

Eingriffe ins Erbgut

Klonen und Gentechnik in der gesellschaftspolitischen Diskussion

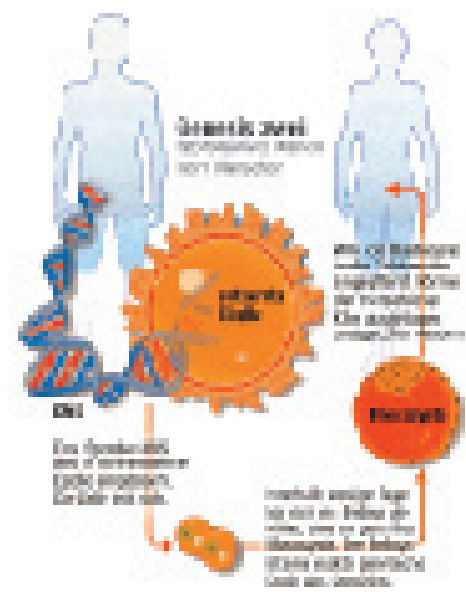
Markus Schulze

Reproduktives Klonen

Im Februar 1997 ging eine wissenschaftliche Sensation durch die Presse: Dem schottischem Biologen Ian Wilmut war es gelungen, ein Schaf zu klonen. Neu daran war, dass ihm das mit der Zelle eines erwachsenen Tieres gelungen war. Zu diesem Zweck hatte er eine Eizelle entkernt und daraufhin mit einer isolierten Euterzelle fusioniert. Die dadurch entstandene neue Eizelle enthielt also nur die Erbinformation des Tieres, dem die Euterzelle entnommen wurde, so dass »Dolly« die genetische Kopie dieses Tieres war.¹ Als kurze Zeit darauf der Mediziner Richard Seed seine Absicht bekanntgab, Menschen klonen zu wollen, entstand eine breite gesellschaftliche Debatte über den Fluch oder Segen dieser neuen medizinischen Technik. Die Befürworter verwiesen vor allem auf die Möglichkeit, endlich »gestaltend« in die zufällige Vererbung eingreifen zu können oder kinderlosen Ehepaaren zu Nachwuchs zu verhelfen. Die Gegner betonten das Problem des willkürlichen Eingriffs in die Entstehung des Menschen, der dadurch zum Gegenstand, zum Material für alle möglichen Interessen wird, »verfügbar«, wie es der renommierte Sozialphilosoph Jürgen Habermas nannte.

»Therapeutisches« Klonen

Das Klonen von Menschen, das sogenannte reproduktive Klonen, steht im Augenblick nicht im Zentrum der gesellschaftlichen Diskussion (»nur« eine amerikanische Sekte und ein italienischer Frauenarzt greifen das im Moment an²) und war auch nicht das Ziel von Ian Wilmut. Ihm ging es um die Erforschung der Tierzucht, die Entwicklung von Zellen und die medizinischen Anwendungsmöglichkeiten. Diese bestehen im Züchten von körpereigenem Gewebe zur Transplantation bei gewebezerstörenden Krankheiten oder Unfällen. In diesem Fall spricht man vom sogenannten therapeutischen Klonen. In unseren Zellkernen haben wir die Informationen für die Art unserer Gewebe, aber wir haben im ausgewachsenen Stadium nicht mehr die Wachstumskräfte, die diese Gewebe nachwachsen lassen. Nehmen wir jetzt die Zelle eines nur ein paar Tage alten Embryos, der selbst nur aus wenigen Zellen besteht, entkernen diese und bringen den Zellkern einer Zelle eines bestimmten Gewebes eines Erwachsenen hin-



ein, so wird aus dieser manipulierten embryonalen Stammzelle das Ersatzgewebe für einen Patienten, wobei der Embryo stirbt.

Besondere Aktualität bekam diese Möglichkeit, als das Britische Parlament im Dezember letzten Jahres das Klonen von Embryonen (embryonalen Stammzellen) zu therapeutischen Zwecken in den ersten 14 Tagen nach der Befruchtung erlaubte. Diese Erlaubnis wird mit dem Hinweis begründet, dass nach 14 Tagen erst die Einnistung des Embryos in die Gebärmutterschleimhaut abgeschlossen sei.

Etwa zum gleichen Zeitpunkt traten der damalige Landwirtschaftsminister Karl-Heinz Funke (SPD) und die Gesundheitsministerin Andrea Fischer (Grüne) auf Grund der Probleme der Rinderseuche BSE zurück. Der Bundeskanzler nutzte diese Möglichkeit, hier eine Umverteilung der Ressorts vorzunehmen. Das für den Moment fast wichtiger erscheinende Landwirtschaftsministerium bekamen die Grünen, das Gesundheitsministerium die SPD, und man merkte schnell, warum.

Schröder wollte eine Debatte »ohne ideologische Scheuklappen« führen, und das heißt auch, den ökonomischen Interessen, die mit der medizinisch-pharmazeutischen Forschung mit embryonalen Stammzellen verbunden sind, Raum geben, in der Absicht, damit den Wirtschaftsstandort Deutschland zu stärken. Die neue SPD-Gesundheitsministerin Ulla Schmidt stoppte als erstes das von Andrea Fischer auf den Weg gebrachte Embryonenschutzgesetz und entließ die grüne Expertin für Gentechnik, Ulrike Riedel. Fast gleichzeitig betrat der neue Kulturstatsminister Nida-Rümelin die politische Bühne mit der umstrittenen Äußerung zur Bioethik, dass dem Embryo in den ersten 14 Tagen Menschenwürde nicht in dem Maße zukomme wie in späteren Lebensabschnitten. Die sich daran anschließende Debatte drehte sich um die Frage, wann das menschliche Leben beginnt und ob man Embryonen töten darf, um das Leid Schwerkranker zu lindern. Dem von Gegnern des therapeutischen Klonens geäußerten Argument, dass das menschliche Leben und damit seine volle Schutzwürdigkeit mit der Befruchtung beginnt, ist nichts Sinnvolles entgegengesetzt worden. Im Gegenteil, die Argumente dagegen, die alle von einer Einteilung des menschlichen Lebens in Phasen mit einem unterschiedlichen Grad von Menschenwürde und damit Schutzwürdigkeit ausgehen, legen willkürlich Zeitpunkte fest und enthalten damit das Problem, dass sie vom Standpunkt des Betrachters abhängig sind und damit auch Möglichkeiten öffnen, Embryonen noch aus anderen Gründen

zu töten als denen des therapeutischen Klonens.

»Embryonenkontrolle«: Präimplantationsdiagnostik (PID)

Dazu kommt die Frage, ob man die durch künstliche Befruchtung erzeugten Embryonen untersuchen darf, bevor man sie in den Mutterleib implantiert, die sogenannte Präimplantationsdiagnostik (PID). Sie würde vor allem aus dem Grunde erfolgen, Krankheiten auszusortieren (zu selektionieren). Das wirft zum einen die Frage auf, was als lebenswertes Leben betrachtet wird, und zum anderen, wer darüber entscheidet. Sicherlich sollten wir das Leid, das durch schwerste Erbkrankheiten entsteht, nicht verharmlosen, aber uns auch nicht anmaßen, die Entscheidung treffen zu können, ob ein Mensch mit einem Erbleiden leben darf. Hinzu kommt folgende Sorge, die Ulrike Riedel formuliert hat: »Ich fürchte, in der PID-Debatte dienen traurige Einzelschicksale als Türöffner zum Einstieg in die Embryonenforschung. Darauf deutet auch das große Engagement der Politik an der Zulassung der PID hin, so zum Beispiel auch das der für die PID völlig unzuständigen Forschungsministerin Bulmahn.«³

Bei seiner Neuordnung der Verantwortlichkeiten in der Bioethik hat Bundeskanzler Schröder neben Ulla Schmidt und Edelgard Bulmahn die Justizministerin Herta Däubler-Gmelin damit beauftragt, Leitlinien für den künftigen Umgang mit der Biotechnologie zu entwerfen. Sie ist dabei interessanterweise zum entschiedenen Gegenpol der wirtschaftsfreundlichen Kanzlerinteressen geworden und will enge Grenzen ziehen: »Der Mensch, denkt Herta Däubler-Gmelin, ist Gottes Ebenbild, ein Individuum und nicht reproduzierbar; sein Leben ist unverfügbar. Wer etwas anderes meine, sagt sie schroff, solle doch bitte schön in die Bibel und in das Grundgesetz schauen.«⁴

Die Entzifferung des menschlichen Genoms

Das für die eigentliche Genetik aufsehenerregendste Ereignis fand im letzten Sommer statt. Der Leiter des staatlichen Humangenomprojektes der USA, Francis Collins, und der Molekularbiologe und Biotech-Unternehmer Craig Venter verkündeten gemeinsam mit Bill Clinton im Weißen Haus die Entzifferung des menschlichen Erbguts. (Die vollständige Entzifferung wurde am 15.2.2001



gleichzeitig in den beiden größten Fachzeitschriften der Naturwissenschaften, »Nature« und »Science«, nachgereicht.) Diese »Verkündigung« erweckte den Eindruck, als wenn der Mensch nun die Grundlage und die Ursachen seiner gesamten Existenz in der Hand hätte. Als wäre es jetzt nur noch eine Frage der Zeit, bis die Funktion jedes einzelnen Gens bestimmt ist, bis wir die schlechten mittels Gentechnik eliminieren und die guten konzentrieren könnten. Damit verbunden sind riesige Erwartungen des wirtschaftlichen Erfolges der Biotech-Unternehmen. Diese erzielen ihre Gewinne vor allem im landwirtschaftlichen und pharmazeutischen Bereich. Aber auch die Hinweise auf die enormen Chancen der Heilung genetisch bedingter Krankheiten durch diese »menschheitsgeschichtlich bahnbrechende Entdeckung« fehlten nicht.

Gentherapie

Die Hinweise auf die Heilungschancen lassen einen aber erstaunen, wenn man einen Blick auf die bisher durchgeführten Gentherapien wirft. Dabei findet man keine durchschlagenden Erfolge. Begonnen hat diese Therapieform 1990. Die damals vierjährige Ashanti DeSilva litt an einem schweren, kombinierten Immundefekt, bei dem die Bildung einer Gruppe der weißen Blutkörperchen, der Lymphozyten, gestört ist. Man entnahm ihrem Blut Lymphozyten, schleuste gesunde Exemplare des defekten Gens ein und injizierte diese Zellen anschließend wieder ins Blut. Anfangs stellte sich eine Besserung ein, es kam aber nicht zu einem anhaltenden Erfolg.

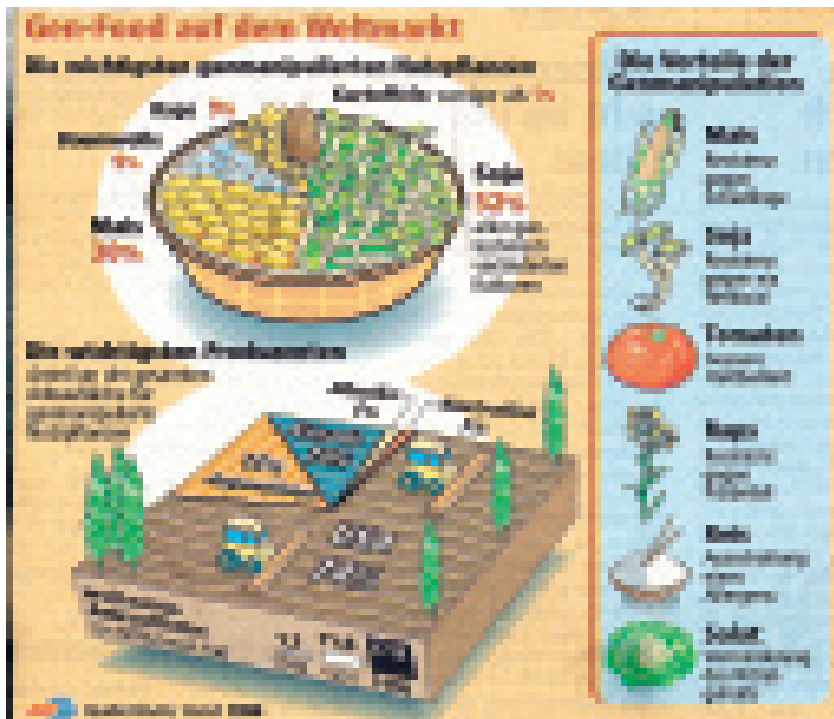
Bei den folgenden Patienten versuchte man, Gene direkt in den Körper einzuschleusen. Dazu benötigt man »Vehikel«, die die Gene transportieren, wofür Bakterien oder Viren in Frage kommen, die auch bei normalen Infektionsvorgängen hin und wieder »aus Versehen« Gene von einer Zelle zur anderen verschleppen. Diesen Krankheitserregern »baut« man die gewünschten Gene ein und injiziert die veränderten Mikroorganismen dem Patienten, in der Hoffnung, dass eines der vielen Millionen Viren zufällig das gewünschte Gen in einer Körperzelle zurücklässt und es dort in die eigene Erbsubstanz eingebaut wird. Mitte der neunziger Jahre wendete man dieses Verfahren an einem Patienten mit Mukoviszidose an. Ein Erfolg stellte sich nicht ein, der Patient bekam aber direkt nach der Gentherapie eine Lungenentzündung. Im September 1999 kam es dann in den USA zu einem tödlichen Zwischenfall. Der achtzehnjährige Jesse Gelsinger litt an einer genetisch bedingten Stoffwechselstörung der Leber. Als »Gentaxi« verwendete man wie im Falle des Mukoviszidose-Patienten ein gentechnisch entschärftes Adenovirus (Schnupfenvirus), das zum ersten Mal direkt in die Leber injiziert wurde. Jesse Gelsinger erhielt die Höchstdosis von 38 Billionen Viren direkt in die Leberarterie. »Damit kreisten in seinen Adern zeitweise mehr Viren als rote Blutkörperchen, was bei einer natürlichen Infektion mit den üblicherweise harmlosen Adenoviren so nicht vorkommt.«⁵ Im Gefolge dieses Zwischenfalls berichtete die Washington-Post, dass bereits vier weitere Patienten

an einer Gen-Therapie gestorben seien und außerdem 691 Berichte amerikanischer Genforscher über schwerwiegende Probleme in Folge genterapeutischer Experimente vorlägen. Anfang dieses Jahres berichtete ein Forscherteam von der Stanford University in Kalifornien und einer Klinik in Philadelphia von Erfolgen bei der Gentherapie bei Blutern. Diesen Patienten fehlt ein wichtiges an der Blutgerinnung beteiligtes Protein, ein bestimmter Gerinnungsfaktor, der den Patienten von außen zugegeben werden muss. Seit einiger Zeit kann er gentechnisch hergestellt werden, was aber enorme Kosten verursacht. Der Forscherin Katherine High und ihrer Mitarbeiterin ist es jetzt gelungen, bei einigen Blutern durch »Verabreichen« eines entsprechenden intakten Gens erstmals eine gewisse Eigenproduktion des Gerinnungsfaktors zu erzielen. Von den drei Blutern, denen man die mit dem Gen ausgestatteten besonders kleinen Viren in die Muskulatur injizierte, erreichte einer die magische Grenze von mehr als einem Prozent des Gerinnungsfaktors des üblichen Blutwertes. Er benötigt zwar weiterhin die Zugabe des Gerinnungsfaktors, aber seltener. Nach Angaben der Forscherin ist die Therapie zumindest bei Hunden effizienter, wenn man die Viren direkt in die Leber spritzt, wo der Gerinnungsfaktor gebildet wird. Das wird zur Zeit von den amerikanischen Gesundheitsbehörden nach dem Tod von Jesse Gelsinger aber nur mit besonderen Sicherheitsauflagen zugelassen, die hier noch nicht erfüllt zu sein scheinen.

Gentechnologie in der Landwirtschaft: Grüne Gentechnik

Die Anwendung der Gentechnik in der Landwirtschaft wird als grüne Gentechnik bezeichnet. Dabei ist es vor allem gelungen, Mais mit Resistenzgenen gegen Schädlinge auszustatten und Soja mit Resistenzgenen gegen Pflanzenschutzmittel. Diese beiden Pflanzen stellen 82 Prozent der gentechnisch veränderten Pflanzen dar, die wiederum zu 74 Prozent in den USA angebaut werden. Insofern hatten die amerikanischen Firmen ein großes Interesse, auch den europäischen Markt beliefern zu können. Dieses Vorhaben wurde Mitte der neunziger Jahre von dem Agro-Konzern Monsanto in Angriff genommen. In den USA hatte die Strategie der sogenannten »stillen Biotechnologie-Revolution« bereits bestens funktioniert. Es wurde wenig informiert, nur hin und wieder von der Wissenschaft auf den Nutzen der Gentechnik hingewiesen, und diese wurde, von der Clinton-Regierung unterstützt, in großem Umfang angewendet. Da außerdem die intensive Landwirtschaft in Europa in die Kritik geriet, der Absatz an Agro-Chemikalien stagnierte und die Nachfrage nach Bioprodukten stieg, sah die Industrie in der Gentechnik vor allem auch die Möglichkeit, mit ihrer Hilfe den dauerhaften Umsatz von Kunstdünger, Herbiziden und Pestiziden sowie dem dazu passend entworfenen Saatgut zu garantieren.

Monsanto begann seine Kampagne in Großbritannien, baute hier vor allem auf die Personalverquickung des Konzerns mit der Verwaltung sowohl der Clinton- als auch der Blair-Regierung und stellte den Politikern hochdotierte Jobs in der



Konzernverwaltung in Aussicht. Eigenartigerweise ging die Rechnung nicht auf. Greenpeace und »Friends on Earth« verschärften 1998 ihren Kampf gegen die Gentechnik-Konzerne. Außerdem nahmen die Pannen der grünen Gentechnik zu, und die britische Bevölkerung war auf Grund der Rinderseuche misstrauisch geworden. Die Medien machten auf die Verbindungen zwischen Politik, Wissenschaft und Industrie aufmerksam. Die Briten protestierten schließlich massenhaft gegen das »Frankenstein-Food«. Die Zwischenfälle nahmen sogar nach dieser Protestwelle noch zu, so dass die ablehnende Haltung auch das »Gen-Paradies« USA ergriff. Höhepunkt dabei war der »Tod der Schmetterlinge«. Bei einer Laborstudie im Jahre 1999 stellte sich heraus, dass der Pollen einer Gentechnik-Maissorte mit »eingebautem« Schädlingsresistenz-Gen auch die harmlosen Schmetterlingsraupen des Monarch-Falters zu töten vermag. Kurze Zeit darauf wurden in im Handel erhältlichen Tacos (Mais-Chips) Spuren einer gentechnisch veränderten Maissorte namens StarLink entdeckt. Diese Sorte ist wegen potenzieller Allergiegefahr nicht für den menschlichen Verzehr zugelassen. Schon 1998 hatte der preisgekrönte Biologe Arpad Puztai in Aberdeen bei Versuchen mit einer »Gen-Kartoffel« festgestellt, dass diese das Immunsystem von Ratten schädigt. Ihm wurden daraufhin Fehler in der Untersuchungsmethode unterstellt; er wurde vom Dienst suspendiert, kurze Zeit später rehabilitiert. Gegenwärtig läuft eine Versuchsreihe, die seine Ergebnisse überprüft. Dieser »Gen-Kartoffel« hatte man Gene für pflanzliche Insektengifte, sogenannte Lek-

tine, übertragen. Das überraschende Resultat von Puztai war, dass das von den Herkunfts-Pflanzen produzierte Lektin für die Ratten unschädlich war, das von den Kartoffeln produzierte Lektin aber schädigende Wirkungen hervorrief. Die Organe der Testratten schrumpften um etwa zehn Prozent, und die Lektine reizten das Immunsystem zu empfindlichen Reaktionen in Magen und Darm. Die Wirkung des Lektin-Gens ist also nicht in jeder Pflanze die gleiche, sie hängt von der Umgebung ab, in der sich das Gen befindet.

Vererbung und Leben in der heutigen Biologie

Die bei der Gentechnik aufgetretenen Probleme sind prinzipieller Natur und zeigen, dass die Sichtweise der molekularen Genetik die Phänomene lebendiger Organismen nicht in ihrer Komplexität erfasst. Denn die aufgetretenen Zwischenfälle machen deutlich, dass sich einzelne Gene in neuer Umgebung anders verhalten können als erwartet, wie z. B. im Falle des Monarch-Falters oder der Gen-Kartoffel, und dass auch Viren ein nur schwer einschätzbares Transportmittel für Gene sind.

An dieser Stelle erscheint es sinnvoll, einen Blick auf die Erkenntnisweise der modernen Genetik zu werfen. Begonnen hat sie 1865 mit *Mendels* Hypothese, dass die äußerlich sichtbaren Merkmale der Lebewesen durch sogenannte Erbfaktoren bestimmt werden. Bei der Auswahl seiner Versuchsorganismen, Farbe und Form von Erbsensamen, hatte er das Glück, dass er diese Beziehung zwischen Erbfaktor und Merkmal bestätigt fand. – Nach der Entdeckung kleiner fädiger Gebilde im Zellkern, der sogenannten Chromosomen, die bei jeder Zellteilung geteilt und auf die Tochterzellen verteilt werden, kam man um 1900 zu der Ansicht, dass diese Chromosomen die Träger der Erbfaktoren, jetzt Gene genannt, sind. Die »Gebilde« des Erbmaterials waren also gefunden, und es galt jetzt den Stoff, aus dem sie bestehen, zu ermitteln, um sich dann seiner Zusammensetzung, Struktur und Wirkungsweise zu widmen. Bei diesem Unternehmen war die Überzeugung des berühmten Physikers *Niels Bohr* richtungsweisend, die er 1932 in einem Vortrag äußerte: »Wenn wir [...] in der Lage sind, die Untersuchung der Funktionsweise der lebenden Dinge so weit voranzutreiben wie die der atomaren Phänomene, sollten wir kaum



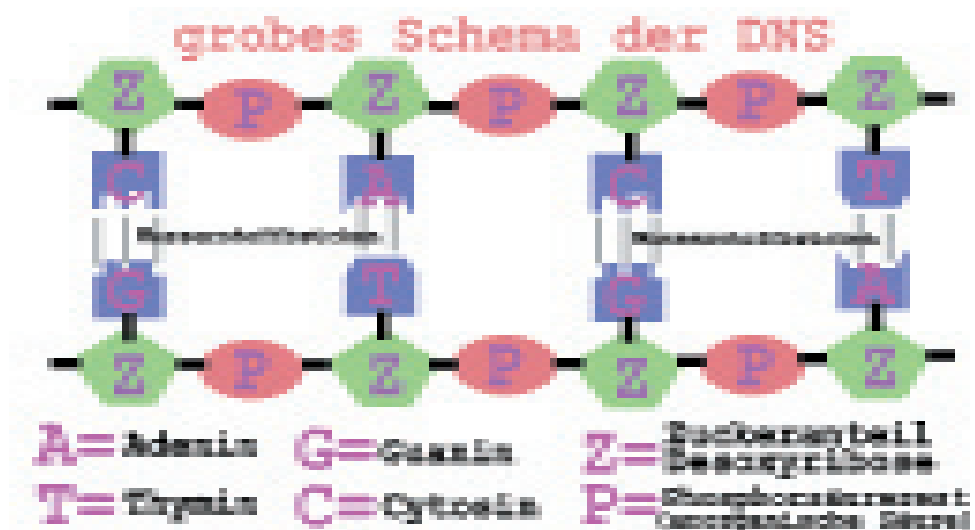
erwarten, dass wir auf andere Gesetzmäßigkeiten stoßen als bei der anorganischen Materie.«⁶ Das war für viele Physiker, Chemiker und Biochemiker die Anregung, sich der Erforschung der Gene zuzuwenden. 1944 entdeckte man, aus welchem Stoff sie bestehen, der sogenannten DNA, der Substanz der Chromosomen, und 1953 konnten *Watson* und *Crick* die Struktur dieses Stoffes in dem bekannten Modell der Doppel-Helix darstellen. Nun begann die Entzifferung des genetischen Codes auf der Grundlage der molekulargenetischen Definition des Gens, die von *Tatum* und *Baedle* schon Ende der dreißiger Jahre formuliert worden war. Sie besagt, dass ein Gen stets ein Protein bestimmt. Diese Definition hatte die von Mendel abgelöst und berücksichtigt die hinzugekommenen Erkenntnisse der Stoffwechselwege. Ein Gen bildet ein Protein, das in den meisten Fällen ein Enzym ist. Diese Enzyme, jedes einen Stoffwechselschritt vollziehend, wandeln die vom Körper aufgenommenen Stoffe so weit um, bis sie schließlich ein äußerlich sichtbares Merkmal darstellen, zum Beispiel ein Pigment unserer Augenfarbe. Der genetische Code besteht also darin, dass einzelne, unterscheidbare DNA-Abschnitte (Basensequenzen) jeweils ein Protein bestimmen. Diese Abschnitte sind die Gene. Francis Crick formulierte dann das sogenannte zentrale Dogma der molekularen Genetik, dass die genetische Information nur von der DNA zu den Proteinen weitergegeben wird, nicht umgekehrt. Etwas freier formuliert heißt das, die DNA ist nicht beeinflussbar und bestimmt ausschließlich Aufbau und Beschaffenheit der Organismen.

Bereits hier wird ein Dilemma deutlich. Es hat sich eingebürgert, davon zu sprechen, dass es Gene für bestimmte Merkmale, für bestimmte Krankheiten und sogar für bestimmte Fähigkeiten gibt. Dies ist unter der exakten Verwendung der molekularen Definition des Gens falsch, denn danach gibt es für ein Merkmal viele Gene, die zusammen wirken müssen. Man spricht dabei von der sogenannten Genwirkkette. Bei bestimmten Erbkrankheiten tritt zwar der Fall ein, dass es bestimmte Gene sind, die ausfallen und dann zu bestimmten Stoffwechselstörungen führen. Es müssen aber nicht immer die gleichen sein, die zu der gleichen Krankheit führen. Andererseits ist festgestellt worden, dass der Ausfall bestimmter Gene und damit auch Enzyme ohne Folgen für den Organismus bleibt. Dieser ist dabei in der Lage, das Fehlende »irgendwie« zu ersetzen. Auf Grund dieses Phänomens hat der Molekularbiologe *Steven Rose* von einer eindrucksvollen Demonstration »der Plastizität von Entwicklungsprozessen« gesprochen, »der Fähigkeit eines lebenden Systems, sich Erfahrungen und den Fähigkeiten einer unzuverlässigen Umwelt anzupassen und Mängel zu kompensieren«. Für ihn ist ein Gen »ein Mitglied eines zellulären Orchesters« und nicht die »ein Merkmal determinierende Einheit«, das sei lediglich eine »Mendelsche Abstraktion«.⁷

Noch problematischer wird die Bezeichnung »ein Gen für«, wenn wir weitere Entdeckungen der Genetik ins Auge fassen, denn viele Gene bzw. DNA-Abschnitte bestimmen gar keine Enzyme, sondern dienen der Regulation, indem sie z.B. mit den aus der Außenwelt aufgenommenen Stoffen in Wechselwirkung treten, auf diese reagieren, wodurch bestimmte Gene »an- oder abgeschaltet« wer-

den. Neuere Untersuchungen zeigen, dass Gene nicht nur an- oder abgeschaltet, sondern so beeinflusst werden können, dass sie ihre Funktion verändern, d.h. ganz andere Proteine bilden können. Die monokausale Eindeutigkeit, die *Tatum* und *Baedle* postuliert haben, trifft in diesem Falle also nicht zu. Der Genetiker *Pigliucci* bezeichnet aus diesem Grunde ein bestimmtes Gen der Ackerschmalwand als Plastizitätsgen und plädiert dafür, auf die Bezeichnung »ein Gen für« zu verzichten, denn diese Formulierung »verhilft der molekularen Genetik zu Deutungsansprüchen, die meist keine Grundlage in natürlichen Prozessen haben.«⁸

Ende der siebziger Jahre entdeckte man, dass es der größere Teil der DNA ist, der keine Gene festlegt, und dass man viele von diesen Abschnitten auch nicht den bekannten Formen der Regulation zuordnen kann. Diese Abschnitte werden auf dem Weg der »Information« vom Gen zum Protein aussortiert, bis jetzt ohne erkennbare Funktion. Da diese Abschnitte, die sogenannten Introns, auch innerhalb der einzelnen Gene liegen, entstehen also die Gene als räumliche Einheit erst während der Weitergabe der Information, wozu sie ihrerseits wieder in Wechselwirkung mit ihrer Umgebung treten müssen, was enorme Variationsmöglichkeiten eröffnet. Diese gewaltige Menge an »unwichtigen« DNA-Abschnitten ist einer der Gründe dafür, dass man jetzt nach der endgültigen Ermittlung der Basensequenz der DNA die Anzahl der Gene von angenommenen 100.000 auf 30.000 herunterschrauben musste. Eine Entdeckung, die die anfängliche Euphorie enorm gebremst hat. Diese Anzahl lässt sich nämlich nicht mit der molekularen Definition des Gens in Einklang bringen. Das verhalf den Entdeckungen zu etwas mehr Popularität, die schon längere Zeit vorliegen: Von mindestens jedem dritten menschlichen Gen entsteht mehr als ein Protein, viele Gene liefern sogar mehr als ein Dutzend unterschiedliche Proteine mit jeweils anderen Eigenschaften. Im Einzelfall können von einem Gen sogar Tausende verschiedener Eiweißmoleküle gebildet werden, und die neueste Entdeckung am Howard Hughes Medical Institute an der University of California in Los Angeles lässt es sogar möglich erscheinen, dass aus einem bestimmten Gen der Taufliege *Drosophila* mehr als 38.000 verschiedene Proteine entstehen können. Das ist, selbst wenn die Zahl etwas zu hoch gegriffen sein sollte, ein beeindruckender Beleg für die Plastizität, Bildbarkeit und »Prozessualität« der Gene und ihre Abhängigkeit von der zellulären Umgebung, worauf die deutsche Nobelpreisträgerin von 1995, *Christiane Nüsslein-Volhard*, Direktorin der Abteilung Genetik am Max-Planck-Institut für Entwicklungsbiologie in Heidelberg, schon vor Jahren hingewiesen hat: »Aber die Genetik täuscht ein bisschen Erkenntnis vor. Das Cytoplasma ist das Interessante und was sich dort abspielt. Die Gene sind Matrizen für Proteine, die die Vorgänge im Zellkern steuern.«⁹ Und 1997 blies der amerikanische Entwicklungsbiologe *Richard Strohman*, Professor in Berkeley, zum Frontalangriff auf das eindimensionale Denken des »molekulargenetischen Reduktionismus«: »Die Biologie durchläuft eine Revolution, bei der das Paradigma des Gens, das uns für fast fünfzig Jahre nützlich war, den Platz räumen muss, z.B. zu Gunsten von Modellen, die experimentell ganze Zellen und Organismen, Evolution und



Komplexität einschließen können.«¹⁰

In der öffentlichen Diskussion ergibt sich also ein eigenartiges Bild: Die Befürworter unter den Politikern verweisen auf die enormen Heilungschancen, ohne die Risiken zu berücksichtigen, weiter auf die angebliche Ertragssteigerung in der Landwirtschaft, ohne die die Menschheit in ein paar Jahren angeblich nicht mehr ernährt werden könne, und auf die enormen wirtschaftlichen Gewinne, die dem Wohlstand unseres Landes zugute kämen. Viele »orthodoxe« Wissenschaftler stützen diese Argumentation mit dem Festhalten an »Mendels Abstraktion«. Währenddessen findet, zwar veröffentlicht, aber nicht protegiert, eine differenzierte wissenschaftliche Diskussion statt, die mehr und mehr Biologen zu der Ansicht kommen lässt, dass die Wirkungsweise lebender Systeme sich nicht aus einzelnen Bausteinen ableiten lässt, dass hier plastische, bildende Prozesse zu beobachten sind, die die »Ereignisse auf höherer Ebene kontrollieren«, ein »epigenetisches Netzwerk«, mit dem sich die Komplexität der Lebensvorgänge erst erfassen lässt. Die Berührungspunkte mit der goetheanistischen Naturwissenschaft liegen auf der Hand, und es ist erfreulich, dass der über die Grenzen der Naturwissenschaften hinaus bekannte Berliner Molekularbiologe Jens Reich das Vorwort zu dem Genetik-Buch des amerikanischen Waldorflehrers Craig Holdrege geschrieben hat.¹¹ Bei der Bemühung um eine angemessene Begrifflichkeit für das Lebendige sollten wir offen und beweglich sein, da die Begriffe »Kraft« und »Leib« (Bilde-Kräfte-Leib / Ätherleib) manchen nicht in der anthroposophischen Terminologie Bewanderten das Verständnis eher erschweren.

Ebenso erfreulich ist es, dass durch den universellen Anspruch der biologischen Wissenschaften, die sich seit einiger Zeit als »Lebenswissenschaften« bezeichnen, die Einseitigkeit deutlich wird, dass unter dem Begriff hier nur eine Wissenschaft fungiert, die kulturelle und geistige Phänomene als sekundär betrachtet. Der Berliner Kulturwissenschaftler *Hartmut Böhme* hat darauf mit einer erfrischend

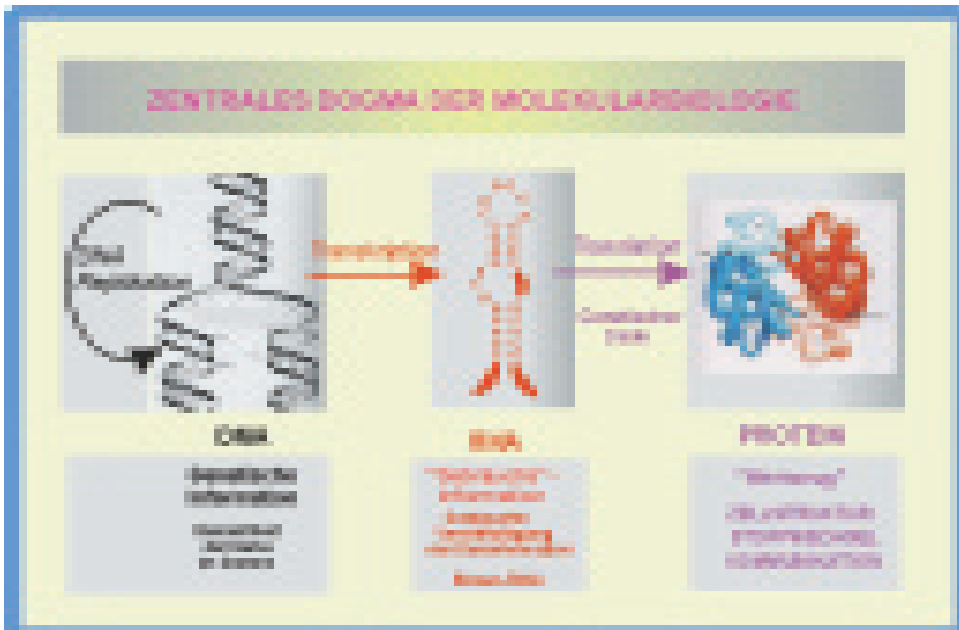
deutlichen Attacke reagiert.¹²

Für eine Erweiterung des Blickwinkels ist der Münchner Biologe *Josef Reichholf* schon 1992 mit einer integrierten Theorie der Evolution eingetreten, in der er Darwins Evolutionstheorie um entscheidende Aspekte erweitert: »Die Freiheit des Denkens und Wollens entspringt der Evolution des Geistes. Diese geistige Evolution hat das Diktat der Gene grundsätzlich gebrochen. In den Milliarden von Gehirnzellen stecken die grenzenlosen Möglichkeiten, Informationen zu verwerten und Neues zusammenzustellen, das sich nicht erst an der Funktionsfähigkeit des Trägerorganismus bewähren und in der Erbinformation einprogrammieren muss.

Damit kann der Mensch als vermutlich einziges Lebewesen seine Evolution selbst bestimmen. Er hat Macht über die Gene gewonnen. Im Rahmen des Evolutionsprozesses betrachtet, stellt sich die Entwicklung als fortschreitende Verselbstständigung der Lebewesen dar. Die Evolution hat eine Richtung: die Emanzipation von der Umwelt.«¹³

»Wir müssen uns darüber im Klaren sein, was die Folgen wären, wenn wir den Wertekanon, den wir in einer langen Geschichte entwickelt haben, als Grundlage allen staatlichen Handelns in Frage stellen. Würden wir dann nicht zu Gefangenen einer Fortschrittsvorstellung, die den perfekten Menschen als Maßstab hat? Würden damit nicht Auslese und schrankenlose Konkurrenz zum obersten Lebensprinzip?«

Aus der "Berliner Rede"
von Bundespräsident Johannes Rau
am 18. Mai 2001



Gerade die Möglichkeit der Selbstbestimmung wird aber dem sich Verkörpernden entzogen, wenn Gendesigner oder Eltern darüber bestimmen, wie der Leib beschaffen sein wird, in dem die Verkörperung stattfindet. Geht man davon aus, daß sich etwas verkörpert, dann liegt der Gedanke nahe, daß sich die Wahl und Selbstbestimmung des Subjekts der Verkörperung auf die Gestaltung des eigenen Leibes bezieht. Gemäß einer monistischen Lesart des Leib-Seele-Problems könnte man die individuelle Einzigartigkeit der genetischen Information, die aus der Reproduktion hervorgeht, als Ausdruck der präexistenten Individualität verstehen. Gendesign greife in die Freiheit dieses Subjektes ein. Was schon mit der pränatalen Diagnostik beginnt und in der möglichen Klonung von Embryonen seine Fortsetzung fände, ist gerade die Erosion der Selbstbestimmung dieses transzendentalen Subjekts.

Lorenzo Ravagli, in der FAZ vom 23.2.2001

Zum Autor: Markus Schulze, Jahrgang 1953. Besuch der Berliner Rudolf-Steiner-Schule in Dahlem. Einjährige Ausbildung im Krankenhaus. Abitur auf der Abendschule. Arbeit in verschiedenen Krankenhäusern, u.a. im Gemeinschaftskrankenhaus Herdecke. Studium der Germanistik, Biologie und Philosophie in Münster und Köln. Referendariat in einer Kölner Berufsschule und dem Gymnasium Wesseling. Seit 1986 an der Waldorfschule in Köln.

Anmerkungen:

- 1 Ian Wilmut: Klonen für medizinische Zwecke. In: Spektrum der Wissenschaft, April 1999, S. 34-40
- 2 Markus C. Schulte: Klonen von Menschen ist »kriminell«. In: Süddeutsche Zeitung, 9.3.2001
- 3 DIE ZEIT, 19.4.2001
- 4 DIE ZEIT, 1.3.2001
- 5 Volker Stollhorz: Wenn das Blut erstarrt. In: DIE ZEIT, 18.11.99; siehe auch den ausführlichen Bericht von Erwin Koch: Menschenversuch – Wie der 18-jährige Jesse Gelsinger zum ersten Opfer der Gentherapie wurde. In: Der Spiegel, 14.5.01, S. 72 ff.
- 6 Niels Bohr: Light and Life. In: »Nature« 131 (1933), S. 421-423
- 7 Steven Rose: Darwins gefährliche Erben. München 2000, S. 143 f.
- 8 Thomas Wehr: Es gibt kein »Gen für«. In: FAZ, 28.3.2001
- 9 DIE ZEIT, 5.1.2000; Siehe auch den Artikel von Reinhard Wallmann in diesem Heft: Die Entwicklung der Fruchtfliege Abb.1-5
- 10 Günter Haaf: Abschied von der Gen-Diktatur. In: Die Woche, 4.7.97
- 11 Craig Holdrege: Der vergessene Kontext. Entwurf einer ganzheitlichen Genetik. Stuttgart 1999.
- 12 Hartmut Böhme: Wer sagt, was Leben ist? In: DIE ZEIT, 30.11.2000
- 13 Josef H. Reichholf: Der schöpferische Impuls. München 1994, S. 236 f.