

## **Die zweite Schöpfung des Menschen -** Zur Idee der biochemischen und genetischen Verbesserung der menschlichen Natur

---

Dr. Rainer Hohlfeld, geb. 1942 in Berlin, Studium der Biologie und Wissenschaftsphilosophie in Berlin, Freiburg, Tübingen und Köln, 1973 Promotion in Bakteriengenetik am Institut für Genetik der Universität Köln, war von 1974 bis 1980 wiss. Mitarbeiter des Max-Planck-Instituts zur Erforschung der Lebensbedingungen der wissenschaftlich-technischen Welt in Starnberg, anschließend Mitarbeiter des Instituts für Gesellschaft und Wissenschaft (IGW) an der Universität Erlangen-Nürnberg. Seit Januar 1985 ist er vom IGW für zwei Jahre beurlaubt für eine Tätigkeit als wissenschaftlicher Mitarbeiter des Deutschen Bundestages.

Die genetische Ingenieurskunst versetzt Biologen und Chemiker heute in die Lage, Gene, Chromosomen oder Organismen zu konstruieren, die die Natur vorher noch nie gesehen hat. In der Einheit von automatisierten Biosynthesemaschinen und computerunterstütztem Entwerfen von neuen biologisch wirksamen Molekülen löst die Ära des „Bioengineering“ oder der synthetischen Biologie die Phase der Biologie ab, die noch die vorgefundenen lebenden Objekte zum Gegenstand ihrer wissenschaftlichen Betrachtung und Theorien machte<sup>1</sup>. Die erste Natur wird durch eine zweite, gleichsam re- und

---

<sup>1</sup> Vgl. R. Hohlfeld, Der Mensch als Objekt von Biotechnologie und biomedizinischer Forschung, in Gewerkschaftliche Monatshefte 35, 1984, Heft 10, S. 594 - 596; siehe auch I Rifkin, Genesis zwei, Rembek 1986.

neukonstruierte Natur abgelöst. So sollen z. B. Bodenmikroorganismen mit Hilfe gentechnischer Methoden ein neues Gen erhalten, dessen Produkt giftige Substanzen im Boden, wie z. B. DDT, unschädlich machen soll. Oder es werden biochemisch oder gentechnologisch bestimmte Baupläne von biologischen Wirkstoffen, wie Hormonen oder Botenstoffen des Gehirns, abgewandelt, um deren Aktivität oder Verweildauer im Organismus zu verändern. Diese Grundidee: der Natur ein klein wenig „nachzuhelfen“, eine vorgefundene Eigenschaft zu „optimieren“, hält nun auch Einzug in die Humangenetik und die Medizin. Durch die Fortschritte von Zellbiologie und Gentechnologie ist es möglich geworden, das Erbgut menschlicher Zellen gezielt zu verändern. Damit werden die Grundlagen für ein Nachmodellieren der menschlichen Natur gelegt.

Diese Idee, mit Hilfe von biologischen Techniken der menschlichen Natur etwas „nachzuhelfen“ oder zumindest Zivilisationsschäden auszugleichen, sind nicht neu. Erinnert sei an das mit der Entwicklung der Molekulargenetik eng zusammenhängende Ereignis, des vor einem Vierteljahrhundert in London stattfand. Dort veranstaltete die CIBA-Foundation das zu einem gewissen Ruhm gekommene Symposium „Man and his Future“<sup>2</sup>. Dieses Symposium fand zu einer Zeit statt, als der genetische Code gerade verstanden war und die Molekulargenetiker in einer gewissermaßen euphorischen Stimmung ihrer Phantasie freien Lauf ließen. Sie unterbreiteten Vorschläge, was alles mit dieser neuen Genetik zum Besten der Menschen und der Gesellschaft bewirkt werden könne; wie der Mensch unter den Bedingungen einer technischen Zivilisation genetisch so maßgeschneidert werden könne, daß Individuum und Bevölkerung optimal angepaßt seien. Die auf diesem Symposium anwesenden Genetiker haben wesentlich dazu beigetragen, daß die Molekulargenetik heute so weit vorangekommen ist, daß einige der damals geäußerten Utopien heute technisch machbar erscheinen. Dennoch wird dieses Symposium heute nicht mehr erwähnt, wenn Molekulargenetiker auf ihre eigene Geschichte zurückblicken.<sup>3</sup> Und die Unterstellung gar, daß die moderne genetische Forschung den Weg zur Menschengzucht bahne, wird heftig zurückgewiesen.

Im folgenden Beitrag soll die These entwickelt werden, daß sich trotz dieses Dementis durch die wissenschaftlichen Fachgemeinschaften in der Konvergenz von gentechnischer und reproduktionsbiologischer Forschung ein kaum merklicher, lautloser Übergang von der Therapie zu einer „Nachbesserung“ und lebenslangen „Krankheitsvorbeugung“ vollzieht. Mit diesem Übergang wird das Tor zur Menschengzucht aufgestoßen. Die Forschung kommt damit nicht nur fiktiv, sondern faktisch an eine Grenze, deren Überschreitung uns tatsächlich vor eine völlig veränderte kulturelle und moralische Situation stellt: vor die Situation nämlich, daß der Mensch nun die Möglichkeit erhält,

---

2 G. Wolstenholme (ed.). *Man and Ms Future*, London 1963.

3 So z. B. der Kölner Genetiker B. Müller-HiE, *Aus der Geschichte lernen - Historische Erfahrungen für die Beurteilung von Genetik heute*, in: *Forum Wissenschaft, Studienhefte Nr. 1, Gentechnologie*, Marburg 1986.

„einen Menschen zu konstruieren, der in der Lage ist, seine gegenwärtige Natur zu überwinden.“<sup>4</sup>

Der Übergang von der Biochemie und Molekulargenetik zu therapeutischen und präventiv-medizinischen Zwecken zu einer Verbesserung der menschlichen biologischen Konstitution kann sich in drei Anwendungsbereichen vollziehen:

- im Bereich der körpereigenen Wirkstoffe durch Veränderung der natürlichen Konzentrationsverhältnisse oder des biologischen Wirkungsspektrums;
- im Bereich der biochemischen oder genetischen Konstitutionsanalyse durch die Auswahl von besser oder schlechter geeigneten Individuen oder die Wahl geeigneter Umwelten und Lebensweisen;
- im Bereich der genetischen Veränderung menschlicher Körper- und Keimzellen.

Die wissenschaftlich-technischen Möglichkeiten und die Entwicklungstendenzen sollen nun näher beschrieben werden.

#### Unser Sohn wird ein großer Basketballspieler

Die Geningenieure können heute Bakterien so maßschneidern, daß diese Insulin, tierisches und menschliches Wachstumshormon, Regulationsstoffe des Immunsystems, wie Interferone und Interleukine und Botenstoffe des Nervensystems (Neuropeptide), synthetisieren können.

Mit Wachstumshormon kann z. B. ein genetisch bedingter Zwergwuchs durch regelmäßige Injektion kompensiert werden. Die Verfügbarkeit dieser gentechnisch produzierten Proteine kann aber auch zu dem „Wunsch von Eltern führen, ihren Söhnen Wachstumshormon zu verabreichen, um große Football- oder Basketball-Spieler zu produzieren. Unglücklicherweise greift diese Praxis zur Zeit in unserem Lande (USA) um sich“<sup>5</sup>.

#### Eine neue Generation von Psychopharmaka

Die Identifikation und Synthese von Neuropeptiden gewinnt eine wachsende Bedeutung für die neurobiologische Forschung. Eine wesentliche Rolle für das wissenschaftliche Verständnis der Funktion des Nervensystems spielt der Mechanismus der Informationsübertragung zwischen Nervenzellen. An diesem Prozeß sind Substanzen beteiligt, die (über chemische Synapsen) für eine schnelle Informationsübertragung sorgen. Diese von einem Ausläufer einer Nervenzelle (Axon) freigesetzten Substanzen oder Neurotransmitter müssen von bestimmten Rezeptoren der Zelloberfläche der Empfängerzelle registriert werden. Neben dieser schnellen Übertragung gibt es Überträger-

---

4 So zitiert R. Kipphart den amerikanischen Genetiker B. Glass in „Bruder Eichmann“. Die These nimmt den Leitfaden auf, den A. Etzioni, Die zweite Erschaffung des Menschen, Opladen 1977, entwickelte.

5 W. F. Anderson, Human Gene Therapy: Scientific and Ethical Considerations. The Journal of Medicine and Philosophy 10,1985,275 - 290.

Substanzen, die langsamer wirken, länger in ihrer Wirkung anhalten und lokal nicht so gezielt wirken wie die Neurotransmitter: sog. Neuromodulatoren oder Neurohormone. Es wird vermutet, daß sie die Reizschwellen für die synaptische Übertragung modulieren. Zu diesen Substanzen gehören verschiedene Hormone und Schmerzempfindungen beeinflussende Substanzen, die endogenen Morphine (Endorphine). Auch diese Neuromodulatoren besitzen spezifische Rezeptoren. Inzwischen sind mehr als 20 Neurotransmitter und Neuromodulatoren bekannt, ihre Rezeptoren werden zunehmend identifiziert und es werden Substanzen gesucht, wie z. B. Nervengifte oder Drogen, die spezifisch in den Interaktionsprozeß Neurotransmitter - oder -modulator - und Rezeptor eingreifen. Auf diese Weise soll es gelingen, eine neue Generation ‚körpereigener‘ Psychopharmaka sowie deren Modifikationen, Inhibitoren und Antagonisten für die Bekämpfung von Suchtkrankheiten und Depressionen zu entwickeln. Die Endorphine könnten sich als Schmerzmittel ohne Suchtgefahr erweisen.<sup>6</sup>

Psychopharmaka können seelische Leiden erträglich machen, ein therapeutisches Gespräch ermöglichen oder sogar bis zu einem gewissen Grade ‚kurieren‘. Sie können aber auch so eingesetzt werden, daß sie Stimmungszustände und Verhalten ständig regulieren und kontrollieren und somit zu einem Element der Fremdbestimmung des Patienten werden. Je „körpereigener“ die Substanz, um so legitimer erscheint der über den therapeutischen Zweck hinausgehende Einsatz. Es deutet sich hier eine Entwicklung an, die auch beim Einsatz von Hormonen sichtbar wird: Die Anwendung gentechnologischer Produkte zur „Verbesserung“ oder Veränderung eines - wie schwierig auch immer zu definierenden - „Normalzustandes“.

#### Wird in Zukunft das „genetic make-up“ die Lebenschancen bestimmen?

Durch die Verfeinerung biochemischer Testmethoden und durch die Anwendung gentechnologischer Verfahren in der Analyse des menschlichen Genoms (die Gesamtheit aller Gene eines Organismus) ist das Potential zur Feststellung bestimmter genetischer oder biochemischer Eigenschaften von Zellen sprunghaft gestiegen. Zunächst einmal verbessern die Restriktionsenzyme - das entscheidende Instrument der Gentechnologie - wesentlich das Auflösungsvermögen der genetischen Diagnostik. So kann z. B. mit Hilfe der Restriktionsenzyme das veränderte Hämoglobin-Gen, welches für die Sichelzellenanämie verantwortlich ist, von dem intakten Gen aufgrund des unterschiedlichen Schnittmusters der DNS-Fragmente unterschieden werden, weil die Schnittstelle des Enzyms im Bereich der Mutation zu finden ist.

Wenn dieser Glücksfall nicht vorliegt, suchen die Genetiker nach DNS-Schnittstellen in der Nachbarschaft des Gens, welches für einen genetischen Defekt oder schlicht für eine genetische Variation verantwortlich gemacht wird. Sie erhalten dann individuell abweichende Schnittmuster, sogenannte

---

<sup>6</sup> J. Van Brunt, Neuropeptides: the brain's Special messengers, Biotechnology 4,1986, S. 109 -112.

DNS-Restriktionsfragmentlängenpolymorphismen (RFLPn). Auf diese Weise sind inzwischen schon mehrere Erbkrankheiten auch auf molekulargenetischer Basis definiert, wie z. B. der erbliche Veitstanz oder die Chorea-Huntington, die Bluterkrankheit, die Phenylketonurie (PKU) sowie genetisch bestimmte Erkrankungen des Muskelsystems, sogenannte Muskeldystrophien. Es gibt Genetiker, die glauben, DNS-Polymorphismen gefunden zu haben, die mit einer Disposition für bestimmte Tumorerkrankungen in Beziehung gebracht werden können.<sup>7</sup>

Aber auch angeborene Immunschwächen oder ein erhöhtes Herzinfarktrisiko aufgrund von genetischen Varianten des Low-Density-Lipoproteins (LDL) im Blut werden diagnostizierbar.<sup>8</sup> Bestimmte Labors und Institute in Ost und West sind auch dabei, „Schizophrenien“, „affektive Psychosen“ und „Dispositionen für Depressionen“ mit RFLPn zu korrelieren.<sup>9</sup>

Auch die Reaktionsweisen des menschlichen Organismus auf Umweltfaktoren wie Strahlen, Smog, Pflanzenschutzmittel, Dioxin, Anilinfarben oder Medikamente sind genetisch bedingt und variieren von Individuum zu Individuum, von Bevölkerungsgruppe zu Bevölkerungsgruppe, von Rasse zu Rasse. Die durch die genetische Variation bedingten unterschiedlichen Empfindlichkeiten oder Resistenzen gegenüber Umweltbelastungen oder Medikamenten können biochemisch und seit kurzer Zeit nun auch mit Hilfe der RFLPn diagnostiziert werden.<sup>10</sup>

So sind z. B. Träger von verschiedenen Formen des Enzyms Alpha-1-Antitrypsin durch Smog, Abgabe oder Zigarettenrauch besonders gefährdet. Dieses Enzym ist ein Gegenspieler des Lungenzym Elastase. Es hemmt dessen Aktivität und sorgt so unter anderem dafür, daß die Elastizität des Lungengewebes erhalten bleibt. Bei einer bestimmten genetischen Variation ist die Alpha-1-Antitrypsinaktivität eingeschränkt. Es kommt zu einer über großen Aktivität der Elastase und zu einem Verlust der Elastizität des Lungengewebes. Diese Beeinträchtigung führt zu einer Anfälligkeit für ein Lungenemphysem, wenn Smog oder Zigarettenrauch als auslösende Faktoren hinzukommen. In unserer Bevölkerung kommt diese Variation mit einer Häufigkeit von drei Prozent vor.

In der DDR wird in Chemiebetrieben des Bezirkes Halle-Bitterfeld ein Empfindlichkeitstest gegenüber aromatischen Kohlenwasserstoffen (zu denen auch Dioxin gehört) in die Praxis überführt. Variante Formen des Enzyms

---

7 Eine Übersicht über den derzeitigen Stand gibt D. N. Cooper and J. Schmittke, Diagnosis of genetic disease using recombinant DNA, in: Human Genetics 73,1986, S. 1 -11.

8 A. M. Cumming and F. W. Robertson, Genetics of the apolipoprotein-E-isoprotein System in man. Journal of Medical Genetics, 19,1982, S. 417 - 423.

9 Die Schizophrenie aus der Sicht der Genetik, in: humanitas 25. 1985, Heft 4. S. 13 (Berlin - DDR). T. H. Maugh n, Is there a Gene for Depression?, in: Science 214,1981, S. 630 - 632.

10 D. P. Agarwal, in: Der Bundesminister für Forschung und Technologie, Ethische und rechtliche Probleme der Anwendung zellbiologischer und gentechnischer Methoden am Menschen, München 1984, S. 108 ff. Dieser Gegenstandsbereich der Humangenetik wird als „Pharmako- und Ökogenetik“ definiert, vgl. F. Vogel u. A. Motulsky, Human Genetics, Hamburg 1982, S. 257 ff.

„Cytochrom P- 450“ bedingen eine verschieden schnelle Entgiftung durch Hydroxilierung der Kohlenwasserstoffe und damit eine unterschiedliche Anfälligkeit gegenüber Arbeitsplatzgiften.<sup>11</sup> (Diese Tests werden durchgeführt, um gefährdete Arbeiterinnen und Arbeiter zu identifizieren und „geschützte Arbeitsplätze“ für sie zu finden).

Ein anderes Beispiel: 70 Prozent der Europäer können aufgrund niedriger Aktivitäten des Enzyms Paraoxonase das Insektizid E 605 nur sehr langsam in ihren Zellen entgiften. Diese Personen eignen sich von daher nicht für die Arbeit in landwirtschaftlichen Bereichen, in denen dieses Insektizid in sehr hoher Konzentration benutzt wird, wie z. B. in der Dritten Welt oder aber in den Industriebetrieben, in denen dieses Gift produziert wird.

Die Ökogenetiker haben bisher 20 bis 30 solcher Tests zusammengestellt. Versicherungen und Industrieunternehmen bedienen sich in der Bundesrepublik - soweit bekannt - noch nicht solcher Tests, wohl auch deshalb, weil sie bisher aufwendig und unrentabel und wissenschaftlich unzuverlässig sind. Genau das soll mit Hilfe ausgefeilter Testmethoden in Biochemie und Gentechnologie anders werden.

Nach einem Artikel des „Economist“ planen oder entwickeln wenigstens 20 amerikanische Biotechnologieunternehmen, eines in Kooperation mit einer Lebensversicherungsgesellschaft und einem Klinikunternehmensverbund, solche Testverfahren zur Diagnose genetisch bedingter „Variationen“, „Anfälligkeiten“, „Dispositionen“, „Überempfindlichkeiten“ oder „angeborenen Risiken für eine Berufserkrankung“.<sup>12</sup> Sie rechnen in Zukunft (im nächsten Jahrzehnt) mit einer Größenordnung von mehreren hundert Tests. Die Wissenschaft steht nicht abseits, sondern beschleunigt diese Entwicklung gehörig: Seit mehr als einem Jahr wird von Molekulargenetikern mit immer größerer Intensität das Großforschungsprojekt der totalen genetischen Analyse des menschlichen Genoms auf der DNS-Ebene diskutiert.<sup>13</sup> Das beinhaltet die Erstellung einer Genkarte mit genetischen Markierungen mit Hilfe der RFLPn und - simultan oder anschließend - die totale Aufschlüsselung der menschlichen DNS, Baustein für Baustein. Das erste Projekt würde ungefähr 80 bis 100 Mann/Fraujahre erfordern, das zweite könnte bis zum Jahre 2000 abgeschlossen sein. Homo sapiens - definiert durch seine Molekularbiologie<sup>14</sup> und sein „genetic make-up“. (Die Weisheit dieses molekulargenetischen und bio/informations-technologischen Forschungsprogramms ist in den wissenschaftlichen Fachgemeinschaften umstritten. Es wird darauf hingewiesen,

11 Intensive Untersuchung des Enzyms Zytochrom P-450-Nutzen für Pharmazie, Medizin und Umweltschutz, in: Urania 1984, Heft 9, S. 58; C. R. Wolf, Cytochrome P-450s: polymorphic multigene families involved in carcinogen activation, in: Trends in Genetics (HG), August 1986, S. 209 - 214.

12 Uses and Abuses of genetic fortune telling, The Economist, June 21, 1986, S. 89 - 90.

13 M. A. Van Dilla et al. (30 weitere Autoren), Human chromosome-specific DNA libraries: construction and availability, in: Biotechnology 4, 1986, 537 - 552; R. Lewin, Proposal to Sequence the Human Genome Stirrs Debate, in: Science 232, 1986, 1598 - 1600.

14 „Molecular Biology of Homo sapiens“ war der von dem Miterfinder der DNS-Doppelhelix und Nobelpreisträger J. D. Watson inspirierte Titel des diesjährigen „51. Cold Spring Harbor Symposium on Quantitative Biology“ (Science 233, 1986, 157 - 158).

daß es ein ungeheuer aufwendiges, aber nicht gerade sehr aufschlußreiches Projekt sei, da zu wenig biologisch relevante Daten dabei herauskämen).

In Zukunft werden also Kliniken, humangenetische Institute oder einfache gendiagnostische Service-Unternehmen Angebote unterbreiten, mit Hilfe derer jeder Mann und jede Frau alles über das eigene genetische Programm erfahren kann.

Der Arbeiter erfährt etwas über seine Widerstandskraft gegen Arbeitsplatzgifte, der Arbeitgeber kann seine Belegschaft nach Belastbarkeitsgruppen einteilen, der Raucher erfährt etwas über sein Alpha-1-Antitrypsinniveau, die Versicherungsgesellschaften richten je nach Disposition' und Anfälligkeit (zu erwartendes Erkrankungsalter; Schwere der Krankheit) Staffelpremien ein. Der Sensible erfährt etwas über seine angeborene Disposition zur manischen Depression, der Psychiater etwas über die Palette von Neuromodulatoren, die er bei dieser oder jener genetischen Variation zur Vorbeugung verabreichen muß.

Mit Hilfe der Computer-Diagnostik, biochemischer und gentechnologischer Testverfahren wird somit jedem Mitglied der modernen Industriegesellschaft die totale Durchleuchtung seiner sozio-psycho-biologischen Konstitution ermöglicht. Der individuelle Gesundheitszustand wird auf die Logik von Automaten und die Sprache der Reagenzglasforschung reduziert. Der Personalcomputer koordiniert die Lebensführung und die Lebensplanung nach dem genetischen Programm: er checkt den idealen Arbeitsplatz, die Kranken- und Lebensversicherung, die Diät, die mit der individuellen Ökogenetik verträgliche Wohnumwelt, die persönliche Fitness und die Menge der täglich erlaubten kleinen Sünden.

#### Die Konstruktion des neuen Menschen für die neue Gesellschaft

Durch Zellkulturtechniken und Gentechnologie werden heute Verfahren bereitgestellt, die es erlauben, gezielt in das Erbgut menschlicher Zellen einzugreifen und neue Gene in die Zellen einzuschleusen.<sup>15</sup>

Damit kann z. B. ein genetischer Defekt behoben (durch Einsatz des normalen Gens), eine Eigenschaft verbessert (optimiert) oder eine gänzlich neue Eigenschaft in die Zelle eingeführt werden. Es können zwei Ebenen solcher Eingriffe unterschieden werden: Eingriffe auf der Ebene der Körperzellen (somatische Gentherapie) und Eingriffe auf der Ebene der Keimbahn, d. h. die gentechnischen Eingriffe erstrecken sich auch auf die Keimzellen und werden damit vererbbar.

Die Problematik dieser Entwicklung hegt darin, daß mit den therapeutischen Möglichkeiten die Verlockung sehr groß werden wird, über die Wiederherstellung einer normalen Funktion (die Festlegung dieser Norm ist ja in sich

---

15 U. S. Congress Office of Technology Assessment, Human Gene Therapy Background Paper, Wahington, DC: U. S. Congress OTABP-BA-32,1984.

schon ein Problem) hinauszugehen und der Natur ein wenig „nachzuhelfen“. Die Trennlinie zur Menschenzüchtung wird dann nicht mehr klar zu ziehen sein.

### Die somatische Gentherapie

Die Grundidee der somatischen Gentherapie ist die einer Substitutionstherapie, nach der eine fehlende Funktion oder ein fehlendes Produkt durch normal funktionierende Gewebe oder die Zugabe von Hormonen wie Insulin ersetzt wird. Im Falle der Blutkrankheit  $\beta$ -Thalassämie, bei der das Hämoglobinmolekül aufgrund einer Mutation verändert ist, kann ein Teil der defekten roten Blutkörperchen durch eine gewebeverträgliche Knochenmarktransplantation ersetzt werden. Oder man kann versuchen, den genetischen Defekt durch die Übertragung eines normalen  $\beta$ -Hämoglobingens in das Knochenmark des Patienten auszugleichen. Dazu wird das infrage kommende Gen gentechnologisch mit bestimmten defekten Tumoviren (Retroviren) gekoppelt. Mit diesen genetischen „Chimären“ werden dann außerhalb des Körpers Knochenmarkzellen des Patienten infiziert. Diese so behandelten Zellen werden zurückübertragen in der Hoffnung, daß einige von ihnen das Gen erhalten haben und jetzt das normale Hämoglobinmolekül synthetisieren können.

Solche therapeutischen Möglichkeiten werden gegenwärtig in Tiermodellen (Mäuse, Kaninchen, Affen) vorbereitet und sollen in diesem Jahr am Menschen erprobt werden. Zuerst in Betracht kommen seltene Stoffwechselerkrankungen des Nukleinsäurestoffwechsels, die angeborenen Blutkrankheiten werden die nächsten Kandidaten sein.

Die zukünftigen Perspektiven dieser Entwicklungen liegen in der „intra-korporalen“ somatischen Gentherapie: bestimmte Gene, wie z. B. das Wachstumshormongen, werden im Membransäckchen verpackt, diese in die Blutbahn injiziert und über bestimmte Oberflächenmarker zu bestimmten Zielgeweben geschleust. Auf diese Weise könnte man im Prinzip Diabetes oder Zwergwuchs heilen oder olympiareife Basketballmannschaften züchten. Technisch einmal ausgefeilt, sind auch hier alle möglichen Kombinationen denkbar: eine behebige gewebeverträgliche Zelle oder zellähnliches Gebilde, die entweder bestimmte Proteine oder Hormone selbst produzieren oder die Gene zu bestimmten Produktionszellen des Körpers transportieren.

Das, was als Selbstinstrumentalisierung bei der Medikation schon sichtbar wurde, wird hier gleichsam auf einer noch subtileren Stufe fortgesetzt: die Optimierung der eigenen Natur durch die Integration von Elementen einer nachgemachten „zweiten Natur“.

### Eingriffe in die menschliche Keimbahn

Es gibt bestimmte Erbkrankheiten, von denen viele Körperteile oder verschiedene Gewebe betroffen sind und die daher einer somatischen Gentherapie nicht zugänglich sind. Dazu gehören z. B. Muskelschwund, erblich

bedingter Veitstanz (Chorea Huntington), Phenylketonurie. Für die Heilung dieser Krankheiten käme im Prinzip - wenn man einmal von der Möglichkeit der „Heilung“ qua Abtreibung absieht - eine Keimtherapie infrage. Zu diesem Zwecke muß die Übertragung von Genen so frühzeitig erfolgen, daß alle Zellen etwas davon abbekommen, d. h. in einem sehr frühen Embryonalstadium, am besten gleich nach der Befruchtung der Eizelle (Zygotenstadium). Erfolgreiche Experimente der Genübertragung in befruchtete Eizellen sind bei verschiedenen Tierarten gelungen: bei Krallenfröschen, Taufliedern, Mäusen, Kaninchen, Ziegen, Schweinen und einem Schaf. Diese Systeme haben noch viele technische Unsicherheiten; aber deren Überwindung war in der modernen Biologie immer nur eine Frage von Jahren. Gegenwärtig können auch aus früheren Embryonalstadien von Mäusen Zelllinien in Kultur gezogen werden, die dann gentechnologisch verändert und vorsortiert wieder in einen Embryo injiziert werden können. Das ist die bisher eleganteste Variante einer Keimbahnveränderung.

Genübertragungsexperimente mit menschlichen Zygoten oder frühen Embryonalstadien, die ja bei der Methode der Retortenbefruchtung im Rahmen der Kinderwunschbehandlung übrig bleiben, wurden bisher nicht veröffentlicht. Die Übertragbarkeit der Tierergebnisse wird jedoch von wissenschaftlicher Seite nicht ernsthaft bestritten.

Doch die Konvergenz der Forschung mit menschlichen in-vitro-Embryonen und Gentransferexperimenten wird klar von einem amerikanischen Gutachtergremium zur menschlichen Genterapie ausgesprochen: „Embryonenforschung muß primär für die Genterapie in Betracht gezogen werden, wenn eine Keimbahngenterapie erwogen wird. Wenn eine Keimbahngenterapie bei menschlichen Embryonen durchgeführt werden soll, muß sie auf einem fundierten Wissen über die Entwicklung und die Expressionen von Genen in sehr frühen menschlichen Embryonen beruhen. Ein solches Wissen kann nur erworben werden, wenn solche Embryonen dafür benutzt werden“.<sup>16</sup>

Aber nicht nur an die Beseitigung von Gendefekten denken jene Wissenschaftler, die die Forschung mit menschlichen Embryonen rechtfertigen wollen. Auch für andere Fragestellungen müsse man offen sein: „Tumorprophylaxe bzw. -therapie (Abschaltung bestimmter Gene); Bekämpfung neuartiger Virusinfektionen; Korrektur immunologischer Defekte.“<sup>17</sup> „In Zukunft könnten solche Übertragungen zu therapeutischen Zwecken nicht nur sinnvoll, sondern sogar medizinisch und ethisch indiziert sein“.<sup>18</sup>

Sehr präzise Vorstellungen über einen Gentransfer in menschliche Embryonen zum Zwecke einer Krankheitsprävention entwickelt auch der

---

16 ebenda, S. 33.

17 Der Bundesminister für Forschung und Technologie (Hrsg.)- In-vitro-Fertilisation, Genomanalyse und Genterapie, Bericht der gemeinsamen Arbeitsgruppe des Bundesministers für Forschung und Technologie und des Bundesministers der Justiz, München: J. Schweitzer 1985.

18 So der Kölner Molekularbiologe W. Doerfler in seinem Sondervotum zum Bericht der Arbeitsgruppe, ebenda.

Direktor der Herz- und Lungenabteilung der amerikanischen Gesundheitsinstitute (NIH), W. F. Anderson: Es gibt einige Personen, die eine Disposition für eine frühe Arteriosklerose besitzen. Diese steht mit einer niedrigen Konzentration von LDL-Rezeptoren auf der Oberfläche von Körperzellen im Zusammenhang. Das hat einen erhöhten Cholesterolspiegel im Blut zur Folge. Anderson dazu: „Wenn die zukünftige Forschung zeigen sollte, daß eine erhöhte Anzahl von LDL-Rezeptoren auf der Zelloberfläche zu niedrigeren Cholesterolverwerten im Blut führen sollte, und als Folge davon zu einer Abnahme von Herzattacken und Schlaganfall, dann könnte das Einsetzen eines zusätzlichen LDL-Rezeptorgens in ‚normale‘ Individuen signifikant die Morbidität und Mortalität, verursacht durch Arteriosklerose, senken. In einer solchen Konstellation wäre der Zweck der Intervention die Prävention der Krankheit, nicht einfach der persönliche Wunsch eines Individuums nach einer veränderten Charakteristik.“<sup>19</sup>

An dieser Stelle scheiden sich die Geister. Projekte, wie die zitierten, setzen Embryonenversuche und einen Keimbahneingriff voraus. Da ein in-vitro-Embryo im Zwei- oder Vierzellstadium noch keinen Tumor oder eine Arteriosklerose hat, setzen solche Projektvorschläge eine Manipulation von Genen voraus, die dafür mitverantwortlich sind, daß die zukünftige Person unter bestimmten Bedingungen und einer bestimmten Lebensweise mit 40,50 oder 60 Jahren vielleicht einen Tumor bekommt oder einen Infarkt erleidet. Ist dieser Schritt zu einer lebenslangen Prophylaxe einer „Disposition“ noch unterscheidbar von dem ‚Wunsch nach einer veränderten Charakteristik?‘

Auch wenn für einen Eingriff in die Keimbahn zur Korrektur schwerer genetischer Defekte noch eine prinzipielle Rechtfertigung aufgrund einer eindeutigen therapeutischen Zielsetzung konstruiert werden könnte (obwohl diese Fälle extrem selten auftreten werden): Durch Ziele, Projekte und Strategien der vorgeschlagenen Art wird die Tür aufgestoßen für eine Entwicklung, an deren Ende der Mensch sich selbst zum Konstruktionsgegenstand seiner genetischen und reproduktionsbiologischen Ingenieurskunst macht. Der Mensch nach Maß - angepaßt an die High-Technology-Zivilisation.

Gegen diese Argumentationslinie wird oft ein schwerwiegender Einwand vorgetragen: Ein solcher „biologischer Determinismus“ - denn um einen solchen handelt es sich, wenn man einmal die gegenwärtig sichtbar werdenden Entwicklungstendenzen bis zum bitteren Ende durchbuchstabiert - könne gar nicht funktionieren. Es sei unmöglich, das komplexe Phänomen „biopsychosoziale Einheit Mensch“ auf einen Forschungsgegenstand eines molekularbiologischen Labors zu reduzieren (ich erinnere nur an das Projekt „The Molecular Biology of Homo sapiens!“ siehe Seite 555). Die System-Umwelt-Interaktionen könnten durch einen solchen Ansatz nicht erfaßt werden und die Molekularbiologie sei unzureichend, um Handeln, Kommunikation und Bewußtsein erklären zu können. Deswegen müsse jeder Versuch, auf einer

---

<sup>19</sup> W. F. Anderson, a. a. O. (Anm. 5) S. 288.

molekularbiologischen Basis den Menschen zu manipulieren, schon aus rein faktisch-technischen Gründen fehlschlagen. Die Produkte solcher Manipulationen könnten eigentlich nur Krüppel sein.

Für den gegenwärtigen Stand der Entwicklung ist es sicherlich zutreffend, daß die genetische Manipulation von Säugetieren mit erheblichen biologischen Risiken verbunden ist: zusätzliche Mutationen, Zerstörung der Integrität des Genoms und das Anschalten von Genen zur falschen Zeit am falschen Platz sind Begleiterscheinungen gegenwärtiger Forschungspraxis.<sup>20</sup> Gerade aber die Geschichte der Molekularbiologie zeigt, daß technisch-methodische Probleme niemals eine absolute Barriere für den wissenschaftlichen Fortschritt darstellten. Deswegen geht der prinzipielle Einwand gegen die Machbarkeit der genetischen Manipulation am Kern vorbei. Das gerade macht doch Ziel, Methode und Paradigma der experimentellen Biologie und Medizin aus: die Forschung so weit zu treiben, bis die Phänomene beherrscht werden; die Gegenstände der Forschung, die bei den Naturphänomenen ihren Ausgang nehmen, so zu „meistern“, so zu (re)konstruieren, daß eben jene Effekte erzielt werden, die den Gesetzen der Laborforschung gehorchen.<sup>21</sup> Aus dem Menschen eine „biochemische Maschine“ zu machen ist die Leitidee physiologischer Forschung seit Jahrhunderten, seit der Zeit, als der Arzt Julien de la Mettrie sein Konzept vom „Phomme machine“ formuliert hatte. Und genau in dieser Möglichkeit der Zurichtung, des Maßschneiderns, der Kontrolle mit Hilfe der wundervollen Palette körpereigener - oder nahezu körpereigener - Wirkstoffe, der Rekonstruktions- und Synthesemöglichkeiten liegt die „Verführung durch das Machbare,“<sup>22</sup> der Herrschaftscharakter der modernen Naturwissenschaft.

Die wissenschaftspolitische Debatte wird im nächsten Jahrzehnt der Frage nicht ausweichen können: Ist die Vorstellung, „jenseits von Freiheit und Würde“<sup>23</sup> zu leben, unsere positive Utopie für das Jahr 2000?

---

20 J. L. Marx, Making Mutant Mice by Gene Transfer, *Science* 228,1985,1516 -1517. J. L. Fox, Injected Virus Probes Fetal Development, *Science* 223,1984,1377, (A-294 VI).

21 In dieser Argumentationsführung schließe ich mich den Überlegungen an, die W. Heidler in Auseinandersetzung mit den Thesen und Utopien des CIBA-Symposiums (Anm. 2) entwickelte (Die Definition des Menschen und ihre Folgen, in F. Wagner (Hrg.) *Menschenzüchtung*, München 1969. S. 51 - 65).

22 P. Koslowski u. a. (Hrg.), Stuttgart 1983.

23 So der Titel eines Buches des amerikanischen Behavioristen A. Skinner.