried Paul (Hrsg.): *Mathematisierung der Wissenschaften*. AdW der DDR, ZI Philosophie. Berlin. 1989.

²⁵ Fritz Mauthner: *Wörterbuch der Philosophie*. S. 239.

²⁶ Joachim Ritter (Hrsg.): *Historisches Wörterbuch der Philosophie*. Bd. 2. S. 400f.

extensa von der res cogitans unterschied und damit theoretisch den Weg für die naturwissenschaftliche Forschung freimachte, die die res cogitans untersuchen konnte, ohne dauernd in theologischen Streit verwickelt zu werden, der jedoch nicht ausblieb. Der Monismus, die Suche nach einer einheitlichen Welterklärung, triumphierte immer wieder über pluralistische oder dualistische Konzeptionen. Das hat seine Gründe.

Gäbe es keine Zusammenhänge zwischen Objekten und Prozessen, dann könnten wir als Menschen nichts erkennen und nicht bewusst unsere Existenzbedingungen gestalten. Das ist nicht die Frage nach der Relativität unserer Erkenntnis, sondern die nach unserer Einordnung als vernunftbegabte Lebewesen in die natürliche und soziale Wechselwirkung, durch die wir Erfahrungen sammeln, Experimente durchführen können und Regularitäten des Geschehens erkennen. Nur weil Objekte und Prozesse unserer Umwelt auf unsere Sinnesorgane einwirken und wir in der Lage sind, diese Wirkungen sinnlich und begrifflich zu verarbeiten, können wir Gesetzmäßigkeiten theoretisch erfassen. In einer gedachten Welt nicht zusammenhängender Systeme wäre zielgerichtetes Handeln unmöglich. Als Menschen können wir etwas über die Erkenntnisobjekte erfahren, weil sie Wirkungen auf andere und damit direkt oder indirekt auf erkennende Menschen ausüben. Wenn jedoch durch Wechselwirkung Zusammenhänge der Objekte existieren, dann ist die Suche der Menschen berechtigt, sie in einer einheitlichen Theorie zu erfassen. Der erste Ansatz nach den götterzentrierten Einheitsbildern war die Suche nach einer Natursubstanz, der dann erst die nicht eigenschaftlichen Atome und dann die eigenschaftlichen Monaden folgten. Doch die immer wieder vorgenommene Reduktion auf grundlegende Materiearten scheiterte wegen der Existenz von verschiedenen Struktur- und Entwicklungsniveaus, deren Entstehen und Vergehen, deren Zusammenhang und das Auseinanderhervorgehen ebenfalls zu erklären waren. So wurde die Kritik an vereinfachten einheitlichen Weltbildern immer dadurch möglich, dass es noch viele Erscheinungen gab und gibt, die dadurch nicht zu erklären waren.

Das traf auch auf die Beziehungen zwischen Subjekt und Objekt zu, die immer wieder in die Diskussion gerieten und oft Anlass zu dualistischen Betrachtungen waren. Dem standen dann monistische idealistische Erklärungen entgegen, mit denen die Einheit durch ein gestaltendes ideelles Prinzip hergestellt wurde. So erlangten eben subjektorientierte Konzeptionen der Einheitssuche Bedeutung. Denken wir etwa an den deutschen Idealismus, der mit Kant die Bedingungen für die Erkenntnis untersuchte, da das Ding – an – sich unerkennbar ist, und mit Fichte dem Ich das Nicht-Ich entgegengesetzte, um bei Hegel dann in der Dialektik der Begriffe zu landen, was Marx

veranlasste, Hegel vom Kopf auf die Füße zu stellen und Bewusstsein als reflektiertes gesellschaftliches Sein zu erfassen. Marx und Engels entwickelten daraus eine *gesellschaftszentrierte* Einheitsauffassung, die zwar von der Unerschöpflichkeit der Materie, ihrer Strukturiertheit, Determiniertheit und Entwicklung ausging, Philosophie jedoch in ihrer Geschichte und Wirkung als konkret-historische Reflexion gesellschaftlicher Zustände begriff, deren Einheitsdenken entweder den sozialen Konflikten auswich oder sie zum Gegenstand nahm, um als Vision die zukünftige Einheit der Menschheit in einer klassenlosen Gesellschaft zu begründen.

In anderer Form tauchen marxistische Ideen in *werkzeugorientierten* konstruktivistischen Ideen und in kulturalistischen Konzeptionen auf, manchmal verwässert und einseitig geprägt, wie etwa die Diskussion um Information im Kulturstreit zeigt.²⁷ Im Sinne der Edinburgh School um David Bloor, weiter ausgebaut durch den französischen Wissenschaftssoziologen und -historiker Bruno Latour, wird nun eine symmetrische Geschichte wissenschaftlichen Wissens gefordert. Der Entwicklungsgedanke wird von der Entwicklung der Ideen, Umstände und Geräte auf die Entwicklung der Objekte ausgedehnt. Wissenschaftler, wie Pasteur in seinen Forschungen zur Fermentierung, konstruieren Forschungsobjekte und diese verändern den experimentierenden Forscher. Eine Idee, die schon mit der Kopenhagener Interpretation der Quantenmechanik in Ansätzen vorhanden war. Einige verwarfen sie als Idealismus, andere begründeten damit den Indeterminismus des Geschehens, doch es gab dialektische Deterministen, die Experimente als objektive Analysatoren begriffen, in denen die Wechselwirkung zwischen Objekt und Gerät Schlüsse auf die Wirkung der Objekte untereinander zuließ. Es wird die *Rückwirkung der Objekte auf das Subjekt* thematisiert.²⁸ Das führt uns zu der Frage nach einer einheitlichen Ordnung der Welt, die Objekt und Subjekt, Natur und Mensch umfasst.

6. GIBT ES EINE EINHEITLICHE ORDNUNG DER WELT?

Es ist die Frage zu stellen: Gibt es eine innere Ordnung der Welt als Grundlage unserer Suche nach einem einheitlichen Weltbild, das die historisch erarbeiteten Komponenten in ihrem rationellen Kern erfasst? Wenn wir nach der Einheit der Natur und der Welt

²⁷ In: Ethik und Sozialwissenschaften 12(2001)1.

²⁸ Michael Hagner (Hrsg.): Ansichten der Wissenschaftsgeschichte. Frankfurt am Main. 2001.

suchen, die wir in einem einheitlichen Weltbild erfassen wollen, dann setzen wir prinzipiell voraus, dass eine innere Ordnung der Welt existiert. Doch worin besteht sie? Wenn wir die nicht nachweisbare Existenz eines ideellen Prinzips zur Gestaltung der Weltordnung ausschließen, also eine zwar einheitliche doch allein subjektorientierte Konzeption zurückweisen, ohne die Rolle aktiver erkennender Subjekte zu negieren, dann ist philosophisch von der Unerschöpflichkeit der Materie auszugehen, die in vielfältigen Formen besteht, unterschiedliche Struktur- und Entwicklungsniveaus enthält, sie hervorbrachte und zerstörte, Leben auf der Erde ermöglichte, soziale Organisationsformen der Menschen und die bewusste Gestaltung der Lebensbedingungen zuließ und zulässt. Diese Ordnung ist fragil und von den Menschen selbst zu zerstören, wenn sie nicht auf die Erhaltung ihrer natürlichen Lebensbedingungen und der menschlichen Gattung Wert legen.

Die Zweckmäßigkeit des Geschehens auf der Erde führte manche Denker zur Annahme eines weisen Leiters der Dinge, einer ideellen Erstursache. Davies und Gribbin meinen: »Es ist, als wäre die kunstvolle Ordnung des Kosmos ein Ergebnis einer hochsensiblen Feinabstimmung. Vor allem die Existenz des Lebens und damit die intelligenter Beobachter für die >Präzisions<-Anpassung unserer physikalischen Bedingungen.«²⁹ Doch sie stellen dem Glauben an einen Schöpfer die Theorie der Mehrfachuniversen entgegen. In einer unendlichen Vielfalt von Universen, die alle irgendwo vorkommen können, gab es ein Universum, in dem alle Bedingungen für die kosmische Realisierung vernunftbegabter Lebewesen zusammentrafen. Das ist unseres. Diese Erklärung mit dem anthropischen Prinzip hat viele Vorteile. Sie macht darauf aufmerksam, dass auch in anderen Universen, über die wir nichts wissen oder wissen können, ähnliche Entwicklungen vor sich gegangen sein können. Ein Anfang und Ende irdischer Bedingungen für die Existenz der Menschen ist mitzudenken. Hätten wir Kontakte zu anderen vernunftbegabten Wesen ähnlicher Art, dann könnten wir Vergleiche anstellen und umfassendere Gesellschaftstheorien aufbauen, die bisher nur auf das Unikat irdischer Lebewesen anwendbar sind und die Wiederholung innerer Strukturen zum Gegenstand haben. Möglich wäre es auch, den in Jahrmillionen möglichen Untergang zu umgehen, indem in kosmische Weiten über viele Generation hinweg ausgewandert wird. Bleiben wir jedoch erst einmal auf der Erde und im erdnahen kosmischen Raum.

²⁹ Paul Davies, John Gribbin: Auf dem Weg zur Weltformel. S.215.

Die von uns zu beobachtende menschenzentrierte Ordnung der Welt reicht von elementaren Einheiten, wie den angenommenen Superstrings, zu immer komplexeren Systemen, über Lebewesen bis zu den vernunftbegabten Menschen, die sich von Tieren und Computern dadurch unterscheiden, dass sie Theorien über das eigene Denken und Verhalten entwickeln, dabei zukünftige Zustände antizipieren und bewusst ihre Lebensbedingungen effektiver und humaner gestalten, wobei stets Stagnationen und Regressionen die Zyklizität dieser Prozesse mitbestimmen. Es ist jedoch nicht so, dass die kompliziertesten Systeme erst zu erfassen sind, wenn man die einfacheren kennt. Komplexe Systeme haben ihre eigenen Verhaltensweisen und Systemgesetze, die es zu erkennen gilt, wobei die Einsicht zu berücksichtigen ist, dass die Beziehungen zwischen System und Elementen, System und Umgebung nach dem 2+1-Prinzip erkennbar sind. Komplexe Systeme können theoretisch nur in zwei Integrationsebenen, eben System und Element oder System und Umwelt erfasst werden, wobei eine Hintergrundtheorie die Einordnung des untersuchten Systems in umfassendere Zusammenhänge erklärt.³⁰

Durch wissenschaftlich berechtigte Reduktionen wird die Komplexität zerlegt. Das ist durch unser Erkenntnisvermögen erzwungen, weil wir keine wissenschaftliche Methode haben, um zur wissenschaftlich fundierten Gesamtsicht komplexer Systeme ohne Detailforschung zu kommen. Wir können die Interdependenzen der Elemente in den komplexen Systemen in ihren Regularitäten und Gesetzmäßigkeiten dann erkennen, wenn wir Spezialwissen über das Verhalten der Elemente haben, das uns das Verhalten der Elemente im System von der Struktur als Wechselwirkung der Elemente unterscheiden lässt. Wir nutzen zur Analyse die Reduktion des Systems auf seine Elemente, des Besonderen auf das Allgemeine, der Entwicklung auf ihre Strukturen, des Phänomens auf seine wesentlichen Züge. Das ist wissenschaftlich berechtigt und erforderlich, um Wissenschaft nicht durch eine mystische Gesamtschau zu ersetzen. Es besteht dabei jedoch die Gefahr, die Analyse nicht mehr durch die Synthese zu ergänzen, Teilbilder als Gesamtbilder zu nehmen und durch lokalisiertes und spezialisiertes Wissen sogar wesentlich Menschliches als Ziel unseres Erkennens und Handelns theoretisch zu beseitigen. Das ist dann philosophischer Reduktionismus, der Teilerkenntnisse für die Erklärung des Ganzen nimmt und menschliche Individualität aus der Theorie herausnivelliert. Komplexion des Wissens als Ergänzung zur Spezialisierung verlangt die Erforschung der Grundstrukturen komplexer Systeme, ihrer Stabilität und

³⁰ Herbert Hörz: Wissenschaft als Prozess. S. 306ff.

Evolution, die Beachtung humaner Ziele und die Zusammenfassung des Detailwissens unter dem Aspekt der Einheit unserer Welt. Die unbedingt durchzuführende Erforschung von Teilaspekten und Teilbereichen erfordert dann die Synthese der durch die Detailforschung analysierten Wesensmomente in der inter-, multi- und transdisziplinären Arbeit. Die Einsicht in die Weltordnung umfasst so Theorien der Struktur, Evolution und Transformation des Anorganischen, Lebenden, Sozialen und Mentalen im Detail und als Ganzes.

Kann man die Ordnung der Welt durch die Mathematik erfassen? Das versuchte Heisenberg.³¹ Wesentliches Ordnungsprinzip für Seinsstrukturen war für ihn die mathematische Form. Er unterschied zwischen der »Mathematik in ihrer reinsten Form«, die »sich etwa in der Theorie der Symmetrien und der ganzen Zahlen offenbart« und dem mathematischen Handwerk. Mathematik im breiten Sinn ist Verständnis von Symmetrien, Proportionen, von möglichen Formen und allgemeinen Strukturen. Die moderne Naturwissenschaft habe den Gedanken von der mathematisch fassbaren Ordnung der Natur aus der Antike übernommen und führe ihn in einer »strengen und für alle verbindlichen Weise durch...Die Forderung, dass aus einem bestimmten Naturgesetz eine unendliche Fülle von Erscheinungen entspringen soll, die der experimentellen Untersuchung zugänglich sind, gibt dabei gleichzeitig die Gewähr für die richtige und dann für alle Zeiten verbindliche Formulierung des Gesetzes.«³² Als oberstes heuristisches Prinzip für die Aufdeckung von Naturgesetzen in einem durch Experimente neu erschlossenen Gebiet nannte Heisenberg dabei die mathematische Einfachheit. »Ein neuer Erfahrungsbereich erscheint uns erst dann in seinem inneren Zusammenhang verstanden, wenn die ihn bestimmenden Gesetze einfach mathematisch formuliert sind.«³³ Das mag den Kriterien für eine theoretisch orientierte Exaktheit entsprechen, die nach Axiomatisierung strebt und die Inhalt und Umfang der Begriffe an den Rationalitätskriterien für die Bildung von Theorien misst. Praktisch orientierte

³¹ Herbert Hörz: Mathematische Ordnung der Wirklichkeit - Philosophische Reflexionen zur Weltansicht von Helmholtz und Heisenberg. In: Klaus Mainzer, Achim Müller, Walter G. Saltzer (Eds.): From Simplicity to Complexity. Part II. Braunschweig 1998. S.171 – 187.

³² Werner Heisenberg: Gedanken der antiken Naturphilosophie in der modernen Physik. In: Werner Heisenberg: Gesammelte Werke.Hrsg. von Walter Blum, Hans-Peter Dürr und Helmut Rechenberg. Abteilung C Allgemeinverständliche Schriften. Bd. 1. Physik und Erkenntnis 1927-1955. München, Zürich 1984. S.130f.

³³ Werner Heisenberg: Gedanken der antiken Naturphilosophie. S.131.

Exaktheit fragt nach den überprüfbaren Resultaten der mathematisch formulierten Theorie, nach den realisierbaren Schlüssen aus den damit verbundenen Modellen.³⁴

Die Mathematik ist nach Heisenberg ein wichtiges Mittel zur Erkenntnis, mit dem definierte Bereiche der Wirklichkeit mit der Formelsprache statisch abgebildet werden können. Dagegen stehe die in der Geisteswissenschaft übliche dynamische Form der Begriffsbildung, bei der die sprachliche Form der Darstellung direkt mit dem sachlichen Inhalt verbunden sei. Für die statische Form sei Idealisierung erforderlich. Sie hebe mathematisierbare Momente hervor. Dabei betonte Heisenberg den Zusammenhang von natürlicher Sprache und Mathematik: »Auch für den Physiker ist die Möglichkeit einer Beschreibung in der gewöhnlichen Sprache ein Kriterium für den Grad des Verständnisses, der in dem betreffenden Gebiet erreicht worden ist.«³⁵ Damit wird m.E. auch auf die Rolle der Philosophie als einer Welterklärung in natürlicher Sprache verwiesen.

Geistige Zusammenhänge sind mit Symbolen verbunden. Symbole werden vor allem durch die Sprache zu Erkennungszeichen. Heisenberg bemerkte dazu: »Denn das Leben allein ist dumpf, und erst die Kraft, Symbole zu schaffen und zu verstehen, macht uns aus Lebewesen zu Menschen.«³⁶ Sprache hat innere Potenzen, die wir kreativ nutzen, wenn aus unwichtigen Einzelheiten nicht trivial zugängliche Ordnungen zu erschließen sind. Heisenberg meinte: »Die mannigfachen Zusammenhänge, die sich unter den Symbolen der Sprache bei ihrer Entstehung oder durch den Gebrauch von selbst gebildet haben, werden dazu benützt, dem gemeinten Gegenstand immer neue Seiten abzugewinnen, ihn durch immer neue Formulierungen neu zu gestalten, und in diesem Wechselspiel des Formulierens, des Aufsuchens neuer Beziehungen oder Deutungen bildet sich ein geistiger Inhalt, der als Bild des gemeinten Wirklichkeitsbereichs gelten kann.«³⁷ Schönheit ist die Suche nach einfachen mathematischen Strukturen, mit denen die Ordnung der Welt im Bewusstsein erfasst werden kann, um sie zu verstehen. Verstehen heißt Ordnen, das spezifische Bereiche umfasst, wie die anorganische und

³⁴ Herbert Hörz: *Philosophische Aspekte der Chemie*. 7. Stuttgarter Chemietage 1994. Chemisches Institut Dr. Flad. Stuttgart. 1994, S. 12f.

³⁵ Werner Heisenberg: *Physik und Philosophie*. West-Berlin. 1959, S.140.

³⁶ Werner Heisenberg: *Ordnung der Wirklichkeit* (1942). In: Werner Heisenberg: *Gesammelte Werke*. Hrsg. von Walter Blum, Hans-Peter Dürr und Helmut Rechenberg. Abteilung C. Allgemeinverständliche Schriften. Bd. 1. Physik und Erkenntnis 1927-1955. München, Zürich 1984. S.281.

³⁷ Werner Heisenberg: *Ordnung und Wirklichkeit*. S.289.

lebende Natur, die menschliche Gemeinschaft, die Erkenntnis und das Erleben, Kunst und Wissenschaft.

Mit der Mathematik werden Gemeinsamkeiten zwischen den Bereichen verdeutlicht. Wichtig ist jedoch der Zusammenhang zwischen den Bereichen, der sich nicht allein in Wissenschaft erschöpft, sondern auch die sittliche und ästhetische Aneignung der Wirklichkeit umfasst. Heisenberg orientierte Wissenschaft auf diese Art des Verstehens, wenn er meint: »In jedem Fall bemisst sich der Wert einer wissenschaftlichen Leistung nicht nach dem Gegenstand, d.h. nicht nach der menschlichen Bedeutung des Materials, erst recht nicht nach irgendeinem >praktischen Nutzen< sondern nur nach der Schönheit und nach der fruchtbaren Kraft der ausgesprochenen Strukturen.«³⁸ Das hebt jedoch die Frage nach dem Nutzen nicht auf, denn Erkenntnis ist kein Selbstzweck. Zu beachten ist jedoch, dass kurzfristiges Nutzendenken Forschung hemmen kann. Mit Plato sprach Heisenberg vom »Erschrecken vor dem Schönen«, das mit dem unmittelbaren Erkennen verbunden ist, welches »nicht über das diskursive, d.h. rationale Denken erfolgt.«³⁹ Aber er betonte zugleich, dass jede wissenschaftliche Theorie, unabhängig davon, wie sie gewonnen wurde, der empirischen Überprüfung und rationalen Analyse standhalten müsse.

Die mathematische Ordnung der Welt hebt das Gemeinsame in der Ordnung der Welt hervor, soweit es die möglichen formalisierbaren Strukturen betrifft. Das reicht zur Erklärung der Welt nicht aus. Um Unterschiede in den Struktur- und Entwicklungsniveaus berücksichtigen zu können, ist das aus den Theorien der Selbstorganisation bekannte Hierarchieprinzip zu berücksichtigen, das hier, philosophisch verallgemeinert, genutzt wird.⁴⁰ Es erfasst den Zusammenhang zwischen allgemeinen und besonderen, grundlegenden und abgeleiteten, koexistierenden und kooperierenden, konkurrierenden und ordnenden Prozessen der Selbstorganisation in und zwischen Systemen. Strukturhierarchie regelt sowohl die Strukturbildung als auch die Strukturauflösung im komplexen System und steuert damit untergeordnete Strukturen. Sie integriert Störungen auf systemadäquate Weise. Dabei kann sie sich selbst verändern. Unterschiedliche Struktur- und Entwicklungsniveaus sind in ihrem Genese- und Strukturzusammenhang

³⁸ Werner Heisenberg: *Ordnung und Wirklichkeit*. S.290.

³⁹ Werner Heisenberg: *Die Bedeutung des Schönen in der exakten Naturwissenschaft*. In: Werner Heisenberg: *Schritte über Grenzen*. München 1971. S.300.

⁴⁰ Herbert Hörz: *Selbstorganisation sozialer Systeme*. Münster. 1993, S.55ff.

zu untersuchen. Dieser ist auf Abhängigkeiten, auf Zyklicitäten und auf Unterordnung aufgebaut.

Ein einheitliches Weltbild muss die Einheit von Natur und Gesellschaft beachten. Die Existenz sozialer Systeme menschlichen Verhaltens kann als höhere Bewegungsform im Vergleich mit anorganischen und biotischen Systemen anerkannt werden, weil Menschen ihre Existenzbedingungen bewusst gestalten. Das ist eine Entwicklungslinie von niedriger zu höher entwickelten Systemen. Sie umfasst anorganische, lebende, sozial-organisierte, gestaltende und widerspiegelnde Systeme. Entwicklungshierarchie ist mit Strukturhierarchie gekoppelt. Obwohl bestimmte Systeme Schöpfungen anderer Systeme sind, weisen nicht nur die Schöpfersysteme, sondern auch die Schöpfungen eigene hierarchische Strukturen auf, die auf die Schöpfer zurückwirken. So werden mit artifiziell-technischen Systemen umfangreiche Erfahrungen gemacht. Havarien in großtechnischen Systemen beruhen oft auf Missachtung innerer Strukturhierarchie durch die Schöpfer oder Betreiber. Es geht dann um die kleinen Ursachen mit großen Wirkungen. Unkenntnis, Verdrängung und menschliches Versagen sind Gründe dafür. Hierarchisierung und ihre Veränderung wird in allen Bereichen erlebt. Werden ökologische Systeme durch menschliches Einwirken in ihrer hierarchischen Struktur und Selbstorganisation mehr oder weniger gestört, dann reagieren sie mit unvorhergesehenen Schäden. Satellitenstaaten entgleiten der Führung. Ethnische Gruppen wehren sich gegen fördernde oder hemmende Unterdrücker. Kinder setzen gegen den Willen ihrer Erzieher ihren Standpunkt durch. Überall begegnen wir den hierarchischen Anordnungen von Strukturen, die selbst wieder der Veränderung unterliegen.

Das Hierarchieprinzip legt nun heuristisch nahe, den Zusammenhang von Theorien für verschiedene Objektbereiche über die hierarchischen Strukturen herzustellen. Damit kommen wir zum Erklärungswert von Rahmentheorien. Da die Theorie dissipativer Strukturen eine physikalische Rahmentheorie biotischer Evolution ist, kann man annehmen, dass höhere Bewegungsformen stets durch eine solche Rahmentheorie erfasst werden, in der die durch die niedrigere Bewegungsform bestimmte Varianzbreite der Elemente in komplexen Systemen der höheren Bewegungsform enthalten ist. Eben das drückt der Begriff Rahmentheorie aus, denn sie gibt den allgemeinen Rahmen für spezifisches Verhalten. Man kann die Hypothese formulieren: Jede Theorie von der Verhaltensweise eines Systems in der niedrigeren Bewegungsform ist Rahmentheorie für das Verhalten der Elemente eines Systems in der höheren Bewegungsform. In der Rahmentheorie existiert die höhere Bewegungsform als Möglichkeit in dem von der Theorie beschriebenen Möglichkeitsfeld. Die Existenz der höheren Bewegungsform

führt zu Restriktionen für das Möglichkeitsfeld der niedrigeren Bewegungsform. Es wird jedoch ein qualitativ neues Möglichkeitsfeld für eigenes Verhalten in der höheren Bewegungsform aufgebaut, das selbst wieder Möglichkeiten für die weitere Entwicklung höherer Formen enthält.

Nach dieser Hypothese ist es wichtig, die theoretischen Forschungen zu verstärken, um die entsprechenden Rahmentheorien weiter auszubauen. Es würde damit ein inneres Band zwischen der unterschiedlichen Struktur- und Entwicklungsniveaus erkannt, das für ein einheitliches Weltbild zu einer wesentlichen Konstituente werden könnte. Es wäre ein wichtiger Beitrag dazu, die Selbstorganisation in der Transformation von Struktur- und Entwicklungsniveaus durch den Zusammenhang von Theorien besser zu erfassen. Die physikalische Rahmentheorie biotischer Evolution ist durch die biologische Rahmentheorie sozialen Verhaltens ergänzt, die gesellschaftliche durch eine Theorie des Gruppenverhaltens, die sozialpsychische durch eine Theorie individuellen Verhaltens. Dazwischen liegen die Genetik biotischen Verhaltens, die Biotik individuellen Verhaltens, die Biologie der Sozialität, die Psychologie und Soziologie der Gruppen usw. Ein einheitliches Weltbild wäre damit durch spezifische Rahmentheorien untermauert, die den Möglichkeitsrahmen für andere Struktur- und Entwicklungsniveaus bestimmen. In höheren Bewegungsformen entstehen neue Komplexitätsgrade und Kooperationsformen von Elementen der Systeme. Rahmentheorien geben nur die Möglichkeitsfelder des Verhaltens an und bestimmen nicht die Mechanismen und Triebkräfte des Verhaltens. So zeigt die Physik mögliche Verhaltensweisen chemischer Elemente, deckt aber nicht ihre inneren Mechanismen auf. Die Soziobiologie kann bestimmte soziale Verhaltensweisen beim Menschen in ihren biotischen Vorformen untersuchen, doch Analogien sind noch keine Einsichten in Systemgesetze. Diese werden durch die autonomen Beziehungen des Systems, durch seine Grundqualität bestimmt.

Sowohl die Mathematik als Ordnungstheorie als auch die Theorien der Selbstorganisation mit dem Hierarchieprinzip bringen wesentliche Aspekte eines einheitlichen Weltbilds, also eines einheitlichen Natur- und Menschenbilds zum Ausdruck.

7. VON DER SUBSTANZ ZUR STRUKTUR - TENDENZEN EINES EINHEITLICHEN WELTBILDS

Die mathematische Ordnung der Welt ist in ihrer Reinheit von wirklichen Strukturen befreit und bedarf deshalb der inhaltlichen Interpretation, um sie deskriptiv oder

preskriptiv nutzen zu können. Mathematik kann kein Weltbild konstituieren. Das gilt auch für ihre Grundlage, die Logik. Wer es versucht, muss von wichtigen Fragen schweigen. In seinem 1921 erstmals erschienenen »Tractatus logico-philosophicus« bemerkte Wittgenstein, dass philosophische Probleme in ihren Fragestellungen auf dem Missverständnis der Logik unserer Sprache beruhen. Anfang und Ende des Traktats bildet die Feststellung: Wovon man nicht reden kann, darüber muss man schweigen.⁴¹ Konsequenterweise gibt es für Wittgenstein auch keine Sätze der Ethik, denn Ethik lasse sich nicht aussprechen.⁴² Das Unaussprechliche ist für Wittgenstein das Mystische und als richtige Methode der Philosophie sieht er: »Nichts zu sagen, als was sich sagen lässt, also Sätze der Naturwissenschaft - also etwas, was mit Philosophie nichts zu tun hat - , und dann immer, wenn ein anderer etwas Metaphysisches sagen wollte, ihm nachzuweisen, dass er gewissen Zeichen in seinen Sätzen keine Bedeutung gegeben hat. Diese Methode wäre für den anderen unbefriedigend - er hätte nicht das Gefühl, dass wir ihn Philosophie lehrten - aber sie wäre die einzig streng richtige.«⁴³ Doch die Ethik ist nicht aus unserem Weltbild zu entfernen, da sie die für das Verhalten der Menschen wichtigen Sinnfragen behandelt. Folgen wir Wittgenstein, dann bleibt uns ein naturwissenschaftliches Weltbild mit ethischen Lücken oder Mystik. Wenn wir beide Konsequenzen umgehen wollen, müssen wir die Tendenzen des einheitlichen Weltbilds untersuchen, die uns die moderne Wissenschaft zeigt.

Forschungen zur Information, Selbstorganisation und Evolution ermöglichen eine einheitliche Sicht auf die Ordnung der Wirklichkeit, die nicht mehr substanz- sondern strukturorientiert ist. Es wird nicht mehr allein nach den Urstoffen der Welt, sondern nach den Grundformen des Systemverhaltens gesucht, in denen spezifische Materiearten existieren. Dabei wird auch ein Trend der einheitlichen Welterklärung immer deutlicher, der schon mehrmals erwähnt wurde. Existenz- und Bewegungsformen der Materie sind übergreifend. Sie umfassen natürliche, lebende, soziale, artifizielle und mentale Systeme. Gehen wir also von der Erklärung der Welt allein durch einheitliche natürliche Grundsubstanzen ab, um dem philosophischen Reduktionismus zu entgehen, dann drängt das Naturbild zum Menschen- und Gesellschaftsbild. Das macht einerseits Erkenntnisse der Naturwissenschaften, wenn sie philosophisch verallgemeinert sind, für die Erklärung gesellschaftlicher Prozesse heuristisch interessant, darf jedoch anderer-

⁴¹ Ludwig Wittgenstein: Logisch-philosophische Abhandlung. Frankfurt am Main. 1960, S. 7,115.

⁴² Ludwig Wittgenstein: Logisch-philosophische Abhandlung S. 112.

⁴³ Ludwig Wittgenstein: Logisch-philosophische Abhandlung S. 115.

seits nicht dazu führen, die Spezifik menschlichen Handelns mit seinen Regularitäten zu vergessen. Analogien sind erkenntnisfördernd, doch selbst noch keine spezifische Erkenntnis über die Gesetzmäßigkeiten des untersuchten Bereichs.⁴⁴

Mit den Untersuchungen zur Information als widerspiegelnde und steuernde Struktur ist ein wesentliches Moment einer einheitlichen Welterklärung gegeben.⁴⁵ *Information* ist eine allgemeine Eigenschaft jedes Systems, das durch mindestens zwei wechselwirkende Elemente eine innere Struktur aufbaut, die Funktionen gegenüber den Systemelementen, der Verhaltensweise des Systems und umfassenderen Systemen ausübt. Spuren aus der Wechselwirkung zwischen Elementen und Systemen enthalten in der veränderten Struktur Nachrichten über die Art der Einwirkung. Objektive und subjektive Strukturkomplexe steuern Prozesse. Information umfasst mit Struktur, Widerspiegelung und Steuerung wesentliche Momente jedes Informationsprozesses. Information ist Struktur als geronnene Entwicklung. Sie ist stets das Resultat eines Geneseprozesses, in dem Wechselwirkungen stattfanden und Spuren der Einwirkung eines Systems auf das andere, eben die neuen Strukturen auftreten. Die dabei gestellte Frage, ob jede Struktur eine Information sei, kann im philosophischen Kontext so beantwortet werden, dass für die Information als Naturphänomen bei flexibel reagierenden und deshalb lernenden und mit Gedächtnis begabten Lebewesen oder für die Information als Kulturphänomen, in der Nachrichten durch Kommunikation mit Sprache vermittelt werden, jede Struktur potenzielle Information durch Spurenbildung nach einer Einwirkung ist, da die Spuren Strukturen der Einwirkung wiedergeben. Im anorganischen Bereich sind diese Spuren ohne eigentliche Signalwirkung, was ihren Charakter als potentielle Information nicht aufhebt.

Information ist Widerspiegelung oder Repräsentation⁴⁶ als Spurenbildung bei der Einwirkung auf ein System, das mit der Struktur als Spur Hinweise auf die Struktur der

⁴⁴ Das versuche ich bei der Analyse der Selbstorganisation sozialer Prozesse zu zeigen. In: Herbert Hörz: *Selbstorganisation sozialer Prozesse*.

⁴⁵ Herbert Hörz: *Reflections on a Philosophical Notion of Information*. In: Klaus Kornwachs, Konstantin Jacoby (ed.): *Information. New Questions to a Multidisciplinary Concept*. Berlin 1996. S. 245ff.

⁴⁶ Bei manchen ungerechtfertigten Angriffen gegen die Widerspiegelungstheorie, bei der oft Widerspiegelung durch Repräsentation ersetzt wird, ohne inhaltlich eine dialektisch-materialistische Widerspiegelungstheorie zu widerlegen, wäre die Verteidigung des Abbildbegriffs durch Friedrich Ueberweg in der Diskussion mit Hermann von Helmholtz zu beachten, in der es um die Probleme adäquater menschlicher Widerspiegelung ging. Helmholtz in seinen erkenntnistheoretischen Arbeiten sehr bewegte. Herbert Hörz: *Brückenschlag zwischen zwei Kulturen. Helmholtz in der Korrespondenz mit Geisteswissenschaftlern und Künstlern*. Marburg. 1997, S. 263 – 272.

Einwirkung enthält. Es geht bei diesem Aspekt der Information um die Beziehung der existierenden Struktur zu ihrer Genese. Eine Struktur als Abbild ist ein komplexer Repräsentant für andere Prozesse. Sie enthält als Spur der Einwirkung eine Nachricht über das Original, die erlernt oder aus der Struktur erst durch einen Empfänger zu erschließen ist. Information ist Steuerung von Verhalten auf der Grundlage existierender Strukturen. Steuerung ist zweckbestimmt. Sie kann erlernt sein, unbewusst ablaufen oder als Entscheidungsalternative existieren. Steuerung umfasst den orientierenden Charakter der Strukturen und ihrer Bewertung für zukünftiges Verhalten.

Die Forschungen zur *Selbstorganisation* zeigen einen weiteren übergreifenden Aspekt im natürlichen, sozialen und kulturellen Geschehen. Selbstorganisation ist die durch innere Determinanten bestimmte interne Strukturbildung von Systemen. Die Herausbildung neuer Strukturen in einem System kann die Stabilität des Systems fördern oder zerstören, seine Evolution erzwingen oder hemmen. Die Untersuchung der Selbstorganisation komplexer Systeme führt also zur Erklärung der Strukturbildung in Systemen durch systeminterne Vorgänge. Äußere Faktoren sind Ausdruck der Fremdorganisation. Sie wirken so lange über die spezifischen Mechanismen der Systeme bis sie diese prinzipiell verändern oder eventuell das System selbst zerstören. So sind systemare Anpassungen an und Reaktionen auf die Fremdorganisation eines Systems ebenfalls als Prozesse der Selbstorganisation anzusehen. Die Idee der Selbsterhaltung und Selbsterzeugung von Systemen, der Strukturbildung in den Systemen durch innere Triebkräfte und der Selbstzerstörung von Systemen kann uns helfen, Veränderung und Entwicklung in Natur und Kultur in ihren universellen Prinzipien besser zu verstehen. Selbstorganisation ist als universelles Strukturbildungsprinzip durch die relative Selbständigkeit der Systeme mit ständigem Energie-, Stoff- und Informationsaustausch mit der Umgebung, durch kooperatives Verhalten der Systemelemente, durch den überkritischen Zustand des Systems mit einem Möglichkeitsfeld für sein Verhalten und durch Nichtlinearität von Ursachen und Wirkungen charakterisiert.

Die wesentlichen Eigenschaften der sich selbst organisierender Systeme sind: Offenheit, Komplexität, Autonomie, Nicht-Linearität und Hierarchisierung. Die allgemeinen Merkmale bedürfen der Spezifizierung für bestimmte Bereiche. Das geschieht nicht selten mit wichtigen Konsequenzen. So kann mit einem evolutiven dynamischen Forschungsparadigma des 21. Jahrhunderts, nach dem Wissensprozesse und demokratische gesellschaftliche Prozesse näher aneinander rücken, weil neue Bedingungen entstanden sind, wie: »verteilte Intelligenz, verteilte Kompetenz und

verteilte Verantwortung,«⁴⁷ gezeigt werden, dass damit Potenzen für eine neue qualitative Demokratie der Zukunft entstehen können, »die durch einen Anstieg von Autonomie und Souveränität des Individuums gekennzeichnet ist.«⁴⁸

Den Zusammenhang zwischen den Informationssystemen und den sich selbst organisierenden Systemen in ihrer Spezifik stellt das Entstehen anderer, neuer und höherer Qualitäten in einer Hierarchie von Struktur- und Entwicklungsniveaus her. Das führt uns zum Problem der Entwicklung. *Entwicklung*, in manchen philosophischen Theorien wird auch von Emergenz gesprochen, ist die Entstehung von Neuem. Das kann sich wieder auf verschiedene Aspekte beziehen. Die Realisierung von Möglichkeiten umfasst auch andere Qualitäten, die andere Erscheinungen der gleichen Grundqualität sind, neue Grundqualitäten und dann auch höhere Qualitäten, für die Kriterien anzugeben sind, warum sie als höher entwickelt bezeichnet werden können. Emergente Erscheinungen sind sowohl neue Strukturen als geronnene Entwicklung, neuartige Prozesse und neue Mechanismen der Entstehung von Neuem, denn auch Entwicklungsformen können sich verändern und Funktionswandel kann eintreten. Das betrifft auch unsere Sicht auf Symmetrien. Gerade die Durchbrechung von Symmetrien zeigt die Offenheit für Neues. Im Verhältnis von Symmetrien und ihrer Durchbrechung scheinen wichtige Mechanismen der Entwicklung vorzuliegen. Untersuchungen der Emergenz verlangen die Darstellung von Komplexitäten, von Zusammenhängen zwischen System und Elementen. Komplexe Systeme haben ihre eigenen Systemgesetze, die jedoch mit den Elementen des Systems gekoppelt sind. Das führt zu dem schon genannten Problem der Rahmentheorien in der Evolutionshierarchie. Komplexe Zustände existieren, müssen aber analytisch in ihren Elementen messbar gemacht werden.

Mit Information, Selbstorganisation und Entwicklung sind wesentliche Aspekte einer einheitlichen Sichtweise der Ordnung der Wirklichkeit vorhanden, die nicht auf die Substanz im stofflichen Sinne orientiert sind, sondern solche Wesenheiten umfassen, die in der Vielfalt der Erscheinungen existieren und eine einheitliche Erklärung der

⁴⁷ Johann Götschl: Charakteristika eines evolutiven dynamischen Wissenschaftsbegriffes: Alexander von Humboldt als Vorläufer einer evolutiven Modellierung der Wissenschaftsentwicklung. In: Ottmar Ette, Ute Hermanns, Bernd M. Scherer, Christian Suckow, Alexander von Humboldt - Aufbruch in die Moderne. Berlin 2001. S. 130.

⁴⁸ Johann Götschl: Charakteristika. S. 131

Welt in der Differenzierung ihrer Objektbereiche, Struktur- und Entwicklungsniveaus mit Spezialtheorien ermöglichen.

8. NATURWISSENSCHAFT, WELTANSCHAUUNG UND POLITIK- FALLBEISPIEL HEISENBERG

Diskussionen über die Einheit des naturwissenschaftlichen Weltbilds in Geschichte und Gegenwart sind Ausdruck der Offenheit für den wissenschaftlichen Erkenntnisfortschritt, wenn man das immer tiefere Eindringen der Erkenntnis in die Gesetzmäßigkeiten und Regularitäten der Naturprozesse untersucht. Dazu sind verschiedene Herangehensweisen an die Naturerklärung als Aspekte des Erkenntnisfortschritts zu sehen, obwohl fanatische Vertreter bestimmter Ansichten nicht nur den Fortschritt hemmten, sondern auch die Vertreter anderer Auffassungen physisch und psychisch vernichten wollten und es auch taten. Denken wir etwa an das Vorgehen der Inquisition gegen Galileo Galilei. Als der Polarforscher und Meteorologe Alfred Wegener 1912 seine Theorie der Kontinentalverschiebung entwickelte, nach der der ursprünglich zusammenhängende Kontinentalblock auseinandergebrochen sei und die Teile nun auseinanderdriften, konnte an einigen Einrichtungen in Deutschland das Vertreten dieser Theorie karriereschädigend sein, obwohl sie dann der Plattentektonik den Weg bereitete.⁴⁹ Naturerkenntnis durchbricht oft weltanschauliche Grenzen und führt zu Debatten über die Verantwortung der Wissenschaftler. Naturwissenschaft steht also im Spannungsfeld von Weltanschauung und Politik. Das ist der Zusammenhang, den wir diskutieren, wenn wir nach den Forderungen an Forschung und Lehre fragen, die Offenheit für den wissenschaftlichen Fortschritt und soziale Verantwortung ermöglichen.

Das beschäftigte auch Werner Heisenberg, den Verfechter einer einheitlichen Naturerklärung. So schrieb er mir 1972: »Ich hoffe, dass die Kritik an der kommunistischen Bewegung, die ich in meinem Buch >Der Teil und das Ganze< ausgesprochen habe, Sie nicht all zu sehr zum Protest herausfordert. Sicher werden auch Sie sich der fundamentalen Schwierigkeit bewusst sein, dass eine Weltanschauung, die für die Menschen - auch die einfachen Menschen - die Grundlage der Entscheidungen bilden muss, sich nicht schnell ändern darf, während sich die Wissenschaft in ihren Erkenntnissen, besonders in unserem Jahrhundert, sehr schnell

⁴⁹ Herbert Hörz, Alfred Wegener als Wissenschaftler seiner Zeit Erkenntnistheoretische Überlegungen-. In: Zeitschrift für geologische Wissenschaften 10(1982). S. 297 – 305.

ändert. Dieses Problem war die Grundlage des Prozesses der Kirche gegen Galilei; es ist neu aufgetaucht bei der Frage nach der Anerkennung der Relativitätstheorie und Quantentheorie im modernen Russland, und es wird natürlich wieder auftauchen im Zusammenhang mit der Elementarteilchentheorie. Einfache Lösungen gibt es sicher nicht, aber vielleicht ist es schon eine Hilfe, wenn man sich über die Wichtigkeit des Problems klar wird.«⁵⁰ Dazu ist jedoch über die Fachgrenzen hinauszudenken.

Die Überschätzung der Spezialisierung war es, die nach Brecht zur Erbsünde der modernen Naturwissenschaft führte. Nach dem Abwurf der in den USA entwickelten Atombomben auf japanische Städte sprach er 1947 von Galileis Verbrechen, der aus »der neuen Astronomie, die eine neue Klasse, das Bürgertum, zutiefst interessierte, da sie den revolutionären Strömungen der Zeit Vorschub leistete«, »eine scharf begrenzte Spezialwissenschaft« machte, »die sich freilich gerade durch ihre >Reinheit<, d. h. ihre Indifferenz zu der Produktionsweise, verhältnismäßig ungestört entwickeln konnte. Die Atombombe ist sowohl als technisches als auch als soziales Phänomen das klassische Endprodukt seiner wissenschaftlichen Leistung und seines sozialen Versagens.«⁵¹ Im ersten Sündenfall ist die Spezialisierung im Interesse der Wissensproduktion eine Form der Verantwortungslosigkeit, da dem Spezialisten Kompetenz zur Lösung sozialer Probleme fehlt. Die Entwicklung hochkomplexer Destruktivkräfte, der Massenvernichtungswaffen, war dann der zweite Sündenfall, dem weitere folgen. Denken wir an die mögliche Zerstörung natürlicher Lebensbedingungen der Menschen durch ökologische Katastrophen. Was bringt genetic engineering mit sich, wenn verantwortungslos geklont wird? Die Informationsrevolution kann zur Fremd- und Eigenmanipulierung des Wissens als Grundlage von Entscheidungen führen, wenn kritisches Sozialbewusstsein fehlt. Wer befasst sich mit der geistigen Umweltverschmutzung?

Die Diskussion um die Verantwortung der Naturwissenschaftler entzündet sich immer wieder an der Rolle Heisenbergs im faschistischen Deutschland beim Bau der Atombombe. Neuer Anlass dafür sind die Briefentwürfe von Niels Bohr an Heisenberg⁵². Dafür gibt es mehrere Gründe, zu denen auch die immer wieder gestellte Frage nach dem Versagen der deutschen Wissenschaftler gehört. So beharrte Samuel Goudsmit, der Leiter der Mission Alsos, die im Auftrag von Eisenhower alles sammelte, was das deutsche Atombombenprogramm betraf, darauf, das Versagen der

⁵⁰ Brief von Werner Heisenberg vom 4.1.1972 an den Autor.

⁵¹ Bertolt Brecht: Stücke. Bd. VIII. Berlin. 1957, S.199

⁵² Website des Niels-Borh-Archivs: www.nba.nbi.dk

Deutschen habe technische, wissenschaftliche und organisatorische Gründe und nichts zu tun mit moralischen Bedenken oder Vorbehalten gegen Hitler. Diese Auffassung wird verständlich, wenn man beachtet, dass sich die antifaschistischen Physiker, die in Los Alamos wirkten, fragen lassen müssen, wie sie ihrer Verantwortung gerecht wurden und warum sie den Abwurf der Bomben nicht verhinderten. Insofern ändert sich durch die Bohr-Briefe die Grundproblematik nicht. Sie machen nur eine kleine Episode des Zusammentreffens von Heisenberg und Bohr zu der Zeit deutlich, als die Freunde verschiedenen politischen Lagern angehörten und Misstrauen von Bohr gegenüber dem aus dem faschistischen Deutschland kommenden Heisenberg sicher angebracht war. Die Briefe können ebenfalls verschieden interpretiert werden.⁵³ An meiner Feststellung im Heisenberg-Buch von 1964, das er gelesen und gelobt hat, kann ich weiter festhalten: »Man kann die persönliche Haltung jedes Wissenschaftlers noch so verschieden einschätzen, die Bombe wurde in Deutschland nicht gebaut. Viel wichtiger ist deshalb vom heutigen Standpunkt aus, welche Lehren haben die Physiker gezogen, die damals nicht emigrierten und im passiven Widerstand verharren.«⁵⁴ Dazu verwies ich auf die Göttinger Erklärung von 1957 und ihren Willen, an der friedlichen Verwendung der Atomenergie teilzunehmen.

Das Kernproblem im neuen Naturbild war für Heisenberg nicht die subjektive Gestaltung objektiver Prozesse im Experiment, nicht die Modellierung bisher unanschaulicher Beziehungen, auch nicht die Rolle des Zufalls im Verhalten der Elementarteilchen, sondern das Verhältnis des Menschen zur Natur. Das Naturbild war für ihn Bild unserer Beziehungen zur Natur. Heisenberg stellte fest, »dass zum ersten Mal im Laufe der Geschichte der Mensch auf dieser Erde nur noch sich selbst gegenübersteht.«⁵⁵ Daraus leitete er berechtigt neue Gefahren ab. Die Erweiterung der Technik müsse nicht mehr unbedingt gesellschaftlicher Fortschritt sein. Das war eine berechtigte Warnung, denn die Universalisierung der auf wissenschaftlich-technischer Entwicklung aufbauenden Zivilisation zerstört nicht selten die auf Tradition und Freiheitsgewinn orientierte Pluralität der Kulturen. Die Hoffnung des Fortschritts-glaubens, so Heisenberg, findet eine Grenze, die erst undeutlich zu sehen sei. Die

⁵³ Thomas Powers: What Bohr remembered. In: The New York Review of books, vol. XLIX, no 5, March 28, 2002, pp.25f.

⁵⁴ Herbert Hörz, Werner Heisenberg und die Philosophie. Berlin. 1966, S. 287.

⁵⁵ Werner Heisenberg: Das Naturbild der heutigen Physik. Hamburg. 1955, S. 17.

geistigen Dimensionen sind nach ihm jedoch vielfältig und Grenzen in einer Dimension führten dazu, andere Dimensionen zu beachten. Er meinte, dass sich die schöpferischen Kräfte der Menschen selbst wieder um eine gemeinsame Mitte ordnen werden. Er verabscheute Extreme jeder Art. Der Gedanke der Ordnung war für ihn die Forderung nach Humanität.

Die frühere These, dass das Naturbild eigentlich Menschenbild sei, verschärft sich später zu der Einsicht, wie C.F. von Weizsäcker aus einem Gespräch wenige Tage vor dem Tod Heisenbergs berichtet: »Die Physik ist jetzt eigentlich nicht mehr so wichtig, das wundert mich fast. Die Menschen, die da waren, sind wichtig.«⁵⁶ Damit schließt sich der Kreis. Wir haben damit begonnen, das naturwissenschaftliche Weltbild als Menschenbild zu bestimmen, um nun festzustellen, dass die Verantwortung der Wissenschaftler dazu zwingt, das Naturbild durch ein Gesellschaftsbild mit der Vision von menschenwürdigen Zuständen, einschließlich der Naturerhaltung und -gestaltung zu ergänzen.

9. FAZIT

Die Ergebnisse der Überlegungen können in sieben Thesen zusammengefasst werden:

1. Weltbilder sind immer ein Komplex von weltanschaulich relevanten wissenschaftlichen Erkenntnissen, von philosophischen Deutungen und auf praktischen Einsichten gegründeten Einsichten, von veranschaulichten Theorien und von Verhaltensmaximen, die zu analysieren sind, um spekulative von begründeten Aspekten zu unterscheiden, Vorurteile zu bekämpfen und Fehldeutungen zurückzuweisen.
2. Die Natur ist wissenschaftlich erfassbar, wenn wir uns stets dessen bewusst sind, dass Wissenschaft als rationale Aneignung der Wirklichkeit uns einen Ausschnitt der untersuchten Systeme und Strukturen liefert, deren Wirkungen wir experimentell erfassen, theoretisch mit Modellen erklären und praktisch überprüfen können. Unser Wissen über die Natur ist also stets relativ, begrenzt und fordert Korrektur, Vertiefung und Erweiterung. Die philosophische Frage nach der Wahrheit wird durch die logische nach der Richtigkeit ergänzt und fordert die spezialwissenschaftliche Frage nach der Bestimmung der Relativität unserer Modelle

⁵⁶ Carl Friedrich von Weizsäcker: Werner Heisenberg – Eine Gedenkrede. In: Universitas 31(1976)7. S. 691.

heraus, deren Erklärungswert unterschiedlich als mehr oder weniger praktikabel, mehr oder weniger effektiv, bestimmt wird.

3. Der Gedanke von der Einheit der Natur als Grundlage eines einheitlichen Weltbilds ist ein heuristisches Prinzip, das zur Synthese analytisch gewonnener Wesensmomente anregt und mit neuen Erkenntnissen zu präzisieren oder prinzipiell neu zu konstituieren ist. Insofern ist Einheit auch ein Ordnungsbegriff für gesammelte Erkenntnisse, mit denen das Geschehen auf Grundsubstanzen oder grundlegende Regularitäten zurückzuführen ist.
4. Die Geschichte menschlicher Erkenntnis zeigt die Änderung grundlegender Prinzipien im Einheitsdenken. Dabei ist jede Existenztheorie mit einer Theorie des Zusammenhangs und der Bewegung verbunden. Weltbilder zeichnen sich durch Determinismuskonzeptionen aus und erklären mit Entwicklungstheorien die Entstehung von Neuem.
5. Die Ordnung der Welt reicht von den physikalischen Grundlagen bis zu den emotionellen Ausbrüchen von Individuen und den spontanen sozialen Bewegungen. Jedes Naturbild treibt über sich hinaus und wird zum Menschenbild. Das Ganze erfassen wir nur über seine Teile. Es sind wissenschaftlich berechnete Reduktionen im Erkenntnisprozess erforderlich, die zum philosophischen Reduktionismus führen, wenn der untersuchte Teil unberechtigt für das komplexe System gehalten wird. Analyse und Synthese ergänzen sich.
6. Es gibt Tendenzen in der Einheitssuche, die den Menschen in die Natur einordnen und die Einheit des naturwissenschaftlichen Weltbilds nicht mehr in der Substanz, in bestimmten Materiearten, sondern vor allem in den Materieformen suchen. Wesentlich sind Information, Selbstorganisation und Entwicklung.
7. Naturerkenntnis steht im Spannungsfeld von Effektivität und Humanität, von Politik und Weltanschauung, wie das Fallbeispiel Heisenberg zeigt. Eine moderne rationale Natur- und Welterklärung greift so immer wieder auf das Unum, Bonum, Verum der griechischen Denker zurück und erweitert es durch unsere neuen Erkenntnisse, ohne einen endgültigen Abschluss zu erreichen.

Tendenzen moderner Technik-Entwicklungen

1. TECHNOLOGIE UND MENSCHLICHE IDENTITÄT

Seit der Rückdatierung des ältesten Fossilfunds auf menschliches Dasein vor mehr als 2 Millionen Jahren ist es gewiss, die Entwicklung des Menschen überhaupt steht in einem direkten Zusammenhang zu den von ihm handhabbaren technologischen Gegebenheiten seiner Zeit. Und dazu noch ist die Entwicklungsgeschichte der Menschheit dadurch geprägt, dass der Mensch in einem komplizierten Gefüge von Wechselwirkungen zwischen Bedürfnisentfaltung, tätigem Handeln, Lernen und seiner Fähigkeit des innovativen Neugestaltens auf ganz natürliche Weise den Spiralauftrieb des technologischen Fortschritts und damit die Entwicklung seiner eigenen menschlichen Identität befördert.

Was war:

- vor etwa 2,5 Millionen Jahren
ältester Fossilfund
in der menschlichen Identität des »*homo habilis*«,
der geschickte Mensch, benutzte eindeutig
Werkzeuge sogenannte *pebble tools* (Geröll-
geräte).
- vor 500.000 Jahren
lebte in Afrika, Asien Europa der »*homo erectus*«,
der aufrechte Mensch, benutzte elegante blatt-
förmige Beile aus Stein und offenbar das Feuer.

Was ist:

- seit 40.000 Jahren
damals im nahen Osten, Europa, Australien –
heute überall der »*homo sapiens*«,
der wissende Mensch, damals – benutzte Werk-
zeuge aus Stein und Knochen, konnte sich
bereits Möglichkeiten der Herstellung und Ver-

wendung von Schmuck leisten, schöpft Menschheitswerte aus der Erkenntnis von Naturzusammenhängen, *heute* – lässt Naturphänomene für sich wirken, verfügt über Freizeitkapazität, reichlich Luxusobjekte – muss ringen, seinen Platz in der sich globalisierenden Menschheitsentfaltung zu finden.

Was wird sein:

- in 100 Jahren wird agieren
in allen Regionen der Erde der

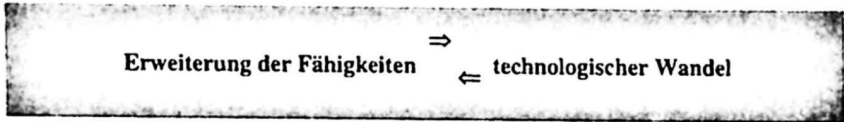
»*homo networkus*«, *der Netzwerk-Mensch*, ihm gelingt, zum gemeinsamen Vorteil menschenwürdigen Lebens auf hohem Niveau, die »Kulturen« übergreifende kooperative Wertschöpfung in der Koordinierung seines und global - fremden Wissens.

Der Erfahrungsgewinn durch Mobilität und die moderne Medienwelt hat ein weltumspannendes Triebkraftpotenzial an Hoffnungen und Erwartungen an die Entwicklungssphäre »*neue Technologien*« aufgebaut. Die Gattung des »*homo sapiens*« von heute erwartet, die Technologien mit ihren hochentwickelten technischen Möglichkeiten sollen machen [1], dass für Kinder, Frauen und Männer:

- das Leben gesünder* wird, bei höherer Lebenserwartung leistungsfähig bis ins Alter,
- ✂ *mehr soziale Freiheiten* für deren Selbstverwirklichung geboten werden,
- 📖 *eine qualifiziertere Kenntnisvermittlung* erfolgt, *heute Wissbares in sinnvolles Handeln* umzusetzen,
- ⊙ *keinerlei Ausgrenzung* mehr erfolgt,
- # *ein produktiverer Lebensunterhalt* erreichbar wird.

Auf der Grundlage komplizierter Verknüpfungen steuern gesellschaftliche Vorgänge unabweisbar in das Netzwerk-Zeitalter [1]. Das Individuum *Mensch* bleibt dabei beständig Akteur in dem steten

Wirkungskreislauf



den er mit Vorteil befördern oder behindern kann.

Die innovative Leistungsfähigkeit des Urzeitmenschen führte über den Vorgang der schon früh das Rationalisierungsbedürfnis des Menschen erfüllenden Arbeitsteilung zu einer Entwicklung, die sich dem Neuzeitmenschen als »der Markt« darstellt. Politisches Können¹, in seiner sich globalisierenden Ausdehnung, fördert oder hemmt regional den steten technologischen Wandel mit seiner ihm zugehörigen Technik. So prägen die Generationen nach ihren regionalen Gegebenheiten Technologie-Formate ihrer Lebensumstände, die sich nunmehr weltumspannend zu einem globalen Technologie-Format zusammenfügen.

2. 250 JAHRE TECHNISCHE REVOLUTION

Seinen Lebensumständen gemäß verfügte bereits der Urzeitmensch über innovative Leistungsfähigkeit. Im Verlaufe der Jahrtausende setzte diese auf dem Weg über die rationalisierende Arbeitsteilung einen Prozess in Gang, dessen Ergebnis sich uns heute als »der Markt« darstellt. Der Markt ist ein der Menschheitsentwicklung immanentes Ereignis, das in seinem Wirken nahezu bestimmend darüber entscheidet, wie der Mensch Früchte seiner *Technologieentwicklung* ernten und genießen kann. Seit 250 Jahren Technische Revolution – in der Technologien mit Maschinen verbunden wurden – entstand die uns heute umgebende Marktform mit ihren bekannt - anarchischen positiven wie negativen Wirkungsformen. Wegen der derzeit schon überdeutlich zu vernehmenden Folgen aus den wenig beherrschten Gebrechen des kapitalistischen Marktes drängt die Menschheitsentwicklung dringlich, den sozial-ethischen Rückstand der ideellen Tragsäulen des *Marktes unserer Zeit* durch eine bildungsgestützte Anpassungsqualifizierung auf die Höhe zunächst der naheliegendsten Zukunfts-

¹ Zielvorgaben der Milleniumserklärung der Regierungen für das 21. Jahrhundert – bis 2015: Hunger leidende Anteile der Weltbevölkerung auf 50 % reduzieren, Zugang zu sauberem Wasser schaffen. 26 % aller Weltbürger einen Grundschulabschluss sichern. Mindestens bei 23 % der Weltbevölkerungsanteile die Kleinkind-Sterblichkeit ° reduzieren

anforderungen zu bringen. Neu ist dieses Streben nicht, die Notwendigkeiten der Zukunft zu erkennen, auf dass der wissende Mensch sein Handeln danach einrichte: Leopold Friedrich Fredersdorf (in *Practische Anleitung zur Landpolicey – Hinweisung auf fürstl. Braunsch. Wolfenbüttelschen Landesgesetze*, Pyrmont 1800) zog seine Schlussfolgerung, um das wirtschaftsstarke Braunschweiger Land vor der Verwirbelungsgefahr aus den epochalen Vorstufen der Globalisierung [2] zu bewahren: »...dass der Wille der Verständigen und Kenntnissvollen im Volke Gesetz sei«.

Die Bitternis der Lebensumstände des Urzeitmenschen ist für große Teile der heutigen Menschheitsgenerationen der *Kompliziertheit der sozial-ökonomischen Zusammenhänge* gewichen. Dazu noch ist sichtbar geworden, dass die Generationen unserer Zeit einer »zentrifugalen Dynamik« unterworfen sind [3], die von den Menschen unter den Bedingungen ihrer Regionalbereiche mehr und noch zu oft weniger gut beherrscht wird. Das Tun der politischen Verantwortungsträger, »die Politik«, entscheidet darüber, inwieweit die neuen Technologien zu einem Werkzeug im Dienste der menschlichen Entwicklung werden.² *Der Markt* als zugehöriges, scharf förderndes sowie noch schärfer verwerfendes Instrument der innovativen Realität wird sich in seinen ideellen Standbeinen weiter verändern – mit neuem Auftrag an das weltumspannende System der Bildung, zuzuerst für die Erhöhung der menschlichen Wertschöpfung aus der Kooperation der Kulturen [4]³.

² Einschätzungen der Weltbank und der UNO zur aktuellen Menschheitssituation heben die Dominanz der Verantwortung der Regierungen hervor. Siehe dazu auch: [4], Teil 3 – *Wie sollten sich Regierungen Verhalten?*, sowie [1] Kap. 3 – *Risikomanagement des technologischen Wandels*.

³ Erfolgsgeheimnis Südkoreas [4], das in 40 Jahren den Sprung in die technologische Weltspitze vollzogen hat: 1. Ausbau asiatischer Tradition, importierte »Kulturen« in eigene zu übernehmen. 2. Kombination traditioneller Industrien mit den Fähigkeiten des Informationssektors. 3. Noch bis 2005 werden etwa 200.000 Spezialisten im Technologie und Informationsbereich ausgebildet. Weltbank-Hinweis: *Lernt von Südkorea!* (Das erst in den 60er Jahren die allgemeine Schulpflicht eingeführt hat.).

Technologische Triebkräfte

des 19./20. Jahrhunderts	des 21. Jahrhunderts
materielle Triebelemente mit definitiver Sicht-/Handlungswirkung – <i>Kapital</i> – natürliche Ressourcen – manuelle Arbeit	ideelle Triebfaktoren mit nur hohem Wissen in ihren Zusammenhängen/Wirkungen handhabbar – <i>Lebenssicherung</i> – Information – Kreativität

Worüber wir heute technologisch verfügen, wurzelt in Entwicklungen der letzten Jahrtausende. Weil in den arrivierten Industrieländern die Energie in ihren verschiedenen Formen allgegenwärtig vorhanden ist, verfallen Politiker und Wirtschaftsmanager leicht der Neigung, die menschheitsgeschichtliche Bedeutung der Energiefrage zu verkennen [5]. Sicher ist unsere heutige Gesellschaftsstruktur in der Begriffsdeutung einer »nur Wissensgesellschaft« nicht ausreichend definiert – mit ihren existenziellen Aufgaben der Lebenssicherung für demnächst etwa 9 Milliarden Erdbewohner.

In aller Regel folgte die Sammlung von Technologieerfahrungen aus den Naturerscheinungen mit anschließender Technikentwicklung zur Beherrschung natürlicher Energie-Phänomene durch den Menschen – siehe Bild 1.

In der Zeitschiene der letzten 250 Jahre Technologie- und Technikentwicklung sind die jeweils wirkenden technologischen Triebkräfte eingebettet in das wirtschaftswissenschaftliche Gebäude der Konjunkturtheorie. Diese spiegelt in der Zurückverfolgung der letzten 5 x 50 Jahre die konjunkturelle Eigenart wieder, dass sich – wie im Bild 2 dargestellt – jeweils in diesen 50-Jahres-Abschnitten⁴ das technologiestrategische Aufwachen und Bedeutungs-Abklingen jeweils zeitgemäßer Technologie/Techniksegmente vollzieht. Dabei heißt Bedeutungs-Abklingen keinesfalls, dass man diese Techniksegmente nicht mehr brauchte, sie sind dann eingeführt und werden als Wirtschaftsegmente weiter bedarfsgerecht gehandhabt, während sich die Menschheit mit ihrem Werkzeug Wirtschaft den nächst-neuen Konjunkturobjekten zuwendet.

⁴ In der Konjunkturtheorie wird wegen dieses *50jahres-Phänomens* ein solcher Zeitabschnitt nach dem russischen Konjunkturforscher *Kondratieff* als »ein Kondratieff« bezeichnet.

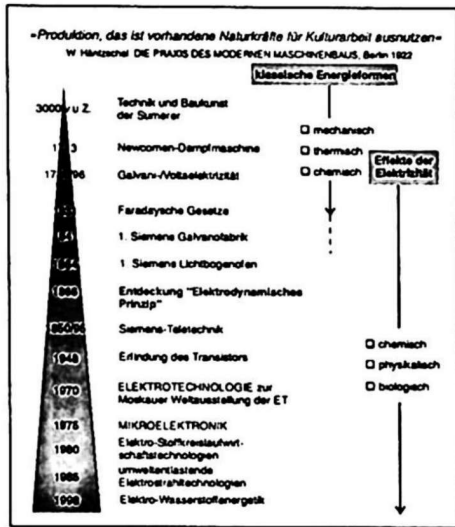
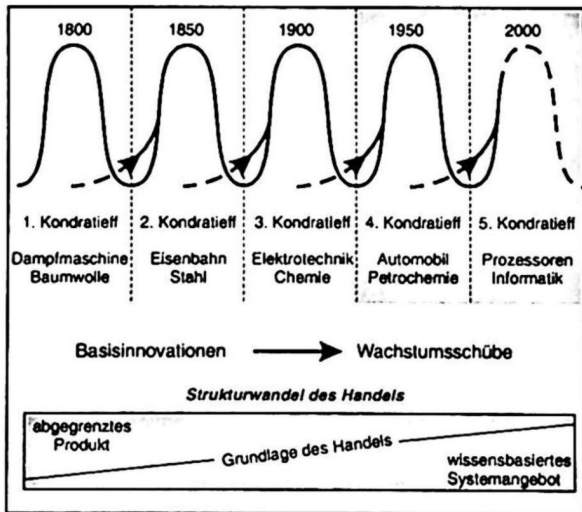


Bild 1 Ideenquellen für den Markt innovativer Produkte - am Beispiel der Elektrotechnik

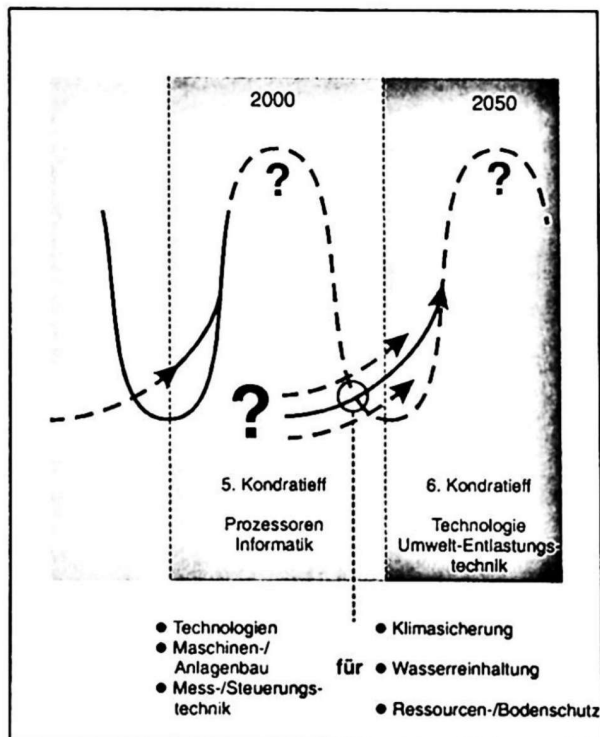
Bild 2: Technologiebindung der Konjunkturperiode



Derzeit durchleben wir mit seinen Übergängen aus der Mitte des vorigen Jahrhunderts das sogenannte 5. Kondratieff. Dieses aktuelle Kondratieff hat den Entwicklungsprozess eingeleitet, dass die Technologiesphäre der Menschheit, die sich seit 250 Jahren mit Maschinen verbunden hat, nun noch dazu mit nach mathematischen Gesetzmäßigkeiten technisch herstellbarer Intelligenz verbindet.

In Anlehnung an das Bild 3 ist noch schwer einschätzbar, auf welcher Niveauebene dieses Kondratieffs wir uns derzeit gerade befinden: Noch vor dem konjunkturellen Bedeutungsmaximum oder im Maximum?

Bild 3: Sich im Übergang in das 6. Kondratieff abzeichnende Konjunkturfelder



Anzeichen der in Gebieten der Informationstechnik sichtbaren Tendenz zur sich am Realbedürfnis vorbei entwickelnden Verkürzung der Innovationszyklen bis zum wenig effektiven »Innovations-Feuerwerk« [6] mit seiner Flucht in überzogene Angebotsqualitäten sowie das Börsengeschehen in diesen Marktfeldern lassen ahnen, dass uns neue Konjunkturobjekte ins Haus stehen. Die Technologiesphäre des 6. Kondratieffs wird sich – nach dem Aufwachsen ihrer maschinen- und intelligenztechnischen Qualitäten – als nächstes die »technologische Ökologie« der Lebenssicherung in allen ihren Bedürfnissebenen in ihre Agenda schreiben. Die bevorstehend zu lösenden Schwerpunktaufgaben, werden die Unabdingbarkeit der Ressourcenschonung in ihrer natürlichen Verbindung zu neuen globalstrategischen Technologie-Konzepten einer auf lange Dauer gesicherten Energie-, Rohstoff- und Nahrungsmittelversorgung der Menschheitsgenerationen sowie deren Gesundheitsförderung zum technologischen Entwicklungsinhalt haben⁵. Der Unausweichlichkeit von Konflikten ist mit politischen Konzepten der Konfliktminimierung zu begegnen, denn jeder technologische Fortschritt ist mit potenziellen Vorteilen und Risiken verbunden, die oft nur schwer vorauszusehen sind. Es ist Aufgabe der Regierungen, Ungewissheiten ausforschen zu lassen und auf die Stufe kalkulier- und tragbaren Risikos zurückzuführen [1 – Kap. 3]. UNO-Materialien werten Kritisch Beispiele aus, wie Wissensmängel in globaleren Systemzusammenhängen – in Wissenschaftskreisen und diversen Berater-/Gutachter-Gremien (!) – Regierungen in ihrem Vorsorgebedürfnis gesetzgeberisch zu rückschrittlichen technologischen Verhaltensnormen veranlassen⁶. Die Wissenschaft hat dazu ihre Bringepflicht zu leisten⁷ – was unbequem sein darf und muss [9].

Beispiele, auf der Technologie-Agenda der Menschheitsentwicklung aufkommenden Netzwerkzeitalter stehend:

⁵ Die letzten 7.000 Jahre Menschheitsentwicklung sind energetisch dadurch gekennzeichnet, dass etwa um 1600, vergleichsweise von nahe »0« ausgehend, die wirtschaftliche Ausnutzung fossiler Brennstoffe begann - mit einem Weltverbrauch unserer Generation von derzeit etwa 20 Milliarden t Steinkohleeinheiten (SKE)/a. Mit Ausgang des 21. Jahrhunderts werden im Vergleich dazu nur noch ca. 10 % verfügbar sein [5].

⁶ u. a. das in seinen Erfolgskonsequenzen der Malaria-Bekämpfung zu wenig abwägend übereilt durchgesetzte Welt-Totalverbot des Schädlingsbekämpfungsmittels DDT.

⁷ u. a. Manfred v. Ardenne wissenschaftliches Kredo.

- genmodifizierte Getreidesorten – Wundersaatgut oder Horror-Nahrungsmittel?
- Entchemisierung der Nahrungsmittelkette durch Strahl-Dekontaminierung von Wasser, Pharmaka, Lebens- und Futtermitteln.
- Globalverfügbarkeit von sauberem Wasser und Energie technologisch sicherstellen.
- Mit neuen Produktionsverfahren (z. B. in der Recyclingwirtschaft) die CO₂ Immission in die Atmosphäre wirklich konsequent senken.
- Negativ-/Positiv-Saldo von Klimaveränderungen (z. B. durch überregionalen Energietransfer) ins Positive verlagern.
- Kernfusion – weniger oder mehr Risiko?

Die heute tatsächlich weltbewegenden Informationstechnologien haben dazu als prozessbegleitendes Werkzeug einfach da zu sein.

Es ist der aktuellen Technik-Kritik zu folgen, dass – bei allen Fortschritten in der Bereitstellung von Gebrauchsenergie aus alternativen Quellen – der technologisch außerordentlich gewichtige Komplex der durchgreifenden Energieeinsparung in der Technologielenkung durch die Regierungen nicht ausreichend politisch organisiert wird. Von Seiten der UNO wird kritisch vermerkt [1]: Noch hat die Welt den wünschenswert korrekten globalen Technologie-/Techniktransfer nicht – mit der Folge unrichtiger regionaler FuE-Schwerpunktsetzungen und Finanzierungskonzepte, darunter zuviel Geldaufwendungen für Rüstungsforschung, Initiierung zu vieler kleiner Individual-Initiativen (z. B. werden für 90 % der Welt-Krankheitslast – darunter die Schwerpunkte Aids und Malaria – nur 10 % der für die Gesundheitsforschung verausgabten Mittel eingesetzt⁸ [1 – Kap. 5: Globale Initiativen]).

3. TECHNIK-PROGNOSEN

Die sich über den Markt realisierende globale Verteilung moderner Technik basiert auf dem stets zweiseitigen technologischen Entwicklungsniveau eines Technologieanbieters wie auch des Technologienutzers. Das ist heute ein besonderes Problem der Entwicklungs- und Schwellenländer, die häufig die Technologie-/Technikangebote des Marktes innovativer Produkte noch nicht nutzen können, u. U.

⁸ Kritische Anmerkung der UNO: 1995 standen 94.000 wissenschaftlichen Therapieveröffentlichungen nur 182 gegenüber, die sich mit dem »Welt-Schwerpunkt Tropenkrankheiten« befassten.

- wegen ihres technologischen Informationsrückstandes,
- weil der nur in Gewinn-Maximierung denkende Technologie-Verkäufer keine Unterstützung bietet, mit seinem Wissen sozial-ökonomische Probleme der Region lösen zu helfen,
- oder weil sich gegenüber ihren regionalen sozial-ökonomischen Bedingungen für sie der Einkauf »hoch qualifizierter Rationalisierungseffekte« verbietet, wenn ihnen nicht im Rahmen des Aufbaus geeigneter Netzwerksstrukturen die auch für sie Arbeitsplätze schaffenden Mitwirkungsmöglichkeiten geboten werden. Zu oft bleibt dieser Aspekt durch das zu einseitig auf den Produktverkauf ausgerichtete Anbietermanagement (in der zu engen Strukturierung auf einen bloßen, gewinnbasierten »Verkäufer-Markt«) unbeachtet – mit der Konsequenz des Nichtzustandekommens des erwünschten Technologietransfers auf hohem technischen Niveau.

Bild 4 gibt einen zusammengefassten Auszug einer Technik-Prognose wieder, wie sie durch das japanische Ministry for International Trade and Industry (MITI) vor mehr als 20 Jahren angefertigt worden ist – veröffentlicht in The Japan Economic. Tokyo 15.02.1983.

Zum Wirtschaftssegment der Medizintechnik enthält diese Prognose die Erwartung, dass man glaube, bis 2010 alle menschlichen Organe – mit Ausnahme der Augen und des Gehirns mit technischen Mitteln werde ersetzt werden können. Eine menschliche Fähigkeit, die Bestandteil der ganz wesentlich von kirchlichen Forschungseinrichtungen getragenen ethischen Klarstellung zum nicht bedingungslosen technologischen Umgang unmittelbar mit dem menschlichen Individuum ist.

Einiges ist mit erstaunlicher Voraussagesicherheit von etwa 15 Jahren Realität geworden. Dass der Kampf gegen Wüstenausdehnung und Dürre-Ausweitung mit geeigneter Technik entgegen der Erwartung noch nicht wirkungsvoll aufnehmbar ist, belegen die kritischen Hinweise der UNO zu offenen Schwerpunktsetzungen in den Widersprüchlichkeiten von technologischen Möglichkeiten und der technisch-ökonomischen Realisierungsfähigkeit der handelnden Menschen. Zur technologischen Verfügbarkeit der Kernfusion wurden bisher alle Prognosen überlaufen. Der Kompliziertheitsgrad dieser Technologie hat bereits zum Aufbau internationaler Kooperationsstrukturen geführt. Diese lassen hoffen, dass sie sich als überregionales Modellnetzwerk alsbald beispielhaft auch auf andere Technologiegebiete des zivilen Lebens ausdehnen.

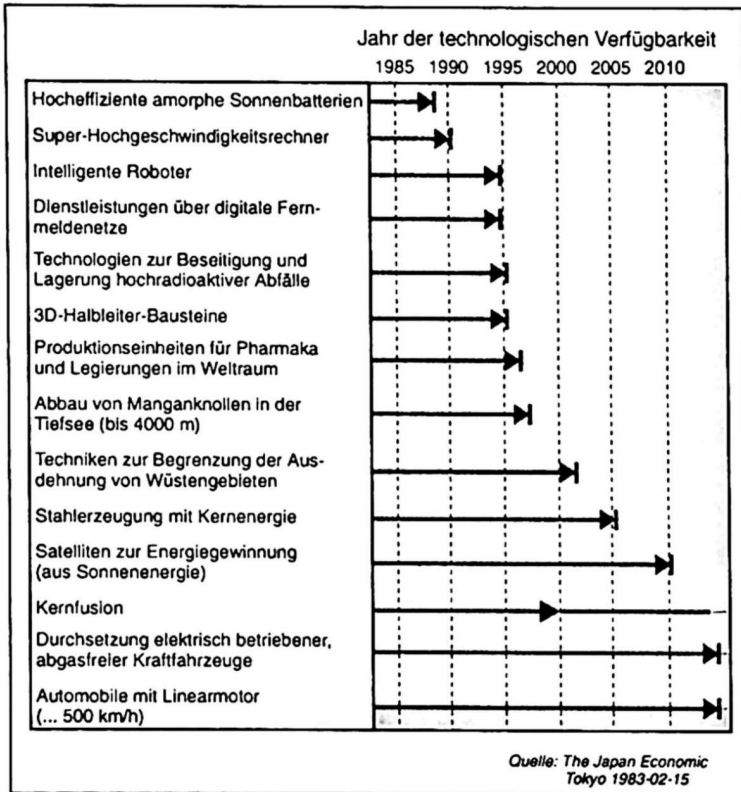


Bild 4: Japanische Technik-Prognose für die Jahre 1985 - 2010

Nach Expertenschätzungen fahren in der Welt gegenwärtig bereits etwa 50.000 Kraftfahrzeuge mit abgasfreien motorischen Antrieben. In Relation zur Anzahl der insgesamt betriebenen Kraftfahrzeuge gilt damit das technologische Prinzip des Wasserstoffantriebs – ohne oder mit Brennstoffzelle – noch nicht als durchgesetzt. Die erwartete Rest-Entwicklungsdauer von ungefähr 10 Jahren bietet einschlägig Kompetenz tragenden wissenschaftlichen Einrichtungen und Unternehmen gerade noch entsprechende Mitwirkungsmöglichkeiten an der Entwicklung – beispielsweise zur schlüssigen Lösung des Problems der Wasserstoffspeicherung. Wie auch für

supraleitende Datenspeicher zeichnet sich für diese Technik-Komplexe schon heute ein hohes Maß an Prognosesicherheit ab.

Ausgehend von einer regelrechten Kultbewegung in den USA »Life-science-Technologies« (Entfaltung gesundheits- & lebensfördernder Technologiestrukturen), in großer technologischer Spannweite, beispielsweise von der Mikro-Medizintechnik bis zur Elektronenstrahl-Pasteurisierung von Fleisch, sind die Übergänge in das 6. Kondratieff bereits sichtbar. Städte- und Raumplaner haben die relativ neue sozial-ökologische Erkenntnis gewonnen, dass die Entvölkerung traditioneller Siedlungszentren mit der Einschränkung der Wohnqualität durch Verlärmung der Lebensräume einhergeht. Die prognostische Konsequenz ist die Verfügbarkeit entlärmter Verkehrsmittel – weil technisch möglich – schon in naher Zukunft.

Bild 5: Technik-Nahprognose bis zum Jahre 2020



Es ist abzusehen, dass das gesetzgeberische Verlangen der EU – wie es für die demnächst 95%ige industrielle Wiederverwertung der Altmaterialien von zu entsorgenden Fahrzeugen bereits terminlich für die Durchsetzung festgelegt ist – schon in diesem Nahprognose-Zeitraum auf die globale Stoffkreislaufwirtschaft ausgedehnt wird. Der gesetzliche Rahmen ist mit dem nahezu vorbildlichen, und im 6. Kondratieff mit modernen Technologien auszufüllenden Stoffwirtschaftskreislauf-Gesetz der BR Deutschland seit 1996 vorgegeben. Vorsicht ist geboten, dass nicht auch durch die gesetzgeberische Sehnsucht nach Einfachlösungen – wie man sie *den Deutschen* nachsagt – in diesem Gesetzeswerk begründete, *innovative Technologie-Fortschritte verreglementiert* werden. Produktions-, Verkehrs- und Gebäudetechnologien werden zu ihrer energetischen Minimierung wissenschaftlich durchforstet und ggf. durch neue technische Systeme ersetzt – wobei neuen Produktionsverfahren und technischen Methoden der Energiespeicherung besondere Aufmerksamkeit gewidmet wird.

Eine prognostische Abwägung heutiger technologischer Umstände, in Verbindung mit der Bedürfnisentwicklung der Menschen, lässt mit der gebotenen Unschärfe eine Vorausschau auf die Entwicklung von Technikfeldern nach Bild 6 zu.

Bild 6:
Mittelfristige
Technik-Prognose
für den Zeitraum
2020 – 2040



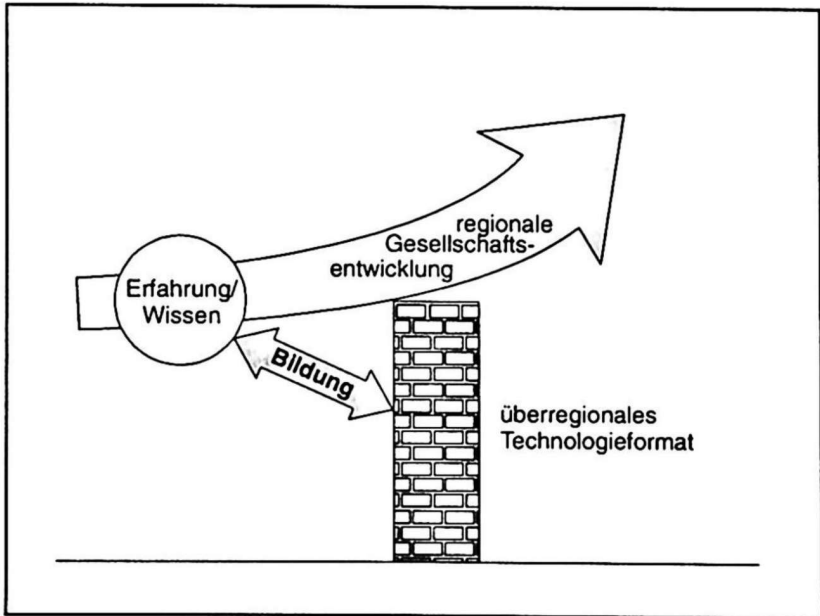
Für etwa 2020 ist zu erwarten, dass selbstorganisierende Produktionssysteme ihre Erprobungsphasen erfolgreich absolviert haben und verbreitet in den Technologiemarkt der produktiven Wertschöpfung treten. Produziert wird hochrationell – fast ohne Arbeitskräfte (!). Die Regierungen und Sozialpartner haben nur noch etwa 3 Legislaturperioden Zeit, durch politische Lenkungsmaßnahmen die Entwicklung solcher Projekte in dem weltumspannenden Wettbewerb der Wirtschaftsregionen einerseits nicht zu behindern – andererseits jedoch diese Entwicklung auf einem hohen sozial-ethischen Niveau nicht in ein sozialpolitisches Desaster hineinlaufen zu lassen. Das verbreitet oberflächliche Argument, dass ein zu hohes Produktivitätsniveau zwangsläufig Arbeitslosigkeit bedinge, für Wirtschaftsregionen mit der Fähigkeit des Arbeitens in innovativen Technologie- und Technikfeldern ohnehin unrichtig ist – das nur gelten würde, wenn man Innovation unbedacht in bloße Rationalisierung ableiten ließe. Allerdings ist dazu auf der Grundlage eines allgemeinen sozial-ethischen Lernprozesses *eine neue Art des wirtschaftlichen Zusammenwirkens* zu entfalten – etwa *in der Form eines Kooperationsmarktes*, in dem virtuelle KMU-Konzerne, zu denen sich dynamisch und leistungsfähig agierende Klein- und Mittelunternehmen (KMU) verbunden haben, rund um den Erdball hochgradig vertrauensvoll und vielschichtig an globalen Problemlösungen der Menschheit zusammenarbeiten.

Der Gewinn von Gebrauchsenergie aus sich stetig erneuerbaren Energiequellen wird sich mit neuen technischen Lösungen stärker in die energetischen Austauschbeziehungen der Erde mit dem Weltraum einschalten. So steht neben der technologisch qualifizierten Ausnutzung der Erdwärme der Energiegewinn aus den riesigen Gezeitenenergien auf der Tagesordnung. Wenn auch die japanische Prognose aus dem Jahre 1983 für die Kernfusion noch keinen Verfügbarkeitszeitpunkt ausweist, ist mit dem Jahre 2040 das *Prinzip Hoffnung* datiert, das die Regierungen der entwicklungs beteiligten Länder – einsichtig für die Öffentlichkeit – alsbald mit einer soliden technischen Risikoprofilierung untersetzen müssen. Noch naheliegender ist, dass die Menschheitsregionen ihr technologisches Vermögen vereinigen, um alsbald die in der Tiefsee gespeicherten Methanreserven einer energetischen Nutzung zu erschließen [7].

4. BILDUNGSANFORDERUNGEN AUS DEM TECHNOLOGIE-FORMAT DES 6. KONDRATIEFFS

Zwischen dem Technologie-Format einer Region – des aktuell vorhandenen oder des künftig angestrebten – und dem regionalen Bildungssystem, besteht bekanntermaßen ein äußerst enges Wechselverhältnis. Regionale Tradition und politische Lenkung sind die wesentlichen Einflussgrößen auf die gesellschaftliche Effizienz dieses Zusammenspiels. Für den Bereich der arrivierten Industrienationen sind die BR Deutschland und die Republik Südkorea typische Regionalbereiche, deren unterschiedliche Bildungserfahrung auf die Profilierung der sich ebenfalls globalisierenden staatlichen Bildungssysteme verweist.

Bild 7: Gesellschaftsaufgabe »Bildung« im Prozess des sich globalisierenden Zusammenwirkens



Südkorea, als einstiges Schwellenland, hatte die Identität des Zeitfaktors für sich, angereichertes Welt-Fremdwissen innerhalb von 20 Jahren in seinen politisch formierten Technologiesprung zu investieren. Demgegenüber ist derzeit für die BR Deutschland der Wirkungszusammenhang nach Bild 7 gestört: durch nicht mehr beherrschte Widersprüchlichkeit zwischen der eigentlich wertvollen *inneren Traditionsbindung* ihres Bildungssystems und der nicht anspruchsgerechten *Methodik der Handhabung von Außen-Wissen*; im System der sich nach den Gesetzen der Globalisierung zusammenfindenden Welt-Gemeinschaft. Tatsächlich nimmt unser deutsches Bildungssystem die objektiven Gesetzmäßigkeiten dessen, was man gemeinhin mit »Globalisierung« benennt, nur ungenügend wahr – insbesondere auch nicht das Wissen über die Sozialkomponenten der demnächst 9 Mrd. Erdbewohner. Einige der Auswirkungen, dass die Bundesrepublik der Gefahr unterliegt, entgegen ihrer gesellschaftlichen Befähigung technologisch überlaufen zu werden⁹, zeigen Schwierigkeiten in der Wirtschaft und besonders offenkundig im Arbeitsmarkt.

Bevorstehend zu bewältigende gesellschaftlichen Technologie-Formate – in ihrer regionalen Unterschiedlichkeit und Kompetenzbindung – wirken in ihrer Summe als globales, überregionales Technologie-Format. Dieses ist keine abstrakte Begrifflichkeit, sondern es wirkt zurück auf das System 6 unabdingbar notwendiger *Produktionsfaktoren (PF)* staatlicher Gesellschaftsverbände [8] (mit Bezügen zu Schriften v. K. Marx):

1. *PF – der Grund und Boden* – Nutzung der Ressourcen eine technologie-strategische Uralt-Tradition, die nach Ansprüchen und technischen Möglichkeiten der Neuzeit besser auszuformen ist,
2. *PF – die Arbeit* mit ihrer weiter zu qualifizierenden Fähigkeit der Lebenssicherung und Wertschöpfung,
3. *PF – die Produktionsmittel*, mit der Lösung ihrer Widersprüchlichkeit zwischen Effizienzerhöhung der Arbeit und Abwertung der menschlichen Arbeits- und Geisteskraft,
4. *PF – das Wissen*, aber über die Bildung gepaart mit sozial-ökonomisch wertschöpfend handhabbarer *High- tec - Kompetenz*,

⁹ »Die deutsche Ökogesellschaft krankt an einem kleinbürgerlichen Weltbild ... verbindet sich mit der Sehnsucht nach einfachen Lösungen, die es häufig nicht mehr gibt«. Gefahr: *Die Deutschen*, Abstieg vom Innovationsweltmeister international auf Rang 18, zu einem Volk von Verkäufern der Arbeit Anderer.

5. PF – *die weltumspannende Kommunikation und Vernetzung* menschlichen Handelns im bewussten Aufbau einer global-gesellschaftlich unumgänglichen Vertrauens- und Solidaritätsstruktur,
6. PF – *die nationale Identität* mit auszurägendem Zielbewusstsein: 1. mit starkem Verantwortungsgefühl und emotionaler Intelligenz das einem Regionalbereich verfügbare Technologie-Format auch für den gesellschaftlichen Fortschritt Anderer einsetzen zu wollen, 2. Sich mit regionaler Technologiekompetenz im Wettbewerb der Wirtschaftsregionen behaupten zu können¹⁰.

Die Projektion unseres heutigen Bildungssystems auf das existenzielle Wirken dieser »Produktionsfaktoren« macht deutlich, wie wenig kongruent die derzeit verfolgte Bildungsdidaktik und praktizierte –methodik gegenüber dem gesellschaftlich produktiven Erfordernis ist.

Bild 8 vermittelt eine Kritische Wertung, wie Unternehmerkreise die aktuelle Situation und Tendenzen bildungsrelevanter Wirtschaftspositionen, aus der Sicht ihrer Erfahrung in internationalen Märkten, einschätzen.

Besonders bachtenswert sind die für das deutsche Technologie-Format relativ nebengeordneten Lohnkosten, denen in der aktuellen Wirtschaftsdiskussion nun gerade fast die oberste Priorität zugeordnet wird,

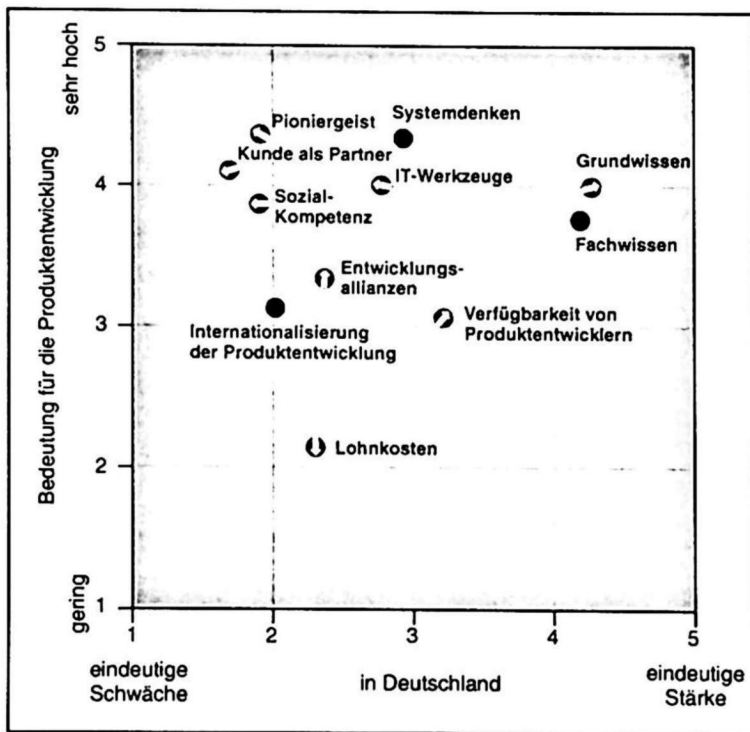
- die große Erwartungshaltung an Pioniergeist und die Befähigung zur Sozialpartnerschaft mit dem Kunden – insbesondere den ausländischen.

Unbesehen der Ergebnisse der PISA-Studien gilt als unbestritten, dass das deutsche System der Bildung dem Nachwuchs ein gut qualifiziertes Grund- und Fachwissen vermittelt. Diese traditionsgemäße Stärke des deutschen regionalen Technologie-Formats ist in ein schwerwiegendes Wirkungsdefizit dadurch geraten, dass sich die Bildungsträger in zu geringem Umfange in die bildungsstrategische Reflexion von globalen Systemzusammenhängen begeben haben. Das vieljährige Wirken dieses Effekts erklärt, dass sich das deutsche Wirtschaftsmanagement in einer abgeschlagenen Position des Heranorganisierens von Arbeit aus der Weltwirtschaft wiederfindet. Noch bieten die Einflussregularien der Politik, wie auch der Industriekonzerne und Banken, keine zukunftssicheren Handlungsorientierungen. Das belastet die Entwicklung unseres

¹⁰ Das 1878 von englischer Seite eigentlich als Makel an deutschen Produkten kreierte »Made in Germany«, baute ein kollektives *Wir-Gefühl* auf, mit der Folge einer geachteten Waren-Kennzeichnung.

deutschen, regionalen Technologie-Formats mit dem gravierenden Mangel, dass sich die Träger der gesellschaftlichen Bildung und staatlich finanzierter Forschung in ein hohes Maß an abgegrenzter, Kritik abweisender Eigenständigkeit hineinentwickelt haben – oft nicht frei von Zügen einer gewissen intellektuellen Arroganz gegenüber den sich im Markt innovativer Produkte recht qualifiziert behauptenden Unternehmern als die wirklichen Leistungsträger für das Heranorganisieren von mehr Arbeit.

Bild 8: Kritik des aktuell-technologischen Globalmanagements der BR Deutschland



Was ist zu tun – politisch forciert:

1. Die Träger des deutschen Bildungssystems sind zu veranlassen:
 - sich die Unmittelbar-Erfahrung insbesondere der Klein- und mittelständischen Unternehmen aus dem sich entwickelnden, weltweiten Technologie-Format zu erschließen,
 - sich selbstkritisch Aufgaben zur Korrektur der Situationskizze gemäß Bild 8 zuzuordnen.

Das bloße »Nicht – tun -Wollen« dessen, wie es in Ostdeutschland bis 1990 mit der Begrifflichkeit »polytechnische Erziehung« überschrieben war und seit 5 Jahren von Seiten Vereins Deutscher Ingenieure (VDI) in qualifizierter Fortschreibung für die Bildung der Jugend gewünscht wird, verursacht nachhaltige Entwicklungsrückstände.
2. Die »Reform der deutschen Universität« ist beschleunigt durchzusetzen ([7,3] Universitäten waren Dienstleistungsbetriebe und haben solche zu sein – die Aufträge (wichtiger als die derzeit hochwogende Diskussion über die Besoldung der Hochschullehrer) kommen aus dem sich globalisierenden Welt-Technologie-Format
3. »Der Markt« als konsequent anzuerkennender Richter über die gesellschaftliche Effektivität des Wirtschafts- und Arbeitsvermögens staatlicher Einheiten bedarf einer Neuausrichtung seiner Marktforschung: Entfernung von den veralteten Prinzipien des gewinnorientierten Verkäufer-Marktes zu den sozial-ethischen Formen des Kundenmarktes: zum gegenseitigen Vorteil – wie u. a. auch die partnerschaftliche Organisation von Arbeitsplätzen und Lebenswohlfahrt beim Bedarfsträger, dem sogenannten Kunden.

5. ZUSAMMENFASSUNG

Zunächst, über historisch lange Zeiträume waren es die Bewohner bestimmter Erdregionen, die in gesellschaftlichen Verbänden sogenannte regionale Technologie-Formate hervorgebracht haben – bestimmend über das Niveau der Lebenswohlfahrt ihrer Gemeinschaft. Im Zuge der Globalisierung stellen UNO und Weltbank technologische Umstrukturierungen fest, mit Lerneffekten aus dem derzeitigen Entstehen neuer asiatischer Technologiezentren. Südkorea gibt das Beispiel einer Region mit einem in kurzer Zeit beispielgebend entstandenen Technologieformat. Gleichzeitig muss die BR Deutschland ihren Abstieg vom »Innovations-Weltmeister«

in die Mittelmäßigkeit wahrnehmen, mit dem Verlust von Fähigkeit, Arbeit aus der sich globalisierenden Welt heranzuorganisieren.

Die Technologie mit zugehöriger Technik der nächsten 50 Jahre, im Konjunkturzyklus des 6. Kondratieffs, ist bestimmt durch 2 Hauptfaktoren der weltumspannenden technologischen Globalisierung:

1. Durchgreifende Ökologisierung des Tuns der demnächst 9 Mrd. Erdbewohner – ohne, dass dies in Widerspruch zu einer vernünftigen Ökonomie der Beteiligten geraten darf.
2. Technologisch-wertschöpfendes Tun in partnerschaftlich weltumspannenden Kooperationsnetzwerken – bei Integrationsfähigkeit des Leistungsvermögens fremder Kulturen.

Es gibt eine internationale Erwartungshaltung, dass Deutschland sein Innovationspotenzial zu den Welt-Aufgabenstellungen des Klima- und Ressourcenschutzes; der Versorgung aller Erdbewohner mit ausreichend Energie, sauberem Wasser und gesunden Nahrungsmitteln; der Abwehr der Welt-Krankheitsbelastung wie Malaria und Aids sowie der Kindersterblichkeit wieder erhöhen kann. Dazu muss das Land die Abgeschlossenheit seiner Bildungsträger gegenüber dem sich mit der Globalisierung entwickelnden (Welt-) Technologie-Format aufbrechen.

Quellen

- [1] UNO-Bericht über die menschliche Entwicklung: Neue Technologien im Dienste der menschlichen Entwicklung. Bonn 2001.
- [2] Deich, W.: Ein historisches Beispiel gesamtstaatlicher Wirtschaftsplanung in Deutschland: Die Bevölkerungsregulierung im Land Braunschweig v. 1793 – 1925/42. Globalisierung mit ihren Chancen und Gefahren. Manuskripte der Rosa-Luxemburg-Stiftung 17(2001).
- [3] Sieger, W.: Warum Wissenschaft sich erklären muss – wie wird Wissbares zum Allgemeinut? In: Forschung & Lehre. Zeitschrift des Deutschen Hochschulverbandes. Bonn (2002)3. S. 118.
- [4] Weltbank-Entwicklungsbericht: Entwicklung durch Wissen. Frankfurter Allgemeine. Zeitung. Frankfurt a. M. 1999.
- [5] Korff, W.: Die Energiefrage – Entdeckung ihrer ethischen Dimension. Trier. 1992.
- [6] v. Braun, Chr.-Fr.: Der Innovationskrieg. München. 1994.

- [7] Suess, E.: 10.000 Milliarden Tonnen Methan – Energie aus der Tiefsee? Vortrag aus dem GEOMAR-Forschungszentrum Kiel am ISET Inst. f. solare Energieversorgungstechnik. Kassel 11/2002.
- [8] Hartenstein, R.: Null Bock auf HIGHTECH? Bruchsal-Chicago. 1996.
- [9] Christ, Bodo E. A.: Gedanken zur Reform der deutschen Universität. In: *Forschung & Lehre. Zeitschrift des Deutschen Hochschulverbandes*. Bonn (2002)8. S.426.

Vom Recht des Körpers oder: Wie ist eine nachhaltige Körpertechnologisierung möglich?

I. PROBLEMLAGE UND AUSGANGSTHESEN

Das beginnende biotechnische Zeitalter führt zu einer anthropologischen und bioethischen Krise im allgemeinen, zu einer radikalen Veränderung der bisherigen Vorstellungen vom Menschen und vom Leben sowie den Kriterien des Umgangs mit ihnen; aufgrund der technologischen Revolutionierung des Körperumgangs des Menschen kommt es zu einer körperethischen Krise im besonderen.

Sofern sich Körpertechnologien »demokratisieren« werden, sofern sie immer mehr Menschen immer preiswerter zugänglich werden, stellt diese körpertechnologische Revolution unsere bisherigen Vorstellungen vom »Wesen« menschlicher Körperlichkeit in Frage. Der menschliche Leib ist nichts »Göttliches«, nichts »Heiliges«, nicht etwas mit einer metaphysischen Würde Ausgestattetes mehr, über das der einzelne keine Verfügungsgewalt hat, sondern er ist etwas, über das das Individuum durchaus technisch verfügen kann. Wie der Mensch und das Leben insgesamt unbegrenzt verbesserbar erscheinen, so wird auch der Körper des Menschen nun zum Objekt biotechnologischer Züchtungsphantasien. Die Verbesserung des Körpers erscheint nicht mehr nur technisch machbar, sondern geboten. Die Folge ist, dass sich nach dem Ende der politischen Großutopien das in modernen Gesellschaften vorhandene Utopiepotential umverlagert auf den Körper des Menschen. Totale Weltveränderung erscheint weder möglich noch wünschenswert, aber die Selbstveränderung in der technologischen Gestaltung des Körpers scheint unter immer besser kontrollierbaren Bedingungen machbar. Im Mittelpunkt moderner Biopolitik steht deshalb nicht mehr vordergründig die Erziehung eines »gesunden Volkskörpers«, die körperpolitische Regulierung der Gesamtbevölkerung eines Staates, sondern diese vollzieht sich nun individualisiert und privatisiert durch die neuen Selbstgestaltungsmöglichkeiten der einzelnen in bezug auf ihren Körper.

Biopolitik wird in diesem Kontext immer stärker zu individualisierter Körperpolitik, zu einer Politik, die am Körper der Individuen ansetzt und freiwillig von diesen praktiziert wird. Die Körper der Individuen werden dadurch selbst zu einem Feld politischen Handelns, auf dem entschieden wird, wie wir mit uns, unserer Natur, unserem Leben, ja mit dem Leben insgesamt umgehen wollen.

Die neuen Formen der Körpertechnologisierung machen aber auch die Grenzen zwischen Natur und Kultur, Natürlichkeit und Künstlichkeit, zwischen Schönheit und technischer Effizienz, zwischen Ästhetisierung und Mechanisierung in der technologischen Praxis des Körperumgangs nicht nur durchlässig, sondern sie lassen sie oft unkenntlich werden.

Auch in anderen Feldern haben sich die alten Grenzen des Körpers verschoben. Dies betrifft unter anderem die Abgrenzung der Geschlechter, den Diskurs darüber, was als »normal« und »unnormale« gilt, wie auch rechtliche Fragen, die mit der Nutzung des Körpers und seiner Organe verbunden sind.

Wie in bezug auf die Natur insgesamt, so stellt sich auch in bezug auf die Natur, die wir selbst sind, den Leib, folglich die Frage, welche Natur, welchen Körper wir wollen. Hinter dieser Frage verbirgt sich eine Entwicklung, die wesentlich dadurch charakterisiert ist, dass die Natur nicht mehr als etwas Geworfenes, als ein von unserem selbstbewussten Dasein unabhängiges, vorgängiges und uns bestimmendes Sein erscheint, sondern als Entwurf, der von unserem Willen und unserer technischen Verfügungsgewalt abhängt. Der Körper wie die Natur erscheinen daher immer stärker als Projekt unseres Machbarkeitswillens und nicht mehr als menschenunabhängiges Sein, das durch sich selbst ist, was zur Konsequenz hat, dass Natur und Leib als objektive Orientierungsmarken menschlichen Handelns scheinbar nicht mehr fungieren können. Woran sollen wir aber dann unser Handeln in bezug auf die Natur, die wir selbst sind, im beginnenden Zeitalter der technologischen Reproduzierbarkeit des Menschen und seines Leibes orientieren? Auf diese Frage soll hier in Verbindung mit der Idee der Nachhaltigkeit geantwortet werden.

II. KONKRETISIERUNG DER ANTWORT

Entspricht nun aber die Säkularisierung des Leibes nicht der modernen Grundhaltung, wonach das Individuum ein unveräußerliches Recht auf seinen Körper hat, das weder einer Beschränkung durch Staat noch Kirche unterliegen darf!?

Wenn aber zum Beispiel die gentechnische Erzeugung von viel zelligen lebenden Organismen und Tieren patentiert wird, wird es zum Problem, auch wenn der Mensch als ganzer bisher als nicht patentierbar eingestuft wird, ob es Patente für gentechnisch veränderte und erzeugte Körperbestandteile des Menschen, wie Nieren, Arme, Beine oder bestimmte Muskelgruppen geben kann. Würden Körperbestandteile des Menschen patentiert, stellen sich schwierige Fragen. Sind dann gentechnisch erzeugte Hochleistungswunschkörper optimierbar durch den Einbau anderer Muskelstrukturen, kann

man auf diese Art und Weise Superkörper (z.B. Bio-Tech-Gladiatoren) ohne Doping herstellen, die patentiert und geklont werden dürfen? Wem gehören dann die eingebauten, erfundenen Körperteile und die Ergebnisse, der mit ihnen erbrachten Leistungen? Gilt dann noch das letztgültige Verfügungsrecht des Individuums über seinen eigenen Körper? Gibt es ein Recht auf den eigenen Körper, seine Teile und die Ergebnisse ihrer Vermarktung? Oder hat der Körper einen nichtkommerzialisierbaren und nicht(re-)produzierbaren Eigenwert? Gibt es so etwas wie »Rechte des Körpers«¹ im Sinne von »Rechten des Leibes«, die uns gebieten, den Körper zu lassen, uns ihm gegenüber gelassen zu verhalten, ihn nicht einer totalen Manipulation zu unterwerfen und bestimmte Manipulationen an ihm sogar zu unterlassen? Wieweit darf die industrielle Herstellung, Kapitalisierung und Ausbeutung von Körpern und ihrer Teile gehen? Was ist im Zeitalter des Übergangs vom Herzschrittmacher zum Hirnschrittmacher eine legale körperlich-seelische Eigenleistung, was ein legaler, rechtlich legitimer und moralisch gerechtfertigter Körperumgang? Wie weit geht die Freiheit, den Körper zu modifizieren und zu manipulieren? Heißt in Zukunft, einen Körper zu haben, dass er Gegenstand einer gänzlich dem Individuum überlassenen, willkürlichen Wahl werden kann? Darf das Individuum in Zukunft mit seinem Körper technologisch alles machen, was möglich ist? Wie weit können nicht nur Körperteile, sondern auch der Körper insgesamt Gegenstand beliebiger Austauschbarkeit werden?

Will man ein Recht auf den Körper alternativ zur existierenden biotechnologischen Instrumentalisierung des Körpers statuieren, muss zunächst das Recht auf körperliche Unversehrtheit im Mittelpunkt stehen, denn dies garantiert u.a., dass der Körper als Eigenwert, als Leib, auch wirklich respektiert wird. Ein nachhaltiger Körperumgang in diesem schwachen Sinn kollidiert aber teilweise mit den Freiheitsrechten des einzelnen in modernen Gesellschaften. Denn selbst in dieser schwachen Bedeutung von Nachhaltigkeit ist schon enthalten, dass die Freiheit des einzelnen nicht soweit gehen kann, dass er solche Organe veräußern darf, deren Verkauf die Grundlagen seiner Freiheit selbst prinzipiell in Frage stellen würde. Die Ausbeutung des Körpers darf nicht soweit gehen, dass sich die Individuen selbst in die Sklaverei führen und den freien Gebrauch ihres Körpers dazu benutzen, ihre Freiheit prinzipiell infrage zu stellen. Die Grenze der Körperausbeutung besteht allgemein darin, dass die Grundlagen der persönlichen Frei-

¹ Andrew Kimbrell: Ersatzteillager Mensch. Die Vermarktung des Körpers. Frankfurt a Main, New York. 1994, S. 172, 179-181, 230-232, 237-244, 251-257.

heit nicht aufgehoben werden und Menschen weder durch andere noch durch sich selbst versklavt werden dürfen.

Diese Position scheint in etwa mit der von Nietzsche zu korrespondieren, der auch von »Gesetze(n) des Körpers« (und des Geistes) spricht, gegen die zu verstoßen uns alle in eine »beschämende Abhängigkeit und Unfreiheit« bringt - nämlich in die »überflüssige Abhängigkeit von Ärzten, Lehrern und Seelsorgern«,² die uns nach Ansicht einiger Radikal-Foucaultianer im Vorsorgestaat unseres Körpers enteignet haben, indem sie sich das Fürsorgerecht in bezug auf unseren Körper technologisch und institutionell gesichert haben und daher meinen, die Rechte des Körpers per Amt wahrnehmen zu dürfen.

Sich um den Körper und seine Rechte, seine »Gesetze« zu sorgen, erscheint in diesem Kontext als eine Frage der Autonomie und der Klugheit des einzelnen. Durch ein umsichtiges, sorgendes, vorsichtiges, achtendes, vorausschauendes und in diesem Sinne nachhaltiges Verhalten zum eigenen Körper begibt er sich nicht nur nicht in die Abhängigkeit von anderen, um eventuell anfallende Beschädigungen reparieren zu lassen, sondern man nimmt auch über den Umweg des Anderen seines Ich aufgeklärt seine Eigeninteressen wahr.

Doch mit Nietzsche lassen sich die Rechte des Körpers nicht nur leibökologisch-nachhaltig interpretieren, sondern auch körperausbeuterisch. Insofern nämlich für ihn die Ausbeutung »nicht einer verderbten oder unvollkommenen und primitiven Gesellschaft« angehört, sondern in das »Wesen des Lebendigen« als »organische Grundfunktion« gehört, insofern sie »eine Folge des eigentlichen Willens zur Macht, der eben der Wille des Lebens« ist und dieser wesentlich leiblich ist, gibt es auch im Kontext dieses »leibhafte(n) Wille(ns) zur Macht« nicht nur einen Kampf der Körper, sondern einen Krieg der Körper, in dem mit dem Körper gegen andere Körper Macht gestaltet wird und dabei der eigene Körper wie der Körper des anderen angeeignet, verletzt, überwältigt, unterdrückt, ausgebeutet werden darf.³ Das leibhaftige Leben des einen basiert hier für Nietzsche ganz »organisch« auf der Ausbeutung des Körpers des anderen. Die absolute Verfügungsgewalt über den eigenen Körper hat hier die absolute Unterwerfung der Körper des anderen zur Konsequenz. Der stärkere Körper hat alles

² Friedrich Nietzsche: Sämtliche Werke. Kritische Studien Ausgabe (KSA) in 15 Bänden. Hrsg. von Giorgio Colli und Mazzino Montinari. München, Berlin, New York. 1980, S. 541. Bd. 2.

³ KSA. S. 208. Bd. 5.

Recht auf seiner Seite, aber es besteht auch für ihn die Möglichkeit, dass ihm dadurch seine Existenz genommen werden kann, wenn sich wiederum ein anderer, stärkerer Körper findet, der ihn besiegt. Im Krieg der Körper wäre deshalb ein Als-Ob-Leviathan von Nutzen, der die rücksichtslose Körperausbeutung begrenzt, damit sich letztlich nicht alle Körper im Resultat selbst vernutzen und zerstören.

Was aber sind »Rechte des Körpers«? Sind es »organische Lebensrechte«?⁴ Sind es Rechte des organischen Lebens und, davon abgeleitet, Rechte des (organischen) Körpers analog den Rechten der Natur? In welchem Verhältnis stehen sie zu den Menschenrechten? Was ist ein fairer, gerechter Körperumgang? - Die Fairness (und Freiheit) gegenüber dem eigenen Körper, gegenüber sich selbst und gegenüber anderen ist dann grundlegend gefährdet, wenn das Person-Sein infragegestellt ist. Person aber ist, wer seiner selbst mächtig ist. Person ist, wer einen Willen zur Macht im Sinne von Selbstmacht hat. Wobei hier Selbstmacht in dem weiten Sinne von Selbstbestimmung - als dem Prinzip der Individualität - verstanden wird.⁵ Diese Selbstmacht schließt wesentlich Macht über den eigenen Leib ein. Insofern der Leib aber immer Natur in dem Sinne ist, dass er das ist, was früher ist als das selbstbewusste Personsein, heißt leibliches Personsein Macht über den eigenen Leib und Beherrschung des dem Personsein Vorgängigen. Die Wahrung der Rechte des Körpers ist daher an der Wahrung der Würde des Menschen im Sinne der Wahrung der Bedingungen der Möglichkeit des Person-Seins zu orientieren.⁶ Eine nachhaltige Körperethik ist folglich an der Wahrung des Personenstatus und der mit ihm verbundenen Menschenrechte zu normieren. Darin finden sowohl die Körpertechnologisierung wie auch die Körperökologisierung ihr nachhaltiges Maß. Vom Standpunkt des bourgeoisen Besitz-individualismus wie auch der bürgerlichen Gesellschaft kann der einzelne mit seinem Körper machen, was er will, hat er ein Recht auf seinen Körper und die Ergebnisse seiner Vermarktung. Vom Standpunkt des ökologischen Citoyen hat die Vermarktung und Kapitalisierung des Körpers Grenzen, die in den Eigenrechten des Körpers, in den *Rechten des Körpers* bestehen, durch die das *Recht auf den Körper* gemäßigt, leiböko-

⁴ Elisabeth List: Telenoia - Lust am Verschwinden? In: Das Argument 221/1997. S. 503.

⁵ Volker Gerhardt: Selbstbestimmung. Das Prinzip der Individualität. Stuttgart. 1999, S.

⁶ Zum Begriff der Person siehe Pirmin Stekeler-Weithofer: Strukturprobleme gemeinsamen Handelns. Philosophische Bemerkungen zu den Grundlagen methodischen Individualismus. In: Comparativ. 8(1998)4, S.

logisch zivilisiert wird, indem die Instrumentalisierung des Körpers, seine mögliche Ausbeutung und die damit verbundene Gewalt gegen ihn begrenzt wird. Damit wird nicht behauptet, dass es Rechte des Körpers an sich gibt. Ob der Körper Eigenrechte an sich hat, können wir strenggenommen nicht wissen, genauso wie wir streng genommen nicht wissen können, ob es das Ding an sich, die Natur an sich oder den Körper an sich (und in diesem Sinne den Leib) gibt. Der Körper an sich hat für uns folglich keine Eigenrechte an sich. Aber wir können dem Körper in unserem eigenen Interesse Rechte zusprechen, wir können uns so zu ihm so verhalten, *als ob* er Eigenrechte hätte, um ihn dadurch vor uns, unseren rücksichtslosen Trieben und einer möglichen grenzenlosen Ausbeutung zu schützen. Das Interesse, die Bedingungen der Möglichkeit einer freien Existenz dauerhaft und Generationen übergreifend (und in diesem Sinne nachhaltig) zu wahren, veranlasst uns zu der Idee, den Körper so zu behandeln, *als ob* er Eigenrechte an sich hätte, obwohl er diese Rechte für uns an sich nicht hat, sondern für uns nur durch uns. Diese interessegeleitete Als-Ob-Annahme von Rechten des Körpers ist die mögliche Grundlage für einen ökologischen Körpervertrag, mit dem wir uns selbst verpflichten könnten, uns nicht in unseren leiblichen Existenzbedingungen zu zerstören, und folglich untereinander zu vereinbaren, bestimmte Körperinstrumentalisierungen zu unterlassen.

Durch die Idee einer nachhaltigen Leibökologie wäre die Idee der Überbietungs- und Wachstumslogik, die modernen Gesellschaften zugrunde liegt und die sie mittlerweile bedroht, zu mäßigen, und zugleich wäre genauer zu fassen, was unter personeller Eigenleistung, die die Natur, das Wesen eines Menschen auszeichnet, heute verstanden werden müsste. Eigenleistung wäre dann eine selbst- und nicht fremdgesetzte Norm, die durch nachhaltig sorgende Körpertechnisierung und nicht durch rücksichtslose Körpertechnologisierung zustande kommt.

Die Zentralfrage für die Zukunft des Körpers ist daher, wie weit das Verfügungsrecht des Menschen über seinen Körper reicht. Wie weit darf und muss dieses Verfügungsrecht eingeschränkt werden, um die Bedingungen der Möglichkeit einer freien, mündigen Existenz dauerhaft zu garantieren und nicht zu beseitigen? Auch in Zukunft sollte sicher sein, dass der Patient nicht bloßes Objekt des »körpertechnologischen« Könnens seines Arztes werden kann. Dazu reicht allein die Wahrung der körperlichen Unversehrtheit, die Wahrung des Rechts der Verfügungsgewalt über den eigenen Körper und die Erträge seiner Leistungsfähigkeit nicht mehr aus, sondern auch die Eigenrechte des Körpers müssen bewahrt werden. Sicher: »Niemand hat ein Recht auf

eines anderen Leib«,⁷ doch hat auch niemand das willkürliche Recht, seinen eigenen Leib in rücksichtsloser Selbsttechnologisierung zu zerstören, da er hierdurch seine Freiheit dazu nutzt, die Bedingungen der Möglichkeit der Freiheit überhaupt aufzuheben. Wie die Einschränkung der Ausübung bestimmter Grundrechte möglich ist, um die durch eine uneingeschränkte Ausübung der Grundrechte mögliche Zerstörung der Rahmenbedingungen der Grundrechte zu verhindern, so kann auch die Einschränkung der Ausübung der Freiheit des einzelnen in Kauf genommen werden, um die Basis der Freiheit aller nicht zu gefährden. Dies bedeutet für einen gelungenen und freien Körperumgang, dass das freie Körperverhältnis des einzelnen selbst durch übergreifende Werte beschränkt und gemäßigt werden kann, um die Kultur der freien Körperverhältnisse für alle nachhaltig zu garantieren. Die Freiheit in bezug auf das Verhältnis zum eigenen Körper hört folglich dort auf, wo die Basis, die dem einzelnen dieses freie Körperverhältnis erst ermöglicht, durch den unmäßigen Gebrauch der Freiheit in Frage gestellt wird. Eine wesentliche Bedingung des freien Körperverhältnisses ist aber die Wahrung der Menschenrechte und, damit verbunden, die Wahrung der Würde des Menschen. Wenn die Würde des Menschen unantastbar ist, dann ist es auch die Würde des Leibes, denn die ist Bedingung der Möglichkeit des Personseins.

Wie durch die Fortschritte der Medizin und der Biotechnologie die Gefahr der totalen Verfügungsgewalt über das Leben einzelner entstanden ist, so dass »der Schutz des Einzelnen ein praktisches Problem erster Ordnung geworden ist«⁸, so haben diese Fortschritte auch einen neuen Machbarkeitswahn in bezug auf den menschlichen Körper zur Folge. Dadurch ist der Schutz des Körpers des einzelnen vor selbst zerstörerischer Instrumentalisierung zum Zentralproblem unserer Körperkultur geworden. Doch darf deswegen nicht, in paternalistischer Manier, jeder risikovolle Körperumgang verboten werden, dann müsste man, strenggenommen, jedes Handeln untersagen, vielmehr muss man diejenigen Körperinstrumentalisierungen beschränken, die höchstwahrscheinlich katastrophale Folgen haben werden und bei denen die mögliche Selbststeigerung den Preis der Selbstvernichtung hat. Insofern kann das Individuum durchaus ein Interesse daran haben, durch ein es übergreifendes Recht in bezug auf den eigenen Körper nicht nur vor der Gewalt anderer, sondern auch vor der eigenen Gewalt gegenüber seinem Körper geschützt zu werden. Die Freiheit des Körpergebrauchs schließt demzufolge

⁷ Hans Jonas: Technik, Medizin und Ethik. Frankfurt am Main. 1987, S. 223.

⁸ Volker Gerhardt: Selbstbestimmung. S. 328.

Grenzen dieser Freiheit ein. Ein freier Körpergebrauch muss auch ein fairer Körperumgang sein. Wie die Fairness sich grundlegend an der Achtung der Würde des anderen orientiert, so hat eine leibökologische Körperethik sich an der Achtung der Würde des Körpers zu orientieren. Ein »Greenpeace« der Biotechnologisierung hätte daher die Wahrung der Rechte des Körpers zu seiner obersten Handlungsnorm. Kriterium für einen leibökologischen Körperumgang könnte in diesem Kontext ein körpertechnologischer Imperativ sein: *Handle so, dass du die verwendete Körperpraktik immer wieder wollen kannst und du den anderen und dir selbst niemals bloß Mittel, sondern immer auch Zweck bist.*

Die Idee eines nachhaltigen Körperumgangs wird nun also durch die Verknüpfung des kategorischen Imperativs Kants und des hypothetischen Imperativs Nietzsches in einem starken Sinne als regulative ethische Idee gedeutet, die einer das Leben steigernden und das Leben erhaltenden, einer gemäßigten, Lebensdauer und Lebensqualität garantierenden Umgangsweise mit dem eigenen Körper entspricht.⁹ Nachhaltigkeit wird dadurch aber auf die perspektivische Wiederholbarkeit unseres Körperhandelns bezogen. Dies entspricht einem Konzept starker Nachhaltigkeit, demzufolge das Naturkapital, in diesem Falle der Leib, über die Zeit hinweg und in bestimmten Merkmalen konstant gehalten werden soll, und nur in eingeschränktem Sinne als veränderliches Sachkapital, das vernutzt wird, fungieren sollte, um dadurch einen humanen, zukünftigen Körperumgang nicht bornierten Gegenwartsinteressen zu opfern.

Die Idee einer nachhaltigen Körperinstrumentalisierung garantiert auf der einen Seite Stabilitätsbedingungen in bezug auf unser Körperverhältnis und ist zugleich offen für neue technologische Entwicklungen ohne sich diesen unreflektiert anzuliefern. Sie stellt also eine Perspektivierung unserer Körpertechnologisierung dar, die garantieren soll, dass wir entscheidungsfähige Subjekte in bezug auf die Natur, die wir sind, bleiben und nicht Projekte der Biopolitik und Bioindustrie anderer werden.

Durch die Verknüpfung von Rechten des Körpers und körpertechnologischem Imperativ in der Idee eines nachhaltigen Körperumgangs wird uns der Transkörper des Übermenschen, der höhere Leib ökotechnologisch möglich sein und zugleich wird die

⁹ Nur angemerkt sei hier, dass diese regulative Idee nicht bloß altruistisch im Sinne der Rücksichtnahme auf die Garantie generationenübergreifender Körperverhältnisse begründet ist, sondern wesentlich egoistisch im Sinne der Rücksichtnahme auf eigene Lebensinteressen, die allerdings nicht auf bloß quantitativ gefasste Überlebensinteressen reduziert werden dürfen.

mögliche hemmungslose Kapitalisierung und Ausbeutung der Natur, die wir selbst sind, des Leibes, und die die Hauptressource der neuen biotechnologischen Moderne ist, korrigiert, gemäßigt, humanisiert. Nur durch diese Zurücknahme der Idee der Höherzüchtung des Menschen und seines Leibes bei Nietzsche, sehe ich die Möglichkeit gegeben, dass das human-ökologische Potential der Idee des Übermenschen zu transformieren - freilich mit Nietzsche gegen Nietzsche. Nur dann wird der aggressive, ja krieglerische Charakter jener Erdpolitik, jener »großen Politik«¹⁰, von der Nietzsche phantasiert, aufhebbar sein und nur dann wird auch die »größte aller Aufgaben, die Höherzüchtung der Menschheit«¹¹ jener Idee des Übermenschen entsprechen, wie sie in »Zarathustra« verkündet wurde. Das aber bedeutet auch bei der Höherzüchtung des Menschen und seines Leibes dem Anderen mehr Raum, mehr Rechte, ja Eigenrechte einzuräumen, die Nietzsche eben nicht systematisch bedacht oder bestenfalls nur angedacht hat. Nietzsches Übermenscheneidee braucht daher eine leibökologische Ergänzung, wie sie hier versucht wurde darzustellen, soll der Leib wirklich Leitfaden des Philosophierens sein und soll Nietzsches Anthropologie nicht zur Apologie ungebremster Körperausbeutung missbrauchbar sein. Nur durch diesen leibökologischen Humanismus wird nämlich verhindert, dass die Rede von der »schonungslose(n) Vernichtung alles Entartenden und Parasitischen«¹² nicht wieder als Anleitung zur Vernichtung von »Unter-Leibern« und folglich zur Vernichtung von Menschen, von denen man meint, dass sie solch einen Leib haben, nicht wieder zur Vernichtung von »Untermenschen« führt. Die »neue Partei des Lebens« wird deshalb Anwalt der Rechte der *Physis* sein oder sie wird nur die Fortsetzung der bisherigen Vernichtung der *Physis* mit neuen Phrasen repräsentieren.

¹⁰ KSA. S. 366. Bd. 6.

¹¹ KSA. S. 313. Bd. 6.

¹² KSA. S. 313. Bd. 6.

Anschriften der Autoren

Rudolf Rochhausen, Prof. Dr. phil. habil.
Siedlung 28, 19057 Schwerin

Eva Lehmann, Dr. phil..
Käte Kollwitz-Str.24, 04412 Markkleeberg

Ruth Milachowski, Prof. Dr. oec. sc.
Freiberger Str.5, 04349 Leipzig

Rolf Löther, Prof. Dr. phil. habil.
Schmöller Platz 17, 12435 Berlin

Herbert Hörz, Prof. Dr. phil. habil. Dr. h.c.
Hirtschulzstr. 13, 12621 Berlin

Reinhold Krampitz, Prof. Dr.-Ing.
Berta von Suttner Str. 4, 39108 Magdeburg

Volker Caysa, Dr. phil. habil.
H.v.Kleist-Str. 50, 48161 Münster