

Die Anwendungen der Gentechnik als ethisches Problem

Michael Breitenbach, Salzburg

1. Einleitung

Schon die ersten Sätze meines kurzen Artikels werden dem Leser zeigen, daß hier ein Naturwissenschaftler und nicht ein professioneller Philosoph und Ethiker schreibt. Es wäre für mich aussichtslos, versuchen zu wollen, die sehr umfangreiche neue Literatur über Bioethik, welche die Problematik der Gentechnik einschließt, synoptisch und kritisch aufarbeiten zu wollen. Aber ich habe doch den Eindruck gewonnen, daß hier ein wichtiges Problem vorliegt und betrachte diesen Aufsatz als Einstieg in das Thema.¹

Ich werde versuchen, in Beantwortung der vorgegebenen Fragen klare und verständliche Definitionen für ein relativ neues Betätigungsfeld des Menschen - Gentechnik/Biotechnologie - zu geben und dann einige Argumente kritisch zu beleuchten, die für oder gegen bestimmte Anwendungen geäußert wurden. Dabei möchte ich mich bewußt nicht auf eine häufig verwendete Position zurückziehen, die lautet: „Was technisch noch nicht möglich ist, brauchen wir nicht zu diskutieren.“ Meines Erachtens ist es nützlich, absehbare technische Entwicklungen schon im voraus hinsichtlich ihrer gesellschaftlichen Wertigkeit zu überlegen. Es ist eine Trivialität, muß aber hier gesagt werden, daß selbst wenn wir die gesamte uns umgebende Welt „zu Ende“ erforscht hätten und alles über sie wüßten, wir immer noch keine Antwort auf die simple Frage hätten: Was soll ich tun? Weder die Physik, noch die Chemie kann hier eine Antwort geben und es ist aus meiner Sicht sehr fraglich, ob selbst die Humanbiologie und Humanethologie in irgendeiner Weise etwas zu dieser Grundfrage der Ethik beitragen können. Im Negativen ist dies sehr leicht zu zeigen (wie zum Beispiel an Hand einiger Schriften von Konrad Lorenz und Irenäus Eibl-Eibesfeldt), das demgemäß außerhalb der Naturwissenschaften liegende Fundament der Ethik zu diskutieren, ist aber sehr schwierig. Ich werde darauf nicht eingehen, merke aber an, daß einige der besten Beiträge zur Bioethik auf einem rein utilitaristischen Fundament ruhen. D.h. für die Bewertung einer neuen humanrelevanten Technik wird untersucht, ob dadurch vermeidbares Leid erzeugt wird oder ob das größte Glück der meisten Menschen dadurch möglich wird im Vergleich zu dem gesellschaftlichen Zustand,

1 Dabei verdanke ich zwei Personen Anregungen und Diskussionen: Andreas Michael Weiß, der die Fragen vorformuliert hat, die ich versuchen werde zu beantworten, und Günter Virt, der mich auf viele Probleme der Medizinethik aufmerksam gemacht hat.

wo man darauf verzichtet, die neue Technik einzuführen. Auf jeden Fall gilt aber, daß man zuerst möglichst gut über die neue Technik informiert sein muß, um sie bewerten zu können, und daß auch ethische Wertungen immer auf rationalen Argumenten beruhen müssen und es nicht genügt, auf ein diffuses ethisches Gefühl hinzuweisen.

2. Gentechnik

Die Genetik als systematische Wissenschaft begann vor fast genau 100 Jahren mit der Wiederentdeckung der Mendel'schen Gesetze durch Tschermak, Correns und De Vries im Jahre 1900, also etwa 30 Jahre nach Mendels epochaler Entdeckung. Es ist nützlich, sich vor Augen zu führen, was die geniale Leistung Mendels eigentlich war: Er hat in der Weitergabe vererbter Eigenschaften von Generation zu Generation erstmals eine Gesetzmäßigkeit entdeckt, die ihm zeigte, daß es „Erbpartikel“ (in heutiger Sprache: „Gene“) gibt, die selbst nach vielen Generationen unverändert bleiben. Die Gentechnik, die etwa seit 1976 einsetzt, hat es ermöglicht, diese Gene zu isolieren und zu vermehren und durch den Vorgang der „Transformation“ in Zellen (eventuell: in Chromosomen) einzubringen und dort zur Expression zu bringen. Gene sind Abschnitte auf der DNA, dem Erbmaterial in den Chromosomen, die eine funktionelle Einheit darstellen und für jeweils ein Protein kodieren. „Expression“ ist die Erzeugung dieses Proteins in der lebenden Zelle. Den Genen kommt also eine Funktion vergleichbar einem Bauplan für eine Maschine zu, die Proteine aber sind diese Maschinen, die den gesamten Stoffwechsel und das gesamte Funktionieren der lebenden Zelle ermöglichen. Neukombination von Genen gibt es in der gesamten Natur, überall dort, wo - meist durch die Meiose, also durch einen Vorgang, der zur Bildung der Gameten (Fortpflanzungszellen) führt - die genetische Rekombination stattfindet. In der Tier- und Pflanzenzüchtung ist diese Tatsache verwendet worden, um alle unsere gegenwärtigen Nutzpflanzen und Nutztiere zu züchten. Sie unterscheiden sich zum Teil beträchtlich von den Wildformen der gleichen Art und einige dieser auf ganz natürliche (gentechnikfreie) Art entstandenen Zuchtformen sind wegen ihrer Krankheitsanfälligkeit (mit Recht) der heftigsten Kritik durch Naturschützer ausgesetzt. Gentechnik führt ebenfalls zu einer Neukombination von Genen, mit dem wichtigen Unterschied, daß es schneller geht als bei der normalen Fortpflanzung und daß Gene auch von einer Art auf die andere übertragen werden können. Diese Genübertragung über Artgrenzen hinweg wurde als natürlicher Vorgang nur bei Bakterien, nicht bei höheren Organismen nachgewiesen.

Wir kommen nun zu einer ersten in öffentlichen Diskussionen und auch in Publikationen oft geäußerten Fundamentalkritik der Gentechnik: Eben jene

künstliche Neukombination von Genen über Artgrenzen hinweg sei abzulehnen, weil sie einen unerlaubten Eingriff in die Schöpfung darstelle. Man muß ehrlicherweise dazusagen, daß die darin enthaltene Anspielung auf religiöse Inhalte in der Regel nicht von Theologen vorgebracht wird, sondern von Menschen, die einfach entsetzt sind über die Möglichkeiten der Gentechnik. Dennoch ist diese Fundamentalkritik leicht zu widerlegen: Die DNA ist nicht die Seele einer Zelle, sie ist auch auf natürliche Weise veränderbar durch Mutation und intragene Rekombination und der „Eingriff in die Schöpfung“ hat seit der Entstehung des Menschen unaufhörlich stattgefunden überall dort, wo natürliche Lebensräume für Menschen bewohnbar gemacht und viele natürliche Arten ausgerottet wurden. Auch der Eingriff des Menschen in seine eigene biologische Natur hat unaufhörlich stattgefunden (wenn auch keineswegs als Lorenz'sche „Selbstdomestikation“), er findet bei jedem medizinischen Eingriff, bei jeder Impfung oder anderen Präventivmaßnahmen usw. statt. Wir kommen hier zu der interessanten Frage, ob der Mensch eine Verantwortung zu tragen hat für die Weiterexistenz aller noch lebenden Arten und aller noch vorhandenen Lebensräume und ob die Möglichkeit der Gentechnik diese Frage weiter verschärft. Meiner Ansicht ist die ökologische Gefährdung durch lebende und freigesetzte gentechnisch veränderte Organismen sehr gering anzusetzen. Im Gegenteil, die Gentechnik bietet vielleicht Möglichkeiten des Artenschutzes, die es vorher nicht gegeben hat.

Wenn also das Argument der Fundamentalkritik an der Gentechnik nicht hält, dann folgt logisch, daß jeder einzelne Fall von gentechnisch veränderten Organismen (GVO) und jeder biotechnologische Prozeß, der diese GMO benützt, einzeln zu prüfen ist, ob er zum Nutzen oder Schaden oder zu irgendeiner vermeidbaren Gefährdung von Mensch oder Natur führt. Das Rechtssystem (Gentechnikgesetz) sieht in allen diesen Fällen ein gesetzliches Zulassungsverfahren vor.

Der gegenwärtige Stand der Gentechnikdiskussion ist nun der, daß die Anwendung der Gentechnik in der Medizin selbst von Gentechnikgegnern im allgemeinen akzeptiert wird, jedoch die ja wesentlich jüngere Anwendung in der Landwirtschaft und in der Lebensmittelbiotechnologie von einer sehr lautstarken Minderheit vehement abgelehnt wird. Die gegenwärtig realisierten medizinischen Anwendungen lassen sich gliedern nach: *Diagnostik*, *Präventivmedizin*, *Substitutionstherapie* und *Gentherapie*. In allen diesen Fällen sind substantielle Fortschritte hinsichtlich der Sicherheit und Verfügbarkeit von Arzneimitteln und medizinischen Verfahren erzielt worden. In vielen Fällen sind neue Methoden entwickelt worden, die ohne Gentechnik unmöglich gewesen wären.

Die Entwicklung auf dem Gebiet der transgenen Nutzpflanzen ist weniger weit fortgeschritten und insbesondere hat die Zulassung von „Genmais“ und „Gensoja“ zu heftigen Kontroversen geführt. Dies sind gentechnisch herge-

stellte Varietäten, die gegen eine neue Generation von Herbiziden resistent sind. Dabei handelt es sich um Totalherbizide, d.h. Stoffe, die alle grünen Pflanzen abtöten außer denen, die das ursprünglich aus Bakterien stammende Resistenzgen tragen. Gegenüber herkömmlichen Herbiziden (z.B. Atrazin) hat diese Methode theoretisch den Vorteil, daß das Herbizid zu allen Zeiten der Vegetationsperiode angewendet werden kann. Die Herstellerfirmen behaupten weiters, daß die Lebensdauer der neuen Herbizide im Boden und damit die Belastung des Grund- und Trinkwassers geringer ist als bei herkömmlichen Herbiziden. Die letztere Behauptung ist auf Grund unabhängiger Gutachten differenziert zu sehen. Weiters ist es fraglich, ob der Ersatz einer bestehenden Agrochemie durch eine neue Art von Agrochemie wirklich wünschenswert ist, vor allem, wo eine schon bestehende landwirtschaftliche Überproduktion in den Industrieländern durch die neue Technologie weiter (wenn auch geringfügig) gesteigert werden würde. Entscheidend sollte es doch sein, die gegenwärtige industrialisierte Landwirtschaft zu einer „sustainable agriculture“ zu machen, d.h. einer Landwirtschaft, die über lange Zeiträume durchgeführt werden kann, ohne den Boden zu zerstören.

Eine weitere, neuere Entwicklung von transgenen Pflanzen für die Landwirtschaft ist meines Erachtens eindeutig ein Schritt in diese wünschenswerte Richtung. Dies ist die Einführung eines Gens für ein bakterielles Toxin unter der Kontrolle von geeigneten gewebsspezifischen Promotoren in den Mais („Bt-Mais“). Das Toxin wird in Stamm, Blättern und Pollen exprimiert. Es wurde und wird als biologisches Insektizid im biologischen Landbau auf Feldern versprüht, und es ist bekannt, daß es für höhere Organismen ungefährlich ist. Hingegen ist es für die Larven des wichtigsten Maisschädlings (Maiszünsler) tödlich. Mit anderen Worten: in diesem Fall wird durch eine geeignete Gentechnik der Einsatz von Agrochemie vermieden. Das Zukunftspotential der landwirtschaftlichen Gentechnik liegt vor allem auf diesem Gebiet: der Vermeidung des bereits für das Trinkwasser gefährlichen Anstiegs von Agrochemikalien in unserer Umwelt.

3. Humanbiotechnologie

Wir kommen nun zu Entwicklungen, die zum Teil und in Ansätzen realisiert sind, zum Teil in den kommenden Jahren zu erwarten sind. Es geht um die Kombination der Anwendung der Gentechnik auf Säugetiere und auf den Menschen, mit *Fortpflanzungstechnologien*, die vor allem bei der Maus entwickelt wurden. Weiters sind für die *Humanbiotechnologie* die gegenwärtigen Fortschritte bei der Erforschung der entwicklungsbiologischen Vorgänge und Mechanismen entscheidend.

Kerntransplantation bei Säugetieren wurde bis vor kurzem als technisch nicht möglich betrachtet (bei Amphibien wurden solche Experimente schon in den 60er-Jahren durchgeführt). 1997 wurde jedoch in einer landwirtschaftlichen Versuchsstation in Schottland erstmals ein Schaf „kloniert“ (das weltweit beachtete Klonschaf „Dolly“). Dabei wurden aus dem Euter eines erwachsenen Tieres Zellen entnommen, diese durch Züchtung in Zellkultur geeignet vorbehandelt und daraus durch Mikromanipulation Zellkerne isoliert, die natürlich die gesamte genetische Information der Chromosomen (aber nicht der Mitochondrien, also eines Bruchteils des Genoms) des Spendertieres enthalten. Ein Zellkern wurde in eine entkernte Eizelle eines zweiten Tieres mit einer Mikropipette eingebracht. Nach dieser Operation war die Eizelle zur Teilung aktiviert und es entwickelte sich *in vitro* ein junger Embryo. Dieser wurde nun einem dritten, hormonell auf die Schwangerschaft vorbereiteten Tier in den Uterus eingepflanzt. Ein normales, fertiles Tier entstand, dessen genetische „Markierung“ eindeutig zeigte, daß es von dem ersten Spendertier abstammte. Das Ergebnis dieses Vorgangs entspricht einem eineiigen Zwilling, der jedoch entsprechend jünger ist als das Tier, von dem er genetisch abstammt. Inzwischen wurde diese Methode auch in der Rinderzucht erfolgreich angewendet.

Der Aufschrei, der durch die gesamte Weltpresse ging, als „Dolly“ kloniert wurde, beruhte auf der Vorstellung, daß dieselbe Technik auf den Menschen angewendet werden könnte, und auf den realen und vorgestellten Konsequenzen, die dies haben könnte. Die Fundamentalkritik, daß hier ein zu einem anderen Menschen identischer Mensch geschaffen werden könnte, ist wieder nicht zutreffend: jeder Mensch, auch ein eineiiger Zwilling ist eine individuelle Person, die Gene machen eben nicht die gesamte Persönlichkeit aus, sondern bestenfalls einen Teil davon, der noch dazu von jedem Menschen in kritischer Selbstreflexion gesehen werden kann. Jedoch sind die politischen und gesellschaftlichen Konsequenzen einer möglichen (massenhaften?) Menschenklonierung ein Problem der praktischen Ethik, für das wir keine Präzedenzfälle und keine Erfahrung haben, und das angegangen werden muß, auch wenn die Klonierung von Menschen zur Zeit noch nicht technisch möglich ist. Jedenfalls ist die Klonierung von Menschen wie in vielen Ländern so auch in Österreich per Gesetz verboten worden (Fortpflanzungshilfegesetz). Das weitere, dahinterliegende Problem ist natürlich das Problem der Eugenik und Menschenzüchtung, das wiederum ein viel zu umfangreiches ist, als daß es hier abgehandelt werden könnte.

Wenn es gelänge, Transformationstechniken, die bei der Maus entwickelt wurden, auf menschliche Zellen zu übertragen, dann wäre folgendes Szenario vorstellbar: Ein defektes, krankheitsauslösendes Gen könnte in Zellkulturzellen eines Patienten exakt ersetzt werden und die nun durch Gentherapie geheilten Zellen könnten in den Patienten retransplantiert werden (*somatische Gentherapie*, die schon weiter oben kurz erwähnt wurde). Der erkrankte Mensch wäre

dadurch geheilt, wenn eine ganze Reihe von technischen Problemen gelöst werden könnten, die für einen solchen Vorgang essentiell sind. Vorläufig gibt es nur wenige klinische Beispiele für somatische Gentherapie und der Erfolg (z.B. bei einer erblichen Immunschwäche, SCID) ist sehr mäßig. Es ist aber abzusehen, daß diese Form der Therapie in Zukunft wichtig sein wird.

Wenn nun die gentechnisch geheilten Zellkulturzellen nach dem Muster von „Dolly“ benützt werden, um durch Kerntransplantation und Embryotransfer einen Menschen zu klonieren, so wäre dadurch eine *Gentherapie in der Keimbahn* vollzogen und alle weiteren Nachkommen dieses Menschen würden das krankheitsauslösende Gen nicht mehr besitzen und auch nicht mehr weitergeben können. Die Gentherapie der Keimbahn ist ebenfalls durch Gesetz verboten. Ob der eben geschilderte (hypothetische) Vorgang gut oder schlecht ist, ist meines Erachtens wieder ein Problem der praktischen Ethik und der Gesellschaftspolitik, das nicht a priori gelöst werden kann, sondern das noch lange diskutiert werden wird.

Ganz im Sinne dieser letzten Bemerkung möchte ich mit einem Ausblick auf die vielen hier nicht behandelten Probleme schließen, die eben alle Probleme der praktischen Ethik sind: die Gentechnik im Zusammenhang mit der Benützung und Verwertung von embryonalen Organen, die Frage des „embryo research“ (verbrauchende Embryonenforschung), die Frage der genetischen Diagnose (auch pränataler Diagnose), die Frage der ökologischen Auswirkung der Freisetzung von GVO und vieles andere mehr.